

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

WELBERT LUIZ SILVA

**DO SERVIÇO DE METROLOGIA AO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA E
INOVAÇÃO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE ACUMULAÇÃO DE
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DE UM INSTITUTO PRIVADO DE PESQUISA**

Belo Horizonte

2017

WELBERT LUIZ SILVA

**DO SERVIÇO DE METROLOGIA AO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA E
INOVAÇÃO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE ACUMULAÇÃO DE
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DE UM INSTITUTO PRIVADO DE PESQUISA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do grau de Mestre em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual.

Linha de Pesquisa: Gestão da Inovação e Empreendedorismo

Orientador: Prof. Dr. Raoni Barros Bagno

BELO HORIZONTE

2017

S586d

Silva, Welbert Luiz.

Do serviço de metrologia ao desenvolvimento de pesquisa e inovação [manuscrito]: uma análise do processo de acumulação de capacidades tecnológicas de um Instituto privado de pesquisa / Welbert Luiz Silva. - 2017.

124 f., enc.: il.

Orientador: Raoni Barros Bagno.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 113-124.

Bibliografia: f.106-112.

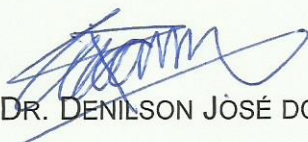
1. Engenharia de produção - Teses. 2. Inovações tecnológicas - Teses. 3. Medição - Teses. 4. Institutos de pesquisa - Teses. 5. Aprendizagem industrial Teses. I. Bagno, Raoni Barros. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 658.5(043)

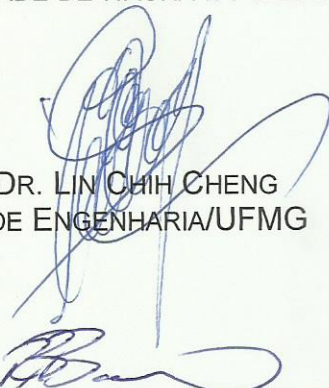
“DO SERVIÇO DE METROLOGIA AO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DE UM INSTITUTO PRIVADO DE PESQUISA”.

WELBERT LUIZ SILVA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 12 de dezembro de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:



PROF. DR. DENILSON JOSÉ DO CARMO
UNIVERSIDADE DE ITAÚNA E FIEMG



PROF. DR. LIN CHIH CHENG
ESCOLA DE ENGENHARIA/UFMG



PROF. DR. RAONI BARROS BAGNO
ESCOLA DE ENGENHARIA/UFMG - ORIENTADOR

Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Belo Horizonte, 12 de dezembro de 2017.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Tabita e aos nossos filhos
Welbert, Yale e Lucas.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Altíssimo, criador dos céus e da terra, por seu grande amor e imensa misericórdia e por ter criado caminhos em minha vida que são mais sublimes do que eu podia imaginar.

Ao Professor Raoni, pela compreensão, pela disposição em ajudar e pelo incentivo a continuar.

À Equipe do Senai Itaúna CETEF, por toda a dedicação e motivação com esse trabalho de pesquisa. Aprendi muito a cada visita para a coleta de dados. Tenho muito orgulho de poder reportar a história dessa instituição.

À UFMG, em especial à Coordenação e aos professores do Mestrado Profissional em Inovação Biofarmacêutica, por esta oportunidade tão rica em minha carreira profissional e acadêmica.

À Tabita, minha esposa, por tudo que tem feito por mim e por nossos filhos. Sempre serei grato por todo o seu amor e dedicação! A Welbert, Yale e Lucas, meus filhos, por sempre me motivarem nesta caminhada. Amo vocês de todo o meu coração!

Aos meus pais, Arnaldo e Lêda, por me ensinarem tanto por todos esses anos. O exemplo que vocês me deixaram sempre foi um esteio para mim.

A todos os meus amigos e familiares.

“Hoje, ter metrologia científica significa ter possibilidade de acompanhar o estado-da-arte da tecnologia mundial. [...] Logo, o domínio dessa ciência é uma das condições para o domínio da tecnologia”.

Ronaldo Sardenberg

RESUMO

O tema “Inovação” não é um fenômeno recente, mas vem ganhando destaque em função das mudanças econômicas e sociais ocorridas nos últimos anos. O investimento em inovação possibilita deter o domínio das tecnologias que, associadas à geração de produtos de maior valor agregado, dão suporte ao desenvolvimento econômico de um país. Se se considerar que a partir da geração de uma ideia até a realização de um produto inovador podem existir diversas etapas de desenvolvimento, constata-se a presença da metrologia em várias delas. A partir dessa constatação, observa-se a importância dos institutos e dos laboratórios privados de metrologia ou pesquisa para o apoio ao desenvolvimento da inovação na indústria. Este trabalho tem por objetivo investigar, descrever e analisar o processo de acumulação de capacidade tecnológica de um instituto ou laboratório privado de pesquisa na evolução e transição dos níveis de oferta de serviços de metrologia para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e o apoio à inovação da indústria, mediante a identificação dos níveis de acumulação de capacidade tecnológica e dos resultados alcançados pela organização. A estratégia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso único, para a descrição da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas. O Senai Itaúna CETEF foi selecionado como caso de estudo. Inaugurado em 1966, orientou suas atividades para a formação de mão de obra. Em 1981, passou a ofertar serviços de assistência técnica e tecnológica. Desde 1988, oferta serviços de pesquisa aplicada. De forma geral, este trabalho se destaca por dois aspectos importantes no contexto da pesquisa em inovação: primeiro, foca sua análise em um grupo de atores (laboratórios de metrologia e institutos privados de pesquisa) que desempenham um importante papel no apoio ao desenvolvimento de inovação na indústria, porém ainda são pouco percebidos na bibliografia; segundo, descreve um conjunto de atividades e práticas de gestão que contribuíram para a evolução na oferta de serviços da Unidade do Senai de Itaúna. Essa descrição de atividades, ou práticas, de gestão pode servir de inspiração para que outros institutos ou laboratórios privados de metrologia ou de pesquisa também possam evoluir em sua oferta de serviços.

Palavras-chave: Inovações Tecnológicas. Medição. Institutos de Pesquisa. Aprendizagem Industrial.

ABSTRACT

The theme "Innovation" is not a recent phenomenon, but it has been gaining prominence owing to the economic and social changes that have taken place in recent years. Investment in innovation makes it possible to halt the domination of the technologies that, together with the generation of higher added value products, support the economic development of a country. If one considers that from the creation of an idea until the accomplishment of an innovative product diverse stages of development may exist, observing the presence of the metrology in several of them. From this verification, it is observed the importance of institutes and private laboratories of metrology or research to provide support to the development of innovation in industry. This work aims to investigate, describe and analyze the process of accumulation of technological capacity of a private research institute or laboratory in the evolution and transition from the levels of supply of metrology services to the development of applied research and support to industry innovation, by identifying the levels of accumulation of technological capacity and the results achieved by the organization. The research strategy used was the single case study, to describe the trajectory of accumulation of technological capabilities. Senai Itaúna CETEF was selected as a case study. Inaugurated in 1966, it directed its activities to the formation of labor. In 1981, it started offering technical and technological assistance services. Since 1988, applied research services have been offered. In general, this work stands out for two important aspects in the context of innovation research: firstly, it focuses its analysis on a group of actors (metrology laboratories and private research institutes) that plays an important role in providing support to the development of innovation in industry, nevertheless, they are still poorly present in the bibliography. Secondly, it describes a set of activities and management practices that contributed to the evolution in the service offer of the Senai Itaúna Unit. This description of activities or practices of management can be an inspiration for other institutes or private laboratories of metrology or research can also evolve in their services offer.

Keywords: Technological Innovations. Measurement. Research Institutes. Industrial Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Intensidade das interações entre os atores do SNI	26
FIGURA 2 - Elementos da inovação tecnológica	28
FIGURA 3 - Representação esquemática da comparação BPL e a ISO/IEC 17025:2005	43
FIGURA 4 - Diagrama comparativo do escopo dos documentos analisados	48
FIGURA 5 - Componentes nos quais reside a capacidade tecnológica	53
FIGURA 6 - Modelo ilustrativo de trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em empresas de economias emergentes	55
FIGURA 7 - Etapas de condução de estudo de caso	62
FIGURA 8 - Foto da Unidade do Senai Itaúna CETEF Marcelino Corradi	71
FIGURA 9 - Organograma da Unidade do Senai Itaúna CETEF	72
FIGURA 10 - Fotos da inauguração e da primeira formatura	74
FIGURA 11 - Fotos da inauguração do Centro de Fundição de Itaúna, do processo de seleção de candidatos do 1º curso técnico em fundição e do 1º e 2º Encontro do Nacional de Fundidores	76
FIGURA 12 - Fotos da inauguração do núcleo de documentação e informação, certificação ISO 9001/2004, lançamentos livros Coleção JICA, certificado de acreditação do INMETRO	79
FIGURA 13 - Linha do tempo	82
FIGURA 14 - Diagrama ilustrativo da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna	88
GRÁFICO 1 - Importância atribuída às fontes de informação para inovação pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da indústria	34
GRÁFICO 2 - Importância atribuída aos parceiros das relações de cooperação, pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da indústria	36
GRÁFICO 3 - Distribuição de Institutos ou laboratórios privados de pesquisa, por região e estado	38
GRÁFICO 4 - Maiores grupos de institutos ou laboratórios da amostra	39
GRÁFICO 5 - Composição das receitas das unidades do Senai, por biênio	98
GRÁFICO 6 - Composição das receitas das unidades do Senai	99
GRÁFICO 7 - Composição das receitas totais das unidades do Senai	100
TABELA 1 – Quantidade de creditações por rede de organizações	29
TABELA 2 - Distribuição de certificações do INMETRO da amostra	39

QUADRO 1 - Métrica para avaliar capacidades tecnológicas em organizações de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) em economias em desenvolvimento	57
QUADRO 2 – Levantamento de publicações de análises de setores da indústria.....	59
QUADRO 3 – Unidades da Rede Senai de Laboratórios de Metrologia e Ensaios	68
QUADRO 4 – Descrição dos níveis de capacidades tecnológicas	84
QUADRO 5 – Mapa descritivo de níveis de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna.....	86
QUADRO 6 – Descrição de atividades e práticas de gestão.....	89
QUADRO 7 – Agrupamento de centros de custos, por função.....	96

LISTA DE ABREVIATURAS

ABDI	– Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIFA	– Associação Brasileira de Fundação
ADI	– <i>Austempered Ductile Iron</i> (Ferro Fundido Nodular Austemperado)
AEB	– Agência Espacial Brasileira
ANA	– Agência Nacional de Águas
Anatel	– Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	– Agência Nacional de Energia Elétrica
Ancine	– Agência Nacional do Cinema
ANP	– Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANPEI	– Associação Nacional para a Investigação e o Desenvolvimento de Empresas
ANS	– Agência Nacional de Saúde Suplementar
Antaq	– Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	– Agência Nacional de Transportes Terrestres
Anvisa	– Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNDES	– Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPL	– Boas Práticas de Laboratório
C&T	– Ciência e Tecnologia
CAPES	– Coordenação de Desenvolvimento do Pessoal do Ensino Superior
CENATEC	– Centro Nacional de Tecnologia
CENPES	– Centro de P & D da Petrobras
CENTEC	– Centro de Ensino Tecnológico
CETEF	– Centro Tecnológico de Fundação
CFP	– Centro de Formação Profissional
CGCRE	– Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO
CGEE	– Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CNAE	– Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNEN	– Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNI	– Confederação Nacional da Indústria
CNPq	– Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPqD	– Centro de Telecomunicações para Pesquisa e Desenvolvimento
CST	– Companhia Siderúrgica de Tubarão
CTA	– Centro Tecnológico de Alimentos
CTET	– Educação e Formação Científicas e Tecnológicas
CTF	– Centro Tecnológico de Fundação
DCTA	– Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DR	– Diretório Regional
Embrapa	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapii	– Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
FAIs	– Fundações de Apoio Institucional
FAPEMIG	– Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FAPs	– Fundações de Amparo à Pesquisa
FIEMG	– Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
FINEP	– Financiadora de Estudos e Projeto
Fiocruz	– Fundação Oswaldo Cruz

FITEC	- Fundação para Inovações Tecnológicas
ICT	- Instituto de Ciências e Tecnologia
ILPP	- Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPI	- Instituto Brasileiro de Propriedade Industrial
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEM	- Instituto de Metrologia e Qualidade
ITA	- Instituto de Tecnologia da Aeronáutica
JICA	- <i>Japan International Cooperation Agency</i>
LAMAT	- Laboratório de Ensaio e Análises em Materiais
MEV	- Microscopia Eletrônica de Varredura
MEV/EDS	- Microscopia Eletrônica de Varredura e Microanálise Química por Dispersão de Energia
MTPS	- Ministério do Trabalho e Previdência Social
NIT	- Núcleos de Inovação Tecnológica
NTQI	- Núcleo de Tecnologia da Qualidade e da Inovação
OCP	- Organismos de Certificação de Produto
ODCE	- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OGM	- Organismos Geneticamente Modificados
OIT	- Organização Internacional do Trabalho
P&D	- Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	- Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PEP	- Provedores de Ensaio de Proficiência
PINTEC	- Pesquisa de Inovação Tecnológica
PMR	- Produtores de Material de Referência
PNCT	- Programa Nacional de Cooperação Técnica
PNUD	- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RAIS	- Relação Anual de Informações Sociais
RBC	- Rede Brasileira de Calibração
RBLE	- Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio
RECOPE	- Rede Cooperativa de Pesquisa
SEBRAE	- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAC	- Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SI	- Sistema de Inovação
SNI	- Sistema Nacional de Inovação
STC	- Serviços Científicos e Técnicos
TIB	- Tecnologia Industrial Básica
TIC	- Tecnologia da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Motivação para a realização da pesquisa	18
1.2 Problema de pesquisa.....	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo geral	21
1.3.2 Objetivos específicos.....	21
1.4 Estrutura da dissertação.....	21
2. REVISÃO TEÓRICA	22
2.1 Sistema Nacional de Inovação	22
2.2 Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial	27
2.3 Institutos ou laboratórios privados de pesquisa.....	30
2.3.1 O papel dos institutos ou laboratórios privados de pesquisa no sistema nacional de inovação	32
2.3.2 Mapeamento dos institutos ou laboratórios privados de pesquisa	37
2.4 Modelos normativos de gestão.....	41
2.4.1 Norma ABNT NBR ISO 17025:2005	41
2.4.2 Guia Princípios das Boas Práticas de Laboratório	42
2.4.3 Norma ABNT NBR 16501:2011.....	43
2.4.4 Guia de boas práticas para a interação ICT – Empresa.....	46
2.4.5 Comparativo do escopo dos documentos analisados	47
2.5 Capacidade tecnológica	49
2.5.1 Construção de capacidades tecnológicas inovadoras.....	52
2.5.2 Métricas de avaliação da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas	55
2.5.3 Exemplos de aplicação.....	56
2.6 Considerações preliminares	60
3. METODOLOGIA	61
3.1 Contexto da pesquisa.....	61
3.2 Método de pesquisa	61

4. ILPP SENAI/CETEF ITAÚNA	67
4.1 Seleção do caso para estudo	67
4.2 Apresentação da Unidade do Senai de Itaúna	71
4.3 Histórico da Unidade do Senai de Itaúna	74
5 DESCRIÇÃO DA TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA DO IPLL SENAI/CETEF ITAÚNA	81
5.1 Descrição dos períodos de análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas	81
5.2 Definição das métricas de avaliação das capacidades tecnológicas	84
5.3 Descrição da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas	89
5.3.1 Período de instalação - de 1983 a 1993.....	90
5.3.2 Período de crescimento - de 1994 a 2004.....	91
5.3.3 Período de consolidação - de 2005 a 2016	92
6 ANÁLISES DOS RESULTADOS	94
6.1 Análise da dinâmica acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna	94
6.2 Análise dos resultados da Unidade do Senai de Itaúna	96
6.3 Análise das implicações da pesquisa	100
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE A – INSTRUMENTOS DE PESQUISA	113
APÊNDICE B – MAPAS DE DADOS COLETADOS	120

1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização brasileiro consta, de um lado, a dependência histórica da extração das riquezas naturais e a significativa produção de commodities agrícolas e, de outro, a dependência da expansão dos negócios das multinacionais que aqui se instalaram, por intermédio de suas subsidiárias (FLEURY, 1999).

O Brasil se especializou na exportação de produtos de baixo valor agregado e na importação de tecnologia. Isso vem representando, nas últimas décadas, um grande atraso produtivo e econômico quando comparado aos países mais avançados (RIBEIRO *et al.*, 2006).

O investimento em inovação é a chave para o domínio do conhecimento em sua essência. Trata-se de um caminho seguro para retirar o Brasil da dependência da exploração de recursos naturais e da importação de tecnologias. Uma estratégia nacional de inovação torna possível deter o domínio das tecnologias o que, associado à geração de produtos de maior valor agregado, oferece o suporte ao desenvolvimento econômico do País (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2016).

A inovação está diretamente ligada à introdução de novidades nas atividades ou no ambiente que envolve as organizações. Ou seja, tem sua raiz dentro das organizações, a partir da colocação em prática de ideias criativas. Porém, as atividades de inovação podem extrapolar os limites organizacionais. Nesse sentido, Tidd et al. (2008), sob a ótica da inovação como um processo organizacional, explicam que, para executarem suas estratégias de inovação, as empresas não devem ignorar o Sistema Nacional de Inovação (SNI) em que estão inseridas. Destacam que tal sistema abre oportunidades ou impõe restrições às empresas. Ou seja, é capaz de influenciar as demandas e as condições competitivas, as ofertas de recursos humanos e a regulamentação da iniciativa privada (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2016; DAGNINO, 2002; TRIERVEILER; SELL; PACHECO, 2015).

No Brasil, estudos e trabalhos têm sido realizados para mapear e analisar o Sistema Nacional de Inovação, destacando a contribuição de atores como universidades, governos e Institutos de Ciências e Tecnologias (ICT). Porém, verifica-se que alguns atores importantes do SNI são parcialmente negligenciados. Nesse sentido, os institutos de metrologia (por exemplo, INMETRO, IPEM e laboratórios metrologia) e os institutos privados de pesquisa (por exemplo, Instituto Eldorado e FITEC) são pouco percebidos como agentes do SNI. (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010; GARNICA, 2014; NEGRI; SQUEFF, 2016).

O termo institutos ou laboratórios privados de pesquisa (ILPP) foi criado com o objetivo de delinear esse conjunto de instituições (institutos e laboratórios) que têm como função ofertar serviço de metrologia, consultoria ou pesquisa para o desenvolvimento de inovação no SNI.

As últimas edições da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) revelaram que os ILPPs são considerados mais importantes que as universidades e as ICTs, conforme a perspectiva adotada na pesquisa, tanto como fonte de informação quanto como intuição parceira, para realizar inovação nos setores industriais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010, 2013, 2016). A pesquisa sobre a quantidade de institutos ou laboratórios que poderiam se caracterizar como ILPP mostra que o número é muito relevante se comparado ao de instituições que compõem os demais atores do SNI (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010; GARNICA, 2014; NEGRI; SQUEFF, 2016).

Muitos desses institutos têm origem em atividades laboratoriais e de fornecimento de serviços metrológicos. Uma das características básicas dos Sistemas de Gestão desses ILPPs é a necessidade de seguir normas e padrões para garantir a validade e confiabilidade das informações. A análise dos documentos aplicados à gestão de laboratórios ou institutos de pesquisa aponta que existem quatro funções (gestão laboratorial; atividades de metrologia; pesquisa, desenvolvimento e inovação; e relacionamento com o mercado) comuns, que integram as atividades tanto de metrologia quanto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005, 2011; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015; INMETRO, 2011).

A medida, em que um agente em particular busca assumir novos papéis e contribuições no SNI, fornece um ponto de partida para se interpretar possíveis degraus da escalada de acumulação de experiências e práticas. Tal trajetória poderia ser investigada e descrita à luz de métricas de acumulação de capacidades tecnológicas (FIGUEIREDO, 2001, 2005), constituindo, assim, um exemplo e uma possibilidade para organizações semelhantes que se localizem em marcos de tal trajetória.

Este trabalho tem por objetivo descrever e analisar o processo de acumulação de capacidade tecnológica de um instituto ou laboratório privado de pesquisa na evolução e na transição de níveis desde a oferta de serviços de metrologia até o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio à inovação da indústria, identificando os níveis de acumulação de capacidade tecnológica perpassados e os resultados alcançados pela organização.

Para a consecução desse objetivo o trabalho se fundamenta no conceito de trajetória de acumulação de capacidade tecnológica proposto por Figueiredo, que prescreve: “Capacidade tecnológica é um estoque de recursos, a base de saber tecnológico, que se armazena em pelo menos quatro componentes”. Esses componentes são: o sistema organizacional, gerencial e institucional da empresa; os sistemas técnico-físicos; a mente das pessoas; e os produtos e serviços da empresa (FIGUEIREDO, 2015, p. 15).

A estratégia metodológica adotada contemplou o estudo de caso único de um ILPP que evidenciasse em seu histórico um processo de acumulação de capacidades tecnológicas. Após o processo de análise, o Senai Itaúna CETEF foi selecionado como caso de estudo.

A análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna disponibiliza informações úteis para: os gestores de redes de laboratórios e institutos de pesquisa, pela demonstração de possibilidades de ações para o desenvolvimento dessas redes; os gestores de laboratórios de metrologia, pela possibilidade de vislumbrar novas possibilidades de oferta de serviços e parcerias; os técnicos e os acadêmicos das áreas de Inovação e Metrologia, pela oportunidade de desenvolvimento de novos campos de pesquisa.

1.1 Motivação para a realização da pesquisa

A motivação para realizar este trabalho surgiu da experiência profissional adquirida pelo autor desta dissertação nas áreas de Metrologia, Extensão Industrial e, posteriormente, Inovação. Como analista de metrologia, teve a oportunidade de participar de diversos processos de certificação em sistemas de gestão de qualidade das empresas nas quais atuou.

Desse aprendizado, contabilizado por mais de treze anos de atuação na área industrial, percebeu-se a importância da metrologia não apenas no ato de medir e apresentar resultados confiáveis, mas como um elemento de competitividade empresarial capaz de reduzir gastos com refugos e retrabalhos, pela contribuição na análise de falhas e no desenvolvimento de novos produtos e processos, bem como pelo atendimento às demandas dos clientes de produtos com maior qualidade.

A partir de 2005, atuando no Instituto Euvaldo Lodi em Minas Gerais (IEL-MG), como consultor da Gerência de Gestão Empresarial, teve a oportunidade de avançar a visão de metrologia, a partir do contato com o programa Tecnologia Industrial Básica (TIB). O IEL-MG é uma instituição vinculada ao Sistema FIEMG que atua como interlocutora e promotora da interação entre empresas e centros de conhecimento em Minas Gerais. Essa função estratégica proporcionou-lhe o conhecimento e a interação com os diversos laboratórios do Sistema Senai

e outros institutos de pesquisa. O programa TIB compreende as principais funções do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial: metrologia, normalização e avaliação de conformidade (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2001)

Em 2012, trabalhando na Gerência de Apoio a Inovação do IEL-MG, acompanhou o desenvolvimento da metodologia do Programa FAZ (BAGNO; FARIA, 2017) e implementou esse modelo de gestão da inovação em diversas empresas.

Outra atividade importante desenvolvida consistiu na Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI). Movimento empresarial que visa estimular a inovação nas empresas, por meio da interlocução entre a iniciativa privada e o setor público. No âmbito desse programa procedeu a análise da estrutura do Sistema Regional de Inovação de Minas Gerais, que deu base à uma dissertação de mestrado (JÚNIOR, 2014), na qual se mapeou o nível de articulação entre empresas e instituições de suporte à inovação do estado de Minas Gerais.

A partir das experiências profissionais citadas e da análise de literaturas nas áreas de Metrologia, Extensão Industrial e Inovação, algumas percepções se consolidaram:

- a importância de que os conceitos e cuidados com metrologia sejam difundidos nas empresas;
- a importância de uma estrutura metrológica para a competitividade do País e da extensão industrial para difundir informações entre centros de conhecimento e setores industriais;
- a inovação se consolida a partir da percepção dos resultados gerados e as interações entre empresas e uma estrutura de apoio são importantes para o surgimento e consolidação da inovação nas empresas.

Dessas percepções surgiram as primeiras indagações que darão base à fundamentação da questão principal deste trabalho de pesquisa.

- Se a inovação se consolida na percepção de resultados, por que a matriz de laboratórios de metrologia é pouco percebida na análise das estruturas de apoio à inovação?
- Se durante o ato de atribuir grandeza a um mensurando novas descobertas podem surgir, por que não difundir o conhecimento gerado no processo de medição como uma oportunidade de parceria para a inovação na indústria?
- Por que alguns laboratórios de metrologia evoluem para a oferta de serviços de apoio à inovação para a indústria e outros se mantêm ofertando apenas resultados de medição e ensaios?

Em 2015, como aluno do Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual, sob a orientação do Prof. Raoni Bagno, as questões iniciais do trabalho de pesquisa foram debatidas e novas indagações surgiram.

- Quais são esses laboratórios e qual é o tamanho dessa matriz laboratorial que pode ser importante para gerar inovação na indústria?
- Existe na bibliografia uma tipificação ou nomenclatura específica que caracterize os laboratórios ou institutos como atores do Sistema Nacional de Inovação?
- Que tipos de atividades são realizadas por esses institutos ou laboratórios?

Para responder a essas questões, o grupo de pesquisa do Núcleo de Tecnologia da Qualidade e da Inovação (NTQI) iniciou um trabalho de mapeamento e tratamento de dados de base secundárias, para caracterizar o objeto do estudo. Essa pesquisa resultou em um Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia de Produção e um artigo (SILVA; MACIEL; BAGNO, 2016).

Com base nesse mapeamento inicial, observou-se que existe uma concentração de laboratórios na região Sudeste e principalmente no estado de São Paulo; que existem na bibliografia alguns estudos que demonstram a importância dos laboratórios de metrologia como agente do sistema nacional de inovação; e que grande parte dos laboratórios se dedica às atividades de avaliação da conformidade, mas existem outros que também ofertam atividades de pesquisa, desenvolvimento e extensão industrial.

Com base nesses dados, foi possível delinear o tema definitivo, sobre o qual se concentram os esforços de pesquisa, com o objetivo de explicar como se dá a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica que habilita um laboratório metrologia a evoluir para a oferta de serviços de apoio à inovação à indústria.

1.2 Problema de pesquisa

O problema de pesquisa deste trabalho ficou assim definido: Como se caracteriza o processo de acumulação de capacidades tecnológicas de um instituto ou laboratório privado de pesquisa na evolução e transição nos níveis desde a oferta de serviços de metrologia até o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio a inovação da indústria?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Investigar, descrever e analisar o processo de acumulação de capacidade tecnológica de um instituto ou laboratório privado de pesquisa na evolução e transição nos níveis de oferta de serviços de metrologia para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio a inovação da indústria, identificando os níveis de acumulação de capacidade tecnológica e os resultados alcançados pela organização.

1.3.2 Objetivos específicos

- Conceituar o termo institutos ou laboratórios privados de pesquisa (ILPP) e avaliar sua importância para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e o apoio à inovação da indústria.
- Selecionar um ILPP que apresente um histórico de desenvolvimento de pesquisa aplicada e de apoio à inovação da indústria.
- Mapear, para cada um dos estágios históricos, o nível de capacidade tecnológica acumulada.
- Avaliar os resultados do ILPP selecionado em relação ao processo de acumulação de capacidade tecnológica.

1.4 Estrutura da dissertação

Esse trabalho está dividido em sete seções, incluindo esta Introdução. Na segunda seção, descreve referencial teórico. Na terceira seção, desenvolve-se a estratégia metodológica. Na quarta seção, aborda-se a Unidade do Senai Itaúna CETEF. Na quinta seção, discute-se a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas do Senai Itaúna CETEF. Na sexta seção, procede-se a apresentação e análise de resultados da Unidade do Senai de Itaúna e as implicações do trabalho de pesquisa. Na sétima seção, formula-se as considerações finais com as limitações do trabalho de pesquisa e as sugestões para estudos futuros.

2. REVISÃO TEÓRICA

Esta seção tem por objetivo discutir o referencial teórico aplicado ao trabalho de pesquisa, consiste em: traçar um paralelo entre o Sistema Nacional de Inovação e o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial; caracterizar o termo Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa e avaliar sua importância e seu papel para o apoio à inovação na indústria; avaliar os principais documentos aplicados à gestão de laboratório de metrologia e de instituto de pesquisa; descrever os conceitos e as métricas de avaliação de trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e realizar uma análise global do referencial teórico.

2.1 Sistema Nacional de Inovação

O tema “Inovação” não é um fenômeno recente, mas vem ganhando destaque em função das mudanças econômicas e sociais ocorridas nos últimos anos. (FAGERBERG, 2003). Para uma análise histórica, o livro *A Riqueza das Nações*, de 1776, é um importante registro para compreender a relevância do tema. Seu autor, Adam Smith, reporta à divisão do trabalho em uma manufatura de alfinetes. Para ele, a divisão do trabalho proporciona aumento de produtividade e especialização por repetição de operações simples. A invenção de instrumentos e de máquinas para facilitar a execução das funções é uma das características do processo de divisão do trabalho. O surgimento de uma nova categoria de trabalhadores, os denominados “filósofos” ou “observadores”, que, vendo a repetição são capazes de criar coisas é outra característica destacada pelo autor (SMITH, 1996).

Joseph Schumpeter (1883-1950) é outro autor importante a ser considerado nesse debate histórico. Os aspectos centrais de sua teoria encontram-se em três textos básicos: *Teoria do Desenvolvimento Econômico*, de 1912; *Business Cycle*, de 1939; e *Capitalismo, Socialismo e Democracia*, de 1942 (PAULA; CERQUEIRA; ALBUQUERQUE, 2002). O autor destaca que o conceito de inovação engloba cinco casos: a) introdução de um novo bem ou produto novo no mercado; b) introdução de um novo método de produção, ou nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria; c) abertura de um novo mercado; d) conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados; e) estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio ou a fragmentação de uma posição de monopólio (SCHUMPETER, 1997)¹

¹ O texto original *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung* foi publicado a primeira vez em 1912. No Brasil, foi publicado pela Editora Nova Cultural em 1997.

Em 1963, especialistas da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) reuniram-se na Villa Falconieri, em Frascati, Itália, para discutir uma metodologia e indicadores para entender e acompanhar as atividades de P&D. O trabalho resultou na primeira versão do *Manual de Frascati* (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2008), o qual considera no conceito de inovação as atividades para a realização de inovação tecnológica (produtos e processos), destacando que P&D é apenas parte do processo de inovação.

As atividades de inovação tecnológica são o conjunto de diligências científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais, incluindo o investimento em novos conhecimentos, que realizam ou destinam-se a levar à realização de produtos e processos tecnologicamente novos e melhores. P&D é apenas uma dessas atividades e pode ser realizada em diferentes estágios do processo de inovação, sendo usada não apenas como uma fonte de ideias inventivas, mas também para resolver os problemas que possam surgir em qualquer etapa do processo, até a sua conclusão (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2008, p. 23).

Sucessor do *Manual Frascati*, o *Manual de Oslo* foi editado pela primeira vez em 1990, cujo objetivo era “orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores de pesquisa de P&D de países industrializados”. Ele define quatro tipos de inovação: de produto, de processo, organizacionais e de *marketing*. Melhoramentos significativos e mudanças significativas estão inclusos no conceito de inovação (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2005).

No Brasil, em 2009, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou a Comissão de Estudo Especial de Gestão da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI). Seguindo a tendência de países como Espanha, Portugal, México, Reino Unido, França e Alemanha, a ABNT lança um conjunto de normas para sistematizar a gestão da PDI no ambiente corporativo. A norma ABNT NBR 16500 apresenta um conjunto de terminologias e definições importantes para o desenvolvimento de projetos de P&DI com o propósito de harmonizar conceitos e termos para os diversos agentes do sistema brasileiro de inovação. Tal norma conceitua inovação como “a introdução no mercado de produtos, processo, métodos ou sistemas que não existiam anteriormente, ou que contenham alguma característica nova e diferente da até em vigor” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, p. 1).

Outro documento a ser destacado nessa análise é o *Marco Legal de Ciência e Tecnologia*, ou Lei 13.243, que dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. Segundo tal lei, inovação é descrita como:

Introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (BRASIL, 2016).

A inovação está diretamente ligada a introdução de novidade nas atividades ou no ambiente que envolvem as organizações. Ou seja, a inovação tem sua raiz dentro das organizações a partir da colocação em prática de ideias criativas. Porém, as atividades de inovação podem extrapolar os limites organizacionais (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993).

Tidd et al. (2008), sob a ótica da gestão da inovação, descrevem que as empresas, ao executarem suas estratégias de inovação, não devem ignorar o Sistema Nacional de Inovação em que estão inseridas. Tais autores destacam que esse sistema abre oportunidade ou impõe restrições às empresas. Ou seja, é capaz de influenciar as demandas e as condições competitivas, as ofertas de recursos humanos e a regulamentação da iniciativa privada (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2016; DAGNINO, 2002; TRIERVEILER; SELL; PACHECO, 2015).

Para Edquist (2006), expressão Sistema Nacional de Inovação (SNI) foi publicada pela primeira vez por Freeman, referindo-se a uma rede de atores públicos e privados que interagem para gerar e difundir a inovação (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993).

No Brasil, estudos e trabalhos têm sido realizados para mapear e analisar o Sistema Nacional de Inovação. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) publicou relatório realizado pela professora Mariana Mazzucato e pelo professor Caetano Penna no qual foram avaliados os pontos fortes e fracos do SNI. Os autores consideraram quatro subsistemas: (i) produção e inovação; (ii) investigação e educação; (iii) financiamento (público e privado); e (iv) políticas e regulamentação (MAZZUCATO; PENNA, 2016).

No subsistema produção e inovação, são considerados como os atores as empresas públicas, as empresas estatais e as associações industriais com destaque para a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Associação Nacional para a Investigação e o Desenvolvimento de Empresas (ANPEI).

No subsistema educação e pesquisa, foram considerados: as universidades com destaque para as principais universidades públicas; as instituições de pesquisa, entre eles o Instituto de Tecnologia da Aeronáutica, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, o centro de P & D da Petrobras, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o Instituto Nacional

de Pesquisas Espaciais, a Agência Espacial Brasileira, a Comissão Nacional de Energia Nuclear, a Fiocruz (pesquisa biológica e biomédica) e o Centro de Telecomunicações para Pesquisa e Desenvolvimento; e as Instituições de ensino profissional, com destaque para as instituições que compõem o Sistema S, como o SENAI, o SENAC, o SEBRAE e o IEL.

No subsistema financiamento público e privado foram considerados: os bancos privados, as instituições de financiamento público, como destaque para o BNDES, a FINEP, a CAPES, o CNPq e as Agências de Apoio à Pesquisados Estados (FAPs).

No subsistema de políticas e regulamentação, foram considerados: o Governo Federal representado por seus ministérios; as agências reguladoras, como a ANP (órgão regulador do petróleo e do gás), a Anatel (setor de telecomunicações), a Aneel (setor elétrico), a Anvisa (setor da saúde), a ANA (setor de água), a ANS (que supervisiona as seguradoras privadas de saúde), a Antaq (setor de vias navegáveis), a ANTT (setor de transporte terrestre rodoviário) e a Ancine (setor cinematográfico); os agentes de propriedade intelectual, como o Instituto Brasileiro de Propriedade Industrial (INPI) e os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT).

O último grupo de atores é classificado como “organizações quase governamentais” ou “organizações sociais”, compreendendo: a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Centro de Estudos Estratégicos e Gestão em Ciência, Tecnologia e Inovação (CGEE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii).

Com o mesmo objetivo de mapear o Sistema Nacional de Inovação, a ANPEI realizou uma pesquisa com a indicação dos principais fluxos de interação entre os principais atores do SNI. Foram mapeados, em doze estados brasileiros, 16 atores estruturantes do sistema de inovação, entre eles: empresas (grandes, médias, pequenas e startups), órgãos governamentais (nas áreas de fomento, infraestrutura e educação), institutos de ciência e tecnologia públicos e privados (ICTs), organizações da sociedade civil (organizações não governamentais, organizações sociais e entidades de classe) e habitat ou entidades de suporte à inovação empresarial (consultorias, incubadoras de empresas, núcleos de inovação tecnológica e parques tecnológicos) (GARNICA, 2014). Segundo esta pesquisa, o núcleo do processo de inovação é constituído por órgãos governamentais na área de fomento, grandes empresas, ICTs na área de conhecimento, NITs e entidades de classe.

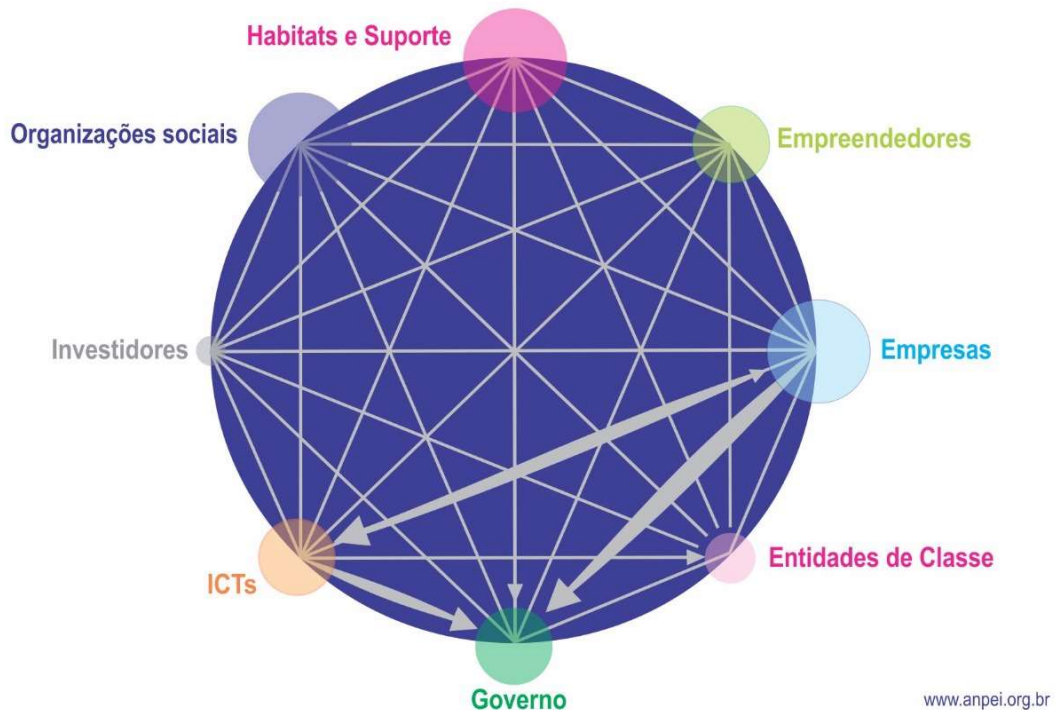
A Figura 1 apresenta a intensidade de interações entre os atores do sistema nacional de inovação, a qual demonstra que as interações entre ICTs, empresas e governo são as mais fortes do SNI.

FIGURA 1 - Intensidade das interações entre os atores do SNI

anpel

PESQUISA ANPEI 2014

INTENSIDADE DAS RELAÇÕES ENTRE OS ATORES



Fonte: Garnica (2014, p. 24)

No que se refere mais especificamente à infraestrutura de pesquisa, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) publicou um livro (NEGRI; SQUEFF, 2016) em que o objetivo analisa o sistema de ciência e tecnologia no Brasil a partir da infraestrutura nele disponível. Os autores consideraram que os laboratórios são:

[..] infraestruturas mais comuns, e por isso foram o foco inicial do projeto, mas também são consideradas como infraestruturas de pesquisa as plantas-piloto, biotérios, salas limpas, redes de informática de alto desempenho, bases de dados, coleções, bibliotecas especializadas, observatórios, telescópios, navios de pesquisa, reservas e estações experimentais, entre outras (NEGRI; SQUEFF, 2016, p. 2).

Foram pesquisadas 1.760 infraestruturas nos seguintes setores: defesa; saúde; óleo e gás; tecnologias da informação e da comunicação; aeronáutico; agropecuário; e energias renováveis. O levantamento mostrou que a imensa maioria da nossa infraestrutura de pesquisa é formada de pequenos laboratórios espalhados pelas universidades brasileiras (NEGRI; SQUEFF, 2016).

A despeito da importância dos trabalhos apontados, alguns atores importantes do SNI são pouco citados ou, mesmo, negligenciados. Os institutos de metrologia (por exemplo, INMETRO, o IPEM e os laboratórios metrologia) e os institutos privados de pesquisa (por exemplo, Instituto Eldorado e a FITEC) não são percebidos claramente como agentes do SNI a partir da perspectiva destes estudos de referência no Brasil. Muitos desses atores compõem o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

2.2 Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

O conhecimento do mundo e a capacidade de intervenção tomando decisões corretas, depende em grande parte das habilidades de realizar medições. O processo de medição é algo natural em praticamente todas as atividades humanas que dependem de processos e de resultados confiáveis para sua execução e evolução. Dessa forma, à medida que sociedade se desenvolve e fica baseada em conhecimento mais sofisticado, maior é a dependência de medições em maior quantidade, mais exatas e mais precisas (ALBERTAZZI; SOUSA, 2008a; JORNADA, 2005).

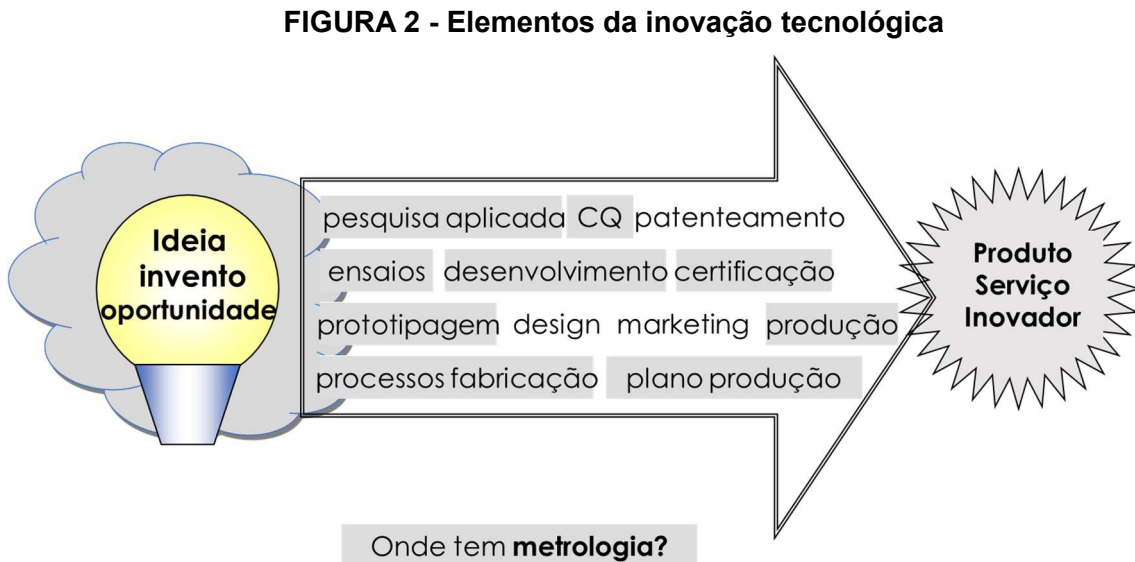
O *Vocabulário Internacional de Metrologia* (VIM) define assim medição: “Processo de obtenção experimental dum ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza” e assim metrologia: “Ciência da medição e suas aplicações” (INMETRO, 2012. p. 16).

Para Albertazzi e Sousa (2008): “Do ponto de vista técnico, medição pode ser empregada para monitorar, controlar e/ou investigar processos ou fenômenos físicos”. Para os autores, medir para monitorar refere-se a observar passivamente uma grandeza por exemplo, o consumo de energia elétrica, a pressão arterial, a temperatura, o nível de colesterol, o tempo gasto na realização de uma atividade física. Medir para controlar refere-se a observar, comparar e agir para manter dentro das especificações, por exemplo, o controle de vazão de água para enchimento de um determinado volume, o controle de pressão de ar para o enchimento de um pneu.

De outro lado, medir para investigar pretende: compreender descobertas científicas e estudar fenômenos; dominar ou validar conhecimentos e tecnologias; melhorar ou expandir limites; e gerar inovações. Nesse sentido, a metrologia está presente em diversos elementos da inovação tecnológica (ALBERTAZZI; SOUSA, 2008a).

Se se considerar que da fase de geração da ideia até a realização de um produto ou serviço inovador podem existir diversas etapas de desenvolvimento, verifica-se que a metrologia está presente em diversas dessas etapas.

A Figura 2 destaca em quais fases de desenvolvimento de um produto ou serviço inovador a metrologia está presente.



Fonte: Albertazzi; Sousa (2008b)

Verifica-se que a metrologia está presente nas etapas de: pesquisa aplicadas, controle da qualidade, ensaios, desenvolvimento, certificação, prototipagem, produção, processo de fabricação e plano de produção do produto ou serviço inovador.

Grando (2005) defende que a medição é inerente ao processo de inovação, seja ela radical, substancial ou incremental.

A medição é inerente ao processo de inovação seja ela transformadora – a menos comum, a que mais impacta e que muda radicalmente no modo de fazer algo [...], substancial – quando apresenta grau significativo de novidade e valor ao cliente [...], ou incremental – a mais comum e que traz alguma novidade a algo existente (GRANDO, 2005, p. 49).

No Brasil, o atual Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) foi instituído pela Lei 5966, de 11 de dezembro de 1973, com a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industriais (BRASIL, 1973). O SINMETRO constitui uma infraestrutura de serviços tecnológicos capaz de avaliar e certificar a qualidade de produtos, processos e serviços, por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e de

calibração, organismos de treinamento, organismos de ensaios de proficiência e organismos de inspeção (INMETRO, 2017a).

Com base na relação de organizações que compõem o SINMETRO, realizou-se o levantamento da quantidade de instituições acreditadas pelo INMETRO, a partir das informações disponíveis no site.

A Tabela 1 descreve o nome da rede de organizações e a quantidade de instituições ou laboratórios ativos certificados no Brasil (INMETRO, 2017b).

TABELA 1 – Quantidade de creditações por rede de organizações

REDE DE ORGANIZAÇÕES	QUANTIDADE
Organismos de Certificação Acreditados	196
Organismos de Inspeção Acreditados	704
Organismos de Treinamento Acreditados (Certificação de Pessoas)	7
Organismo Provedor de Ensaio de Proficiência Credenciado	14
Rede Brasileira de Calibração (RBC)	362
Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE)	1033

Fonte: Site do INMETRO (INMETRO, 2017b)

Com base nos dados da Tabela 1, verifica-se que a quantidade de organizações certificadas nas redes do INMETRO é bastante significativa quando comparada à quantidade de organizações que compõem os levantamentos do SNI. Porém, é válido ressaltar que existem muitas instituições ou laboratórios que são certificados em mais de uma rede ou tipo de serviço, o que reduz o número de organizações se retiradas as duplicações.

Na Tabela 1, constam institutos ou laboratórios dedicados à oferta de serviços de avaliação da conformidade que não são utilizados para a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação. Adicionalmente, constam institutos ou laboratórios públicos e laboratórios que são exclusivos de empresa.

De outro lado, existe um grupo de instituições e laboratórios que ofertam serviço de metrologia ou pesquisa privada para apoio à inovação na indústria que não são certificados. Dessa forma, esse grupo de organizações não consta nas redes de organizações do INMETRO.

Com o objetivo de caracterizar os laboratórios ou institutos de metrologia e os institutos privados de pesquisa, no próximo item faz-se a definição de um termo que será utilizado para se referir a esse grupo de instituições.

2.3 Institutos ou laboratórios privados de pesquisa

Conforme destacado no *Manual Frascati*, a geração de novidades, muitas vezes, depende de diligências científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2008). Daí a importância das atividades de metrologia, por dois aspectos: primeiro, como forma de verificar se a novidade gerada apresenta as características e os resultados esperados; segundo, pela possibilidade de gerar descobertas que poderão ser utilizadas no surgimento de novas ideias. Nesse sentido, laboratórios e institutos de metrologia e institutos privados de pesquisa desenvolvem um papel importante no SNI.

O termo Institutos ou Laboratórios Privados de Pesquisa (ILPP) é proposto neste estudo com o objetivo de delinear um conjunto de instituições (institutos ou laboratórios) que têm como função ofertar serviço de metrologia ou pesquisa para o desenvolvimento de inovação no SNI. A definição deste termo foi feita a partir da análise das leis e dos manuais que regulamentam e definem as práticas e os conceitos de inovação.

No conjunto de leis que regulamentam a produção científica, de inovação e tecnologia do Brasil, a Lei 10.973/2004 representou o marco legal da inovação no País, uma vez que estabeleceu medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação e ao desenvolvimento industrial do País (BRASIL, 2004).

Na Lei 10.973/2004, a descrição de mecanismos de interação ICT-Empresa e o fortalecimento dos agentes intermediadores, como os núcleos de inovação tecnológica (NITs), tiveram um papel central, na medida em que buscavam elevar o nível de parcerias entre empresas, universidades e institutos científicos e tecnológicos para o estímulo do processo de inovação com vistas ao desenvolvimento industrial do País. (MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005; RAUEN, 2016). Considerou-se o conceito de ICT (Instituição Científica e Tecnológica) como: “órgão ou entidade da administração pública que tenha por missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico” (BRASIL, 2004). Ou seja, apenas órgãos ou entidades da administração pública eram considerados como ICT. Assim não se consideravam, da abrangência da lei, os institutos privados.

O novo marco legal da inovação, conhecido como “Código de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I)”, ou Lei 13.243/2016 (BRASIL, 2016), avançou em diversos pontos na promoção de um ambiente regulatório mais seguro para a inovação no Brasil (RAUEN, 2016). Entre os

diversos pontos da lei, o novo marco legal da inovação ampliou o escopo do conceito de ICT definindo-o assim:

Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT): 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).

Dessa forma, a Lei 13.243/2016 (BRASIL, 2016) abrange, no escopo do conceito de ICT, os institutos de ciência e tecnologia de direito privado sem fins lucrativos e que incluam em sua missão ou objetivo social a realização de pesquisa ou desenvolvimento, conforme descritos nos termos da lei.

Para compreender as atividades de pesquisa e desenvolvimento, o *Manual de Frascati* (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2008) é um documento importante a ser analisado. Nele constam definições e conceitos que permitem descrever as atividades de P&D. Assim, ao delinear a abrangência de escopo das Atividades de Ciências e Tecnologia, o *Manual de Frascati* descreve que:

[...] As atividades de ciência e tecnologia incluem, além de P&D, educação e formação científicas e tecnológicas (CTET), além de serviços científicos e técnicos (STC). Estes últimos englobam, por exemplo, serviços de C&T prestados por bibliotecas e museus, a tradução e a publicação de obras sobre C&T, o levantamento topográfico e a prospecção, coleta de informação sobre fenômenos socioeconômicos, os testes, a padronização e o controle de qualidade, as atividades de consultoria para os clientes bem como as atividades sobre patentes e licenças por parte do governo e administrações públicas (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2008 p. 22, 23).

Outro documento importante para a definição do conceito é o *Manual de Oslo*, por constituir parte de uma família de manuais dedicados à mensuração e interpretação de dados relacionados a ciência, tecnologia e inovação (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2005). Define o *Manual de Oslo*:

As atividades de inovação incluem todas as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que realmente conduzem, ou que pretendem conduzir, à implementação de inovações. Algumas dessas atividades podem ser inovadoras em si, enquanto outras não são novas mas são necessárias para a implementação (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO, 2005, p. 25).

Em síntese, pode-se concluir que as atividades de teste, controle da qualidade e análise se enquadram como atividade de PD&I quando realizadas nos interesses da pesquisa e do desenvolvimento. De outro lado, podem-se considerar como atividade de ciência e tecnologia, os testes, a padronização e o controle de qualidade e as atividades de consultoria para os clientes quando realizados na forma de serviços científicos e técnicos. Sob essa ótica, esse conceito traz para o campo das ICT toda a matriz de instituições e laboratórios que prestam serviços, desde a realização de testes até o desenvolvimento de pesquisas.

Assim, pode-se considerar Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa (ILPP) como uma parte das instituições que compõe o conceito de ICT atualmente descrito na lei. Ou seja, no âmbito do conceito de ICT os ILPP não abrangem como instituições de pesquisa as universidades e os centros de formação profissional.

Ainda sob o foco do conceito de ICT, os ILPP não se limitam as instituições sem fins lucrativos nem excluem as instituições que não possuem em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário as atividades de P&D. A inclusão na missão institucional da atividade de P&D é uma análise estratégica que os institutos devem realizar para acessar as prerrogativas da lei.

Pode-se, portanto, delinear como ILPP os institutos ou laboratórios privados de pesquisa que tenham, ou não, fins lucrativos e que desenvolvam atividades de teste, controle de qualidade, análise, atividades de consultoria, pesquisa e desenvolvimento. Em síntese, os ILPPs são institutos ou laboratórios que são ou podem se caracterizar como uma ICT privada nos termos do atual marco regulatório da inovação.

No item seguinte, avalia-se, com base em pesquisas realizadas, a importância dos ILPPs no Sistema Nacional de Inovação.

2.3.1 O papel dos institutos ou laboratórios privados de pesquisa no sistema nacional de inovação

No Brasil, a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) contempla os fatores que influenciam o comportamento inovador das empresas, de modo a acompanhar sua evolução no tempo. Atualmente na sexta edição (PINTEC 2000, 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014), a pesquisa investiga as atividades das indústrias extrativas e de transformação, dos setores de eletricidade e gás e de serviços selecionados. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015, 2016)

Na última edição da PINTEC, a estrutura lógica do conteúdo do questionário seguiu uma divisão por blocos, nos quais os temas da pesquisa foram organizados em 16 blocos de questões. Desses temas, dois merecem destaque para analisar a importância dos ILPPs no comportamento inovador das empresas: a) Fonte de informação; e b) Relações de cooperação para inovação. Para a análise da importância dos ILPPs nesses dois blocos de questões, foram elaborados gráficos com base nas respostas do setor industrial da PINTEC 2008, PINTEC 2011 e PINTEC 2014 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010, 2013, 2016).

Os resultados do bloco de questão referente ao tema Fonte de informação são importantes para entender como surgiu a ideia inicial do projeto, bem como a origem das outras ideias que se somaram durante o desenvolvimento da inovação². O Gráfico 1 apresenta a importância atribuída às fontes de informação para inovação pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo do setor da indústria.

Na PINTEC, a cooperação para inovação é definida como “a participação ativa da empresa em projetos conjuntos de P&D e outros projetos de inovação com outra organização (empresa ou instituição)” (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016, p. 22). Os resultados do bloco de questões referente ao tema Relações de cooperação para inovação são importantes para identificar as relações entre os atores que formam o Sistema Nacional de Inovação³. O Gráfico 2 apresenta a importância atribuída aos parceiros das relações de cooperação pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da indústria.

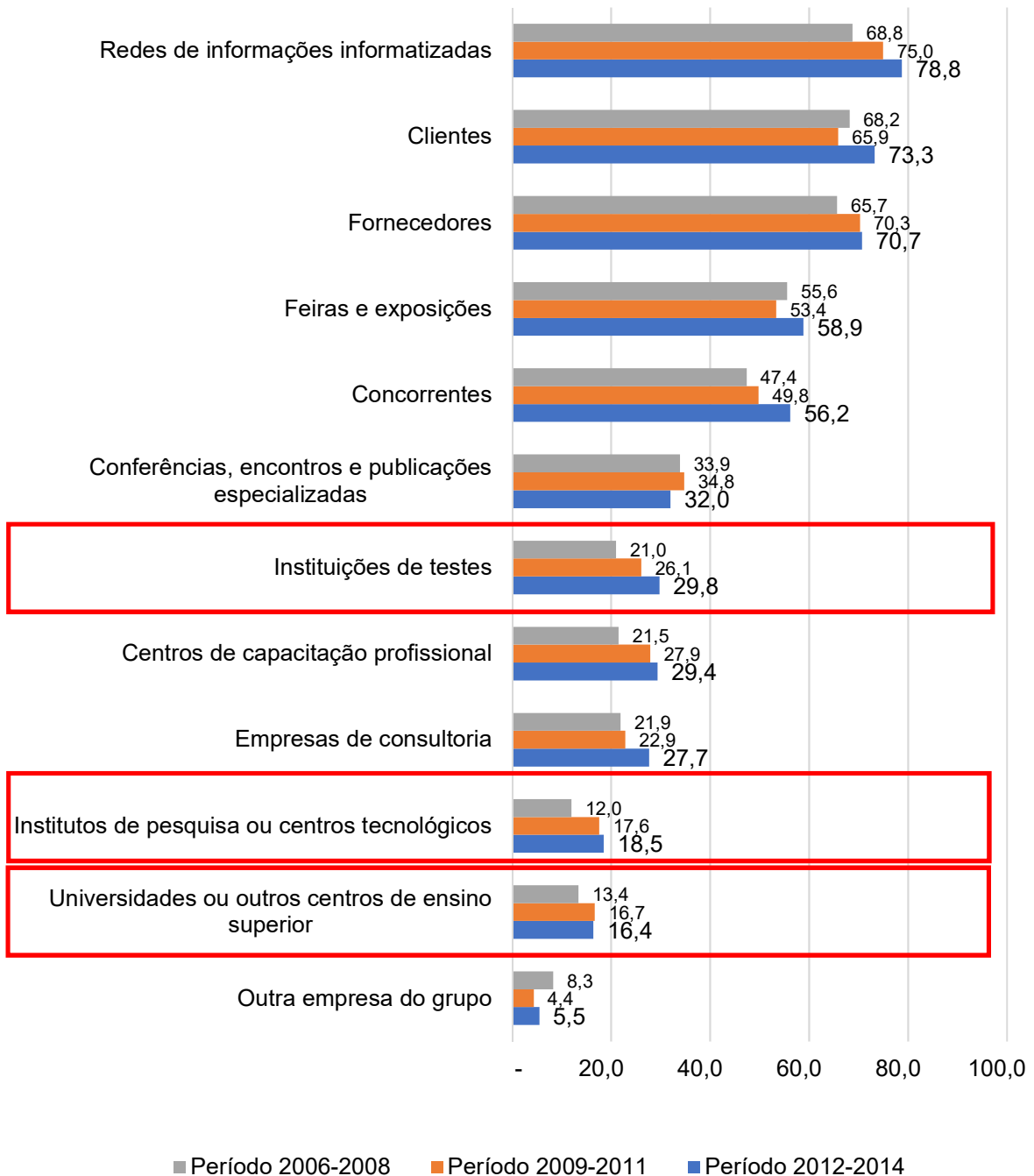
Para a elaboração do Gráfico 1 e do Gráfico 2, confeccionou-se uma tabela com os percentuais de cada um dos atributos para cada questão avaliada por ano da pesquisa. Seus dados foram organizados em ordem decrescente, utilizando como referência os dados da PINTEC 2014.

No Gráfico 1 estão ordenados, por percentual de importância, as fontes de informação para inovação utilizadas pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da Indústria.

² Na PINTEC 2008 os resultados são apresentados no Gráfico 6, na PINTEC 2011 no Gráfico 8 e na PINTEC 2014 no Gráfico 9.

³ Na PINTEC 2008, os resultados são apresentados no Gráfico 7; na PINTEC 2011, no Gráfico 9; e na PINTEC 2014 no Gráfico 10.

GRÁFICO 1 - Importância atribuída às fontes de informação para inovação pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da indústria



%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis em IBGE (2010, 2013, 2016)

Saber onde as empresas buscam ideias para inovar pode ser um sinalizador importante para a compreensão da dinâmica de inovação das empresas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016)

No Gráfico 1, os indicadores de informação para inovação se reportam ao percentual de empresas que atribuíram importância alta ou média a cada uma das fontes de ideias que ofereceram suporte às inovações de produto ou processo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010, 2013, 2016).

Para a análise da importância dos ILPPs no SNI, torna-se relevante avaliar as fontes de informação “Instituições de teste”, “Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos” e “Universidades e outros centros de ensino superior”. Com base no Gráfico 1, das doze fontes de informação avaliadas na pesquisa, “Instituições de teste” foi considerada a sétima mais importante, “Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos” a décima e “Universidades e outros centros de ensino superior” a décima primeira. Observa-se que, com base nos dados da pesquisa, “Instituições de teste”, como fonte de informação para a geração de ideias, mostrou ser mais relevantes que os Centros de pesquisas e as universidades.

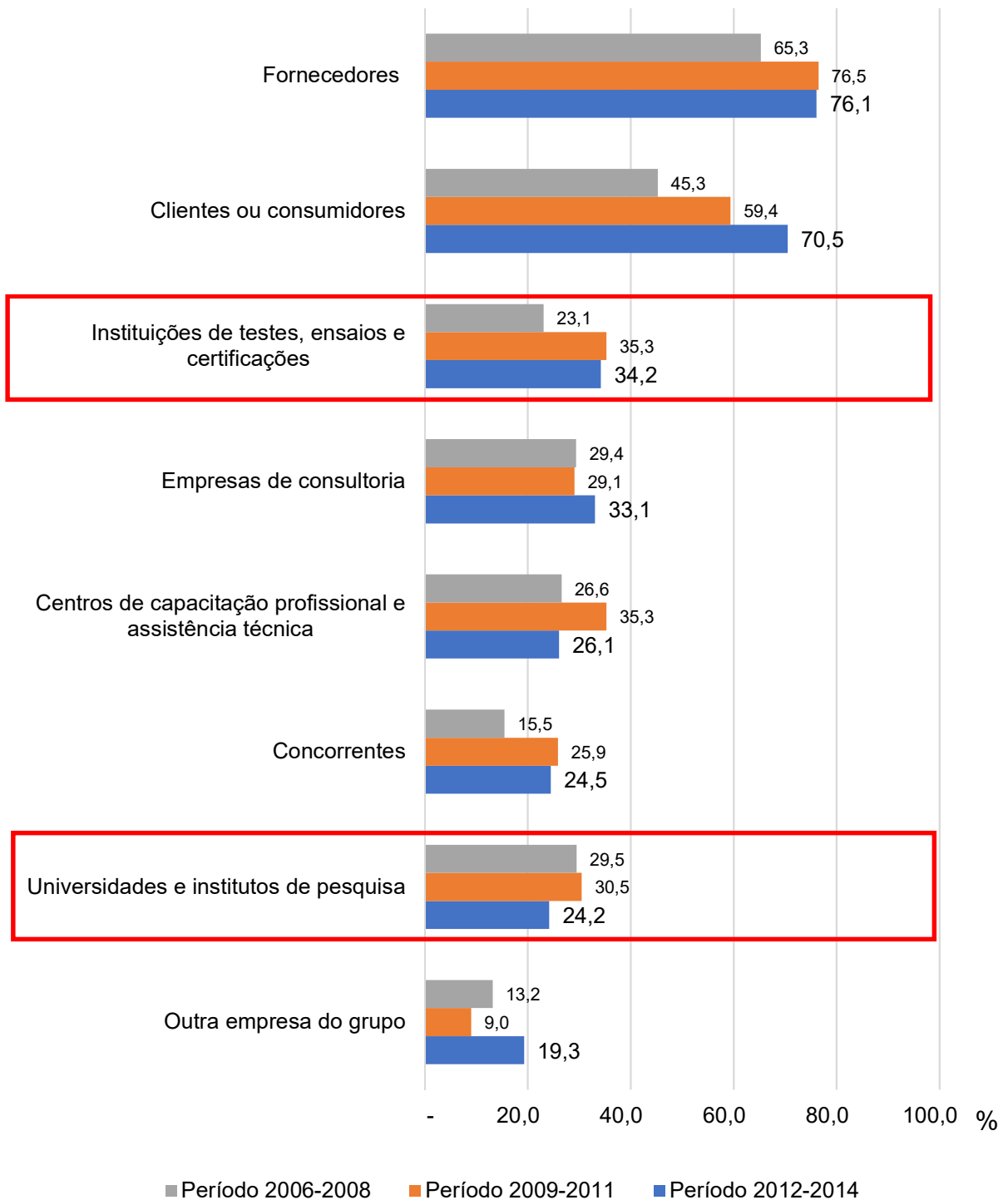
No gráfico 2 estão ordenados, por valores percentuais, a importância atribuída aos parceiros das relações de cooperação pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da indústria.

A cooperação é importante na dinâmica inovação, uma vez que as empresas podem ter dificuldades para reunir todas as competências necessárias para implementar novos produtos ou processos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016). No Gráfico 2, os indicadores também se reportam ao percentual de empresas que atribuíram importância alta ou média a cada um dos parceiros na cooperação ativa para inovar (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010, 2013, 2016).

Para os propósitos da análise da importância dos ILPPs no SNI, as “Instituições de teste, ensaios e certificações” e as “Universidade e institutos de pesquisa” são parceiros importantes para serem avaliados.

Com base nos dados do Gráfico 2, observa-se que dos oito parceiros envolvidos na cooperação para o desenvolvimento de inovação na indústria, “Instituições de teste, ensaios e certificações” foi considerada a terceira mais importante, atrás apenas de “Fornecedores” e “Clientes e Consumidores”. De outro lado, as “Universidades e institutos de pesquisa” foi considerada a sétima, atrás, até mesmo, de “Concorrentes” que é a sexta mais importante relação de parceria para cooperação.

GRÁFICO 2 - Importância atribuída aos parceiros das relações de cooperação, pelas empresas que implementaram inovações de produto ou processo no setor da indústria



Fonte: Do autor, baseado nos dados disponíveis em IBGE (2010, 2013, 2016)

A análise do Gráficos 1 e do Gráfico 2, mostra que em ambos os casos “Instituições de teste” e as “Instituições de teste, ensaios e certificações” apresentam significativa importância tanto como fonte de informação quanto como instituição parceira para o desenvolvimento de inovação na indústria. Porém, o que se observa a partir dos estudos e relatórios de referência anteriormente citados é que na maioria dos estudos e pesquisas realizados nos Sistemas Nacionais ou Regionais de Inovação essas instituições não constam nos mapeamentos realizados, ou constam superficialmente (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2009, 2010; GARNICA, 2014; JÚNIOR, 2014; MAZZUCATO; PENNA, 2016; NEGRI; SQUEFF, 2016).

Diante dessa observação surge, a necessidade de se esclarecer a representatividade deste ator no Sistema Nacional de Inovação.

2.3.2 Mapeamento dos institutos ou laboratórios privados de pesquisa

O Núcleo de Tecnologia da Qualidade e da Inovação – NTQI (grupo de pesquisa do Departamento de Engenharia de Produção da UFMG) fez um mapeamento que tenta, a partir do cruzamento de dados, uma aproximação do número de ILPP que compõem o SNI (SILVA; MACIEL; BAGNO, 2016). Nesse item reporta-se às principais informações descritas no artigo.

Para o mapeamento, os autores utilizaram duas fontes de informação: a base de dados da RAIS/2014 (Relação Anual de Informações Sociais) do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS), e as listas de laboratórios acreditados do INMETRO referentes a: Rede Brasileira de Calibração, Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio, Provedores de Ensaios de Proficiência, Produtores de Material de Referência e Organismos de Certificação de Produto.

Na base de dados RAIS/2014, foram mapeados os institutos ou laboratórios cadastrados, como o CNAE 7120100: Testes e Análises Técnicas e CNAE 7210000: Pesquisa e Desenvolvimento Experimental em Ciências Físicas e Naturais. Da RAIS 2014, foram depurados 977 registros.

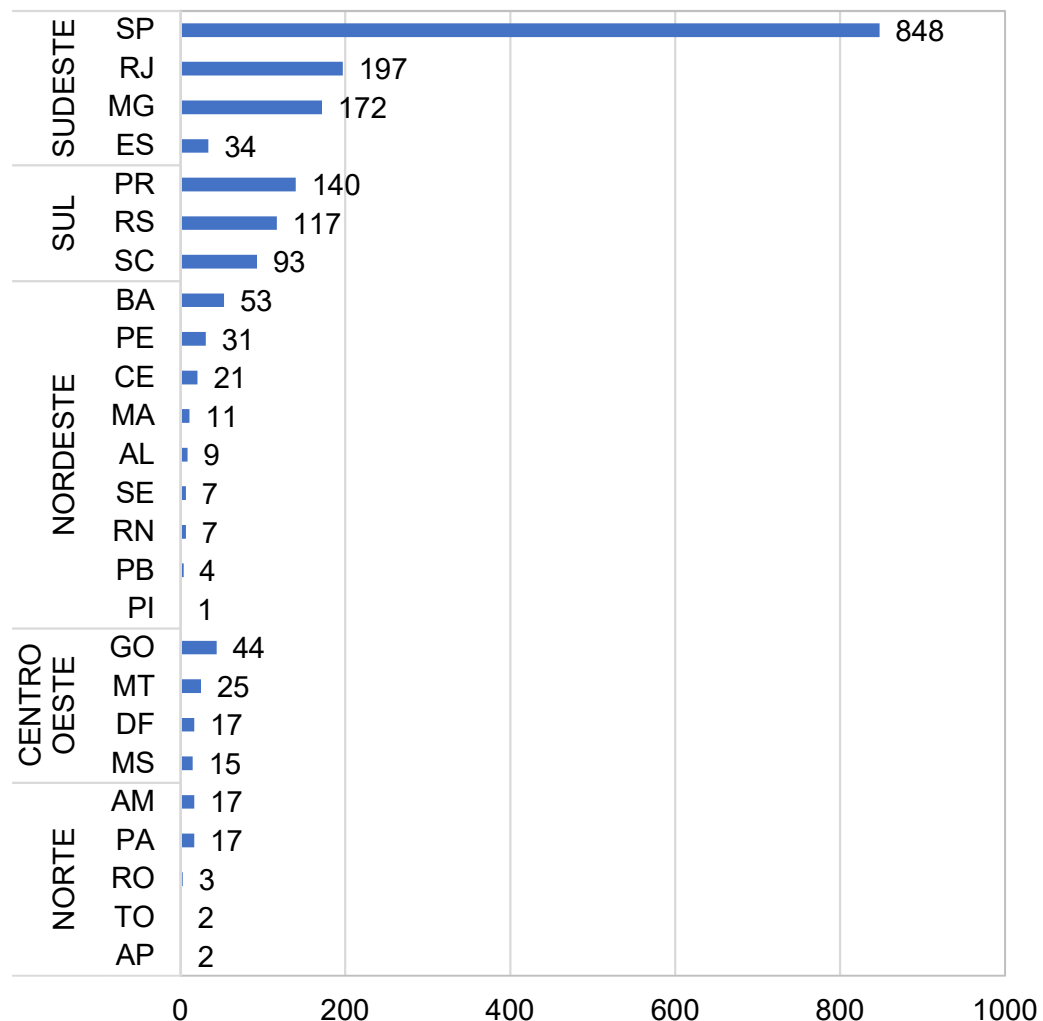
Na base de dados do INMETRO, as informações foram coletadas em 28/11/2015. Com base nos dados coletados, foi elaborada uma lista única com todos os laboratórios acreditados do INMETRO, sem repetições de dados. Foram encontrados 989 registros.

Após a retirada de duplicações e a fusão de informações, a lista final com o cruzamento dos dados da RAIS/2014 e dos laboratórios acreditados do INMETRO constou 1.887 registros.

Essas instituições constituem uma amostra representativa dos institutos de pesquisa e laboratórios de testes que podem se encaixar no conceito de ILPP definido nesse trabalho.

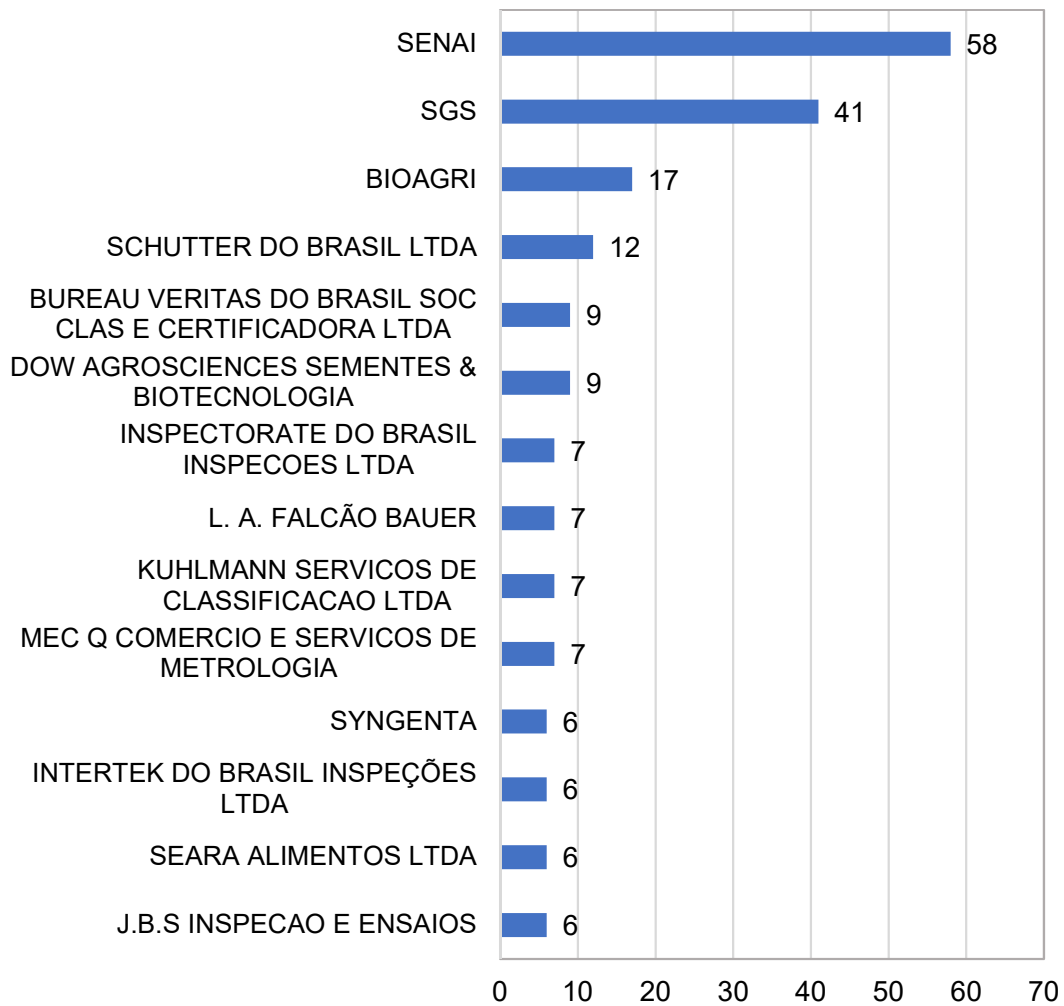
O Gráfico 3 apresenta a distribuição dos ILPPs por região e estado. É possível observar a concentração de institutos ou laboratórios na região Sudeste, notadamente em São Paulo, e a ausência de registros nos estados do Acre e Roraima, da região Norte. Este dado é compatível com o estudo organizado pelo IPEA (NEGRI; SQUEFF, 2016), que demonstra a concentração de infraestrutura de inovação e pesquisa na região Sudeste do País.

GRÁFICO 3 - Distribuição de Institutos ou laboratórios privados de pesquisa, por região e estado



Fonte: Silva, Maciel e Bagno (2016)

Quando se analisa a participação dos maiores grupos de institutos ou laboratórios, a amostra apresenta distribuição conforme o Gráfico 4, que exhibe os grupos com até seis unidades diferentes. Eles correspondem a 198 registros (10% da amostra).

GRÁFICO 4 - Maiores grupos de institutos ou laboratórios da amostra

Fonte: Silva, Maciel e Bagno (2016)

Na ótica das certificações, a Tabela 2 apresenta a quantidade de Institutos e Laboratórios Privados de Pesquisa por tipo de certificação do INMETRO.

TABELA 2 - Distribuição de certificações do INMETRO da amostra

CERTIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Sem certificação	898
RBLE Rede Brasileira De Laboratórios De Ensaio	637
RBC Rede Brasileira de Calibração	323
OCP Organismos de Certificação de Produto	72
PEP Provedores de Ensaio de Proficiência	12
PMR PRODUTORES DE MATERIAL DE REFERÊNCIA	4

Fonte: Silva, Maciel e Bagno (2016)

Apesar de apresentar dados tratados, esse estudo também apresenta limitações, por exemplo: não contempla os institutos e laboratórios que não são cadastrados com os números dos CNAES avaliados e não são certificados pelo INMETRO (como é o caso dos laboratórios que compõem a rede SENAI⁴); na base de dados do INMETRO, existem cadastros de laboratórios sem especificar se a instituição é pública ou privada (para essa análise, foram feitas buscas nos sites das instituições, podendo existir na lista final laboratórios caracterizados erroneamente); e em relação aos dados da RAIS, não existe caracterização de escopo do serviço (dessa forma, também foram buscadas informações complementares em sites das instituições, porém podem existir laboratórios caracterizados erroneamente). Em ambos os casos citados, na falta de informação, optou-se por excluir o instituto ou laboratório da lista.

Contudo, esses dados trazem informações importantes, como o fato que dos 898 Institutos e Laboratórios Privados de Pesquisa (48% do total) não apresentam nenhum tipo de certificação ou acreditação do INMETRO. Outra informação importante é que mais da metade dos institutos ou laboratórios que prestam ou podem prestar algum serviço de apoio à inovação não consta das redes do INMETRO, conforme demonstrado na Tabela 2.

Com relação ao Gráfico 3, a ausência de institutos ou laboratórios na região Norte e a concentração na região Sudeste são fato relevantes.

Em relação ao Gráfico 4, é interessante observar que grandes redes de institutos e laboratórios, como é o caso da Embrapa, não constam na lista por serem caracterizados como instituições públicas. Outro dado interessante é que entre os maiores institutos e laboratórios da amostra existem vários que são dedicados ou possuem sua origem no agronegócio, por exemplo, Bioagri, Dow Agrosiences, Syngenta, Seara e J.B.S.

Tendo em vista que os ILPP em estudo possuem um ponto de partida comum na oferta de serviços metrológicos, é importante frisar a centralidade dos modelos normativos para este tipo de atividade. Essa característica de contexto não somente molda parte dos processos organizacionais destes agentes, com também influencia a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.

Na seção **2.4**, procede-se à análise do funcionamento interno dos ILPPs, utilizando como referências os principais modelos normativos e os guias de boas práticas aplicados.

⁴ O SENAI possui uma ampla rede de laboratórios que prestam serviço para a indústria e não são cadastrados com os CNAES mapeados e muito não possuem nenhuma certificação do INMETRO, assim esses laboratórios não constam nos registros da pesquisa realizada.

2.4 Modelos normativos de gestão

Uma das características básicas dos sistemas de gestão dos laboratórios é a necessidade de seguir normas e padrões orientados para garantir a validade e a confiabilidade das informações. Assim, para analisar o Sistema de Gestão de Laboratórios ou Institutos de Pesquisa, foram utilizados quatro documentos básicos: a ABNT NBR ISO 17025:2005 “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005); o guia “*Principles of good laboratory practice*” (DEVELOPMENT. ENVIRONMENT DIRECTORATE, 1992); a norma ABNT NBR 16501:2011 “Diretrizes para sistemas de gestão da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011); e o guia de “Boas práticas para a interação ICT – Empresa” (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015). A seguir, descrevem-se as principais características de cada um dos documentos citados.

2.4.1 Norma ABNT NBR ISO 17025:2005

A norma ABNT NBR ISO 17025:2005 – Requisitos gerais para a competências de laboratórios de ensaio e calibração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) foi elaborada em substituição das normas ABNT ISO/IEC Guia 25 e a EN45001. Ela descreve os requisitos que os laboratórios de ensaio e calibração têm que atender se desejarem demonstrar que têm implementado um sistema de gestão, que são tecnicamente competentes e que são capazes de produzir resultados tecnicamente válidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

A ABNT NBR ISO 17025 usa como referência para o sistema de gestão a norma ISO 9001, sendo utilizada por laboratórios no desenvolvimento de seu sistema de gestão e na confirmação ou reconhecimento da competência. Os requisitos da norma estão divididos em duas seções: a seção 4, Requisitos da direção; e a seção 5, Requisitos técnicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

No item “Requisitos da gestão” estão especificados os requisitos para o gerenciamento do laboratório, em tópicos relativos a: organização, sistema de gestão, controle de documentos, análise crítica de pedidos, propostas e contratos, subcontratação de ensaios e calibrações, aquisição de serviços e suprimentos, atendimento ao cliente, reclamações, controle de trabalhos de ensaio e/ou calibração não-conforme, melhoria, ação corretiva, ação preventiva, controle de registros, auditorias internas e análise crítica pela direção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

No item “Requisitos técnicos” estão descritos os diversos fatores que determinam a correção e a confiabilidade dos ensaios realizados pelo laboratório: fatores humanos, acomodações e condições ambientais, métodos de ensaio e calibração e validação de métodos, equipamentos, rastreabilidade de medição, amostragem, manuseio de itens de ensaio e calibração, garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração e apresentação de resultados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

A norma ABNT NBR ISO 17025 não cobre os requisitos regulamentares e de segurança sobre a operação de laboratórios. Ela é fortemente aplicada a laboratórios de metrologia (ensaios e calibração), porém também é muito utilizada por institutos de pesquisa.

2.4.2 Guia Princípios das Boas Práticas de Laboratório

O guia *Principles of Good Laboratory Practice* (DEVELOPMENT. ENVIRONMENT DIRECTORATE, 1992) descreve os princípios de boas práticas de laboratório, desenvolvidos para promover a qualidade e a validade dos dados de teste, visando à proteção da saúde humana e do meio ambiente.

No Brasil o guia foi traduzido pelo INMETRO na norma NIT-DICLA-035 (INMETRO, 2011). Tem por objetivo estabelecer requisitos a serem utilizados pelas instalações de teste para o reconhecimento da conformidade dessas instalações aos Princípios das Boas Práticas de Laboratório (BPL), prescrevendo que:

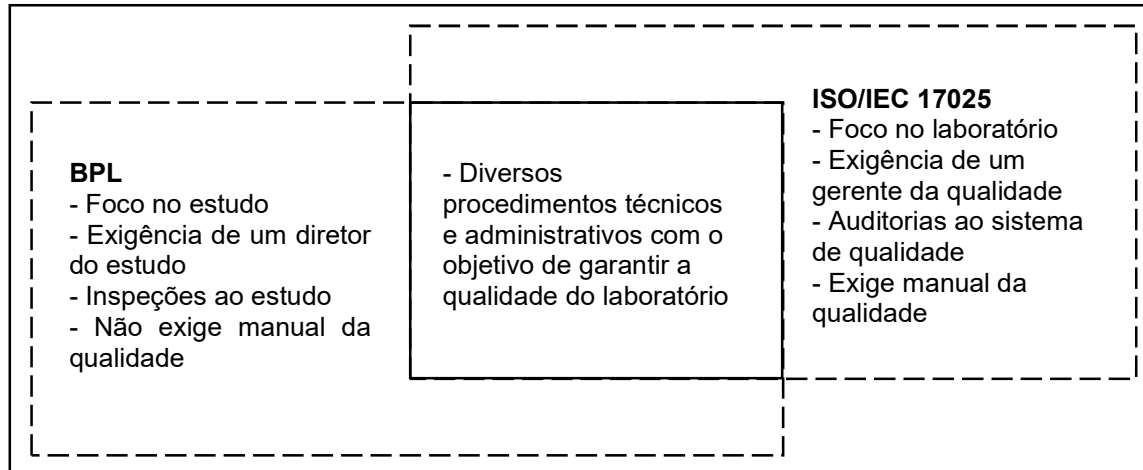
Os Princípios das Boas Práticas de Laboratório são aplicados às instalações de teste que realizam estudos exigidos por órgãos regulamentadores para o registro de produtos agrotóxicos, farmacêuticos, aditivos de alimentos e rações, cosméticos, veterinários, produtos químicos industriais, organismos geneticamente modificados – OGM, visando avaliar o risco ambiental e a saúde humana dos mesmos (INMETRO, 2011 p. 2).

Os “Princípios das Boas Práticas de Laboratório” estabelecem requisitos referentes a: organização e pessoal da instalação de teste, programa da garantia da qualidade, instalações, equipamentos, materiais e reagentes, sistema teste, substância teste e substância de referência, procedimentos operacionais padrão, execução do estudo, relatando os resultados do estudo, armazenamento e retenção de registros e materiais (INMETRO, 2011).

Olivares (2009) ao comparar a BPL e a norma ISO/IEC 17025, descreve um diagrama para demonstrar os pontos de convergência de divergência entre as normas. Na Figura 3, o autor demonstra que existem diversos procedimentos técnicos e administrativos voltados para

garantir a qualidade do laboratório que são comuns em ambos os documentos. Essas atividades podem ser caracterizadas como uma função de “atividades de gestão”.

FIGURA 3 - Representação esquemática da comparação BPL e a ISO/IEC 17025:2005



Fonte: Olivares (2009)

A análise dos documentos revela que também existem outras duas funções em destaque. A primeira é relativa a “atividades de metrologia”, que aparece em diversos requisitos de ambos os documentos. A segunda é pertinente a “atividades de relacionamento com o mercado”, mais relacionada às questões contratuais, no caso da Norma ABNT NBR ISO 17025, e mais voltada às exigências dos órgãos regulamentadores, no caso do BPL.

2.4.3 Norma ABNT NBR 16501:2011

A norma ABNT NBR 16501 - Diretrizes para sistemas de gestão da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011) estabelece diretrizes para o desenvolvimento e implementação de sistemas de gestão da PD&I. Aplica-se a qualquer organização, independentemente do porte, tipo e atividade. Conforme descrito na norma ABNT NBR 16501, ela pode ser utilizada para: “proporcionar diretrizes para organizar e gerenciar eficazmente a PD&I e promover e sistematizar as atividades da PD&I e promover a cultura da inovação na organização” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011 p. 2).

Essa norma se baseia em uma sequência de atividades que vão desde a pesquisa até seu resultado no mercado. Embora reconheça os elevados graus de variabilidade e imprevisibilidade inerentes à PD&I, a norma considera que é possível sistematizar e organizar sua realização por meio de um sistema de gestão da PD&I baseado no ciclo PDCA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

É importante destacar que não se configuram como objeto da norma as atividades de pesquisa básica tipicamente conduzidas por universidades e centros de pesquisa. Também não pretende ser usada em medidas regulatórias, relações contratuais e certificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

Na norma ABNT NBR 16501, as seções 4 a 8 descrevem o sistema de gestão da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (PD&I).

A seção 4 refere-se à estrutura do sistema de gestão da PD&I. Ou seja, orienta que a organização estabeleça, documente, implemente e melhore continuamente um sistema de gestão da PD&I. Para isso, a norma recomenda que sejam identificados os processos necessários para o sistema de gestão da PD&I, que se determine a interação entre esses processos, que sejam determinados métodos de controle dos processos, que sejam assegurados os recursos e as informações necessárias para a operação e que seja dado foco nas necessidades, expectativas e requisitos das partes interessadas. Compõem essa seção da norma os procedimentos de controle de documentos e de controle de registros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

A seção 5 estabelece a responsabilidade da alta direção. Estão descritos itens relativos a: comprometimento da alta direção com o desenvolvimento e implantação do sistema de gestão da PD&I; levantamento e análise das necessidades, expectativas e requisitos das partes interessadas; compromisso com as políticas, objetivos e planejamento de gestão da PD&I; descrição de responsabilidade, autoridade e comunicação da gestão da PD&I. Nesse item, está destacada a necessidade de um representante da alta direção e da estruturação da PD&I na forma de projeto, com equipes flexíveis, necessidades de se manter um canal disponível para apresentação de ideias; e a necessidade que a alta direção realize uma análise crítica do sistema de gestão da PD&I. Nesse item a norma descreve a necessidade de procedimento análise crítica da política de PD&I (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

A seção 6, Gestão de recursos, descreve que convém que a organização identifique os recursos internos e externos necessários à realização dos objetivos da PD&I no curto e no longo prazo e existam processos para prover, alocar, monitorar, avaliar, otimizar, manter e proteger tais recursos. Para finalizar, orienta que a organização analise periodicamente a disponibilidade e adequação dos recursos identificados, incluindo os terceirizados. Nessa seção, destacam-se: os recursos humanos nos itens relativos à gestão de pessoas e competência, conscientização e formação; a Infraestrutura para que seja adequada às

atividades de PD&I; e o ambiente de trabalho relativo a fatores físicos e humanos (segurança, ergonomia, psicológicos e ambiental). Nesse item, a norma prevê a necessidade de criar procedimento para promover a conscientização da importância da PD&I (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

A seção 7 refere-se à realização da PD&I. Compreende todas as ações relacionadas com a PD&I em suas diversas etapas, incluindo as relações internas e externas à organização. Assinalam-se itens relativos a: planejamento da realização da PD&I, seleção de oportunidades para a PD&I relativo a métodos e técnicas seleção de ideias inovadoras e os mecanismos para que as ideias selecionadas se concretizem em projetos; a promoção de um ambiente favorável a PD&I; o conhecimento necessário à realização da PD&I; aos processos relativos às aquisições necessárias para a realização da PD&I; a realização do projeto de PD&I e, por último, a avaliação, proteção e comercialização dos resultados da PD&I. Esse item da norma prevê procedimento para os processos de transferência de tecnologia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

A seção 8 medição, análise e melhoria, refere-se a: planejamento e implementação dos processos de monitoramento, medição, análise e melhoria da execução das atividades de PD&I, do sistema de gestão da PD&I, e da eficácia do sistema de gestão da PD&I. Nesse item constam os processos relativos a: auditoria interna do sistema de gestão da PD&I; controle de desvios nos resultados; análise de dados; processos de melhoria relativos à ação corretiva e ação preventiva. Nesse item da norma estão previstos procedimentos relativos à auditoria interna, a ação corretiva e ação preventiva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

Em síntese, o sistema de gestão da PD&I previsto na norma ABNT NBR 16501 é formado pelos seguintes procedimentos: controle de documentos, controle de registros, revisão da política de PD&I, ambiente de trabalho (pessoas), transferência de tecnologia, auditoria interna, ação corretiva e ação preventiva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011).

Cabe destacar que a ABNT NBR 16501:2011 está em processo de revisão e deve ser substituída pela norma ISO/AWI 50501, atualmente em processo de elaboração pelo comitê técnico ISO/TC 279 *Innovation management* (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2017).

2.4.4 Guia de boas práticas para a interação ICT – Empresa

O Guia de boas práticas para a interação ICT – Empresa (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015) é um orientador para as empresas, universidades e institutos de pesquisa públicos e privados que buscam informações sobre como prospectar, estruturar, negociar, conduzir e manter parcerias entre ICTs e empresas no Brasil (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015 p. 6).

Este Guia é dividido em cinco capítulos, o capítulo 1 trata da necessidade de colaboração e prospecção de parceiros. Aborda temas como: estratégias de negócio e estratégia tecnológica norteadoras das demandas de interação com universidades e ICTs; inovação aberta e inovação em parceria; as diferenças institucionais de universidades e ICTs públicas e privadas; as maneiras de identificar possíveis parceiros; e finaliza com indicações do contato inicial e o início da interlocução com pesquisadores e a administração da ICT (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015).

O capítulo 2 trata da avaliação das oportunidades de fomento. Descreve os principais instrumentos de apoio e a engenharia financeira de projetos de inovação. Apresenta: mecanismos de fomento à inovação, concessão de recursos humanos para PD&I, incentivos fiscais e outros instrumentos de apoio como as chamadas de projetos em áreas temáticas de interesse das fundações de ampara pesquisa (FAPs) (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015).

O capítulo 3 dedica-se ao detalhamento das boas práticas recomendadas para as fases de planejamento e de negociação da parceria ICT-Empresa. Aborda temas como: a definição de atores e interlocutores da empresa, da ICT e de fundações de apoio institucional (FAIs) e instituições de fomento/financiamento; o planejamento da parceria, a definição do escopo e do projeto, o plano de trabalho, a definição de recursos necessários para o desenvolvimento do projeto, o processo de negociação entre as partes, as etapas de aprovação de projetos de parceria, as questões de sigilo de difusão do conhecimento, a propriedade intelectual, o direito de exploração comercial e, por último, os instrumentos jurídicos aplicáveis (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015).

O Capítulo 4 trata da execução e encerramento do projeto e da manutenção dos resultados. Apresenta métricas e metodologias recomendadas para a execução e o acompanhamento de um projeto de parceria entre empresa e ICT. São abordadas questões referentes a: execução do projeto e as metodologias de gestão, acompanhamento conjunto da execução, registro de

atividades, propriedade intelectual durante o processo de execução e o sigilo das informações, e finaliza descrevendo a fase de encerramento do projeto com o relatório final e registro de lições aprendidas. (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015).

O Capítulo 5 reporta casos de parceria (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015).

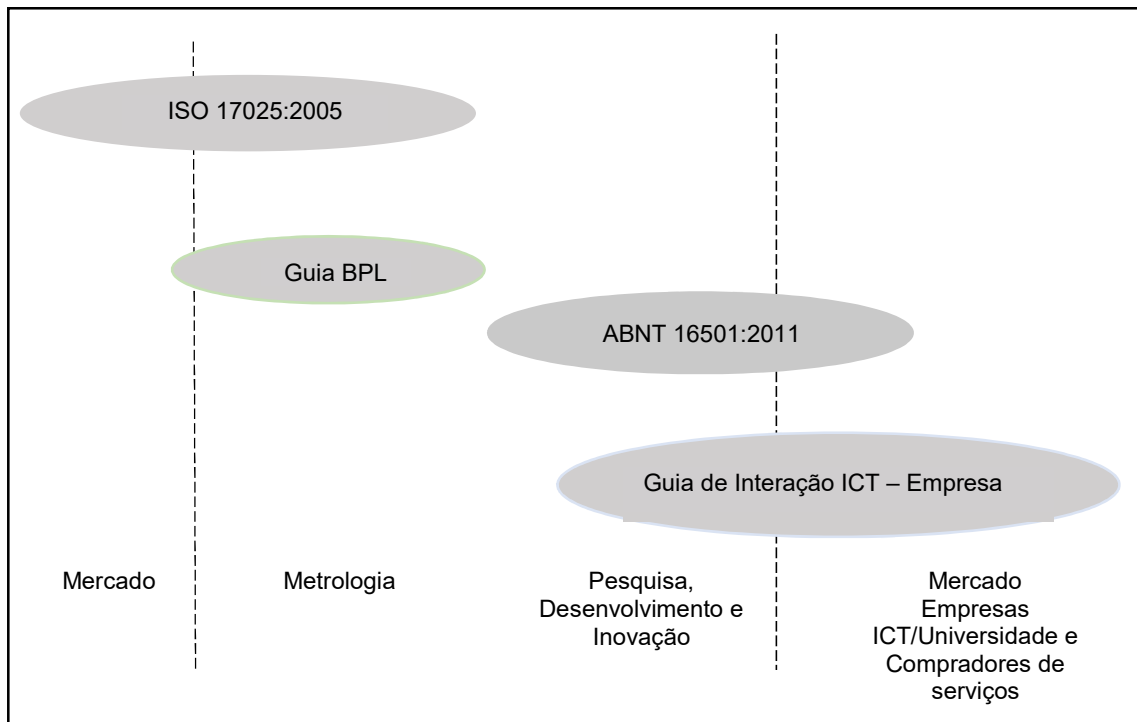
Em síntese, o Guia descreve as orientações básicas para uma empresa que deseja iniciar o processo de interação com uma ICT e os conceitos de boas práticas que podem orientar o processo de parceria (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015).

2.4.5 Comparativo do escopo dos documentos analisados

Comparando os documentos analisados, constata-se que o Guia BPL (INMETRO, 2011) tem como foco os requisitos a serem utilizados pelas instalações de teste para o reconhecimento da conformidade por órgãos reguladores, a ISO 17025 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) seu objetivo é especificar os requisitos para que um laboratório possa demonstrar competência em realizar ensaios ou calibrações, incluindo amostragem. Dessa forma, a norma e o guia descrevem requisitos técnicos e de gestão para a realização das atividades de laboratório e atendimento às demandas contratuais e de órgãos reguladores.

A norma ABNT 16501 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011) tem por objetivo estabelecer diretrizes para o desenvolvimento e implementação de sistemas de gestão da PD&I. A norma se baseia em uma sequência de atividades que vão desde a pesquisa até seu resultado no mercado. Já o Guia de boas práticas para a interação ICT – Empresa (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS, 2015) é um instrumento orientador para as empresas, universidades e ICTs, instituições de apoio e fomento e profissionais sobre como prospectar, estruturar, negociar, conduzir e manter parcerias entre ICTs e empresas.

Como um ILPP pode desenvolver atividades tanto de metrologia quanto de pesquisa e desenvolvimento, assim a Figura 4 descreve, de forma esquemática, a aplicação de cada um dos documentos ao sistema de gestão de um instituto ou laboratório.

FIGURA 4 - Diagrama comparativo do escopo dos documentos analisados

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme demonstrado na Figura 4 os documentos analisados apontam para duas funções diferentes que os ILPPs podem assumir como agentes do SNI. De um lado, esses documentos descrevem requisitos e diretrizes mais orientados para os institutos ou laboratórios dedicados à prestação de serviço de metrologia e avaliação da conformidade, a norma ISO 17025 apresenta mais requisitos relativos à relação com o mercado do que o Guia BPL que concentra os requisitos em atividades de metrologia. De outro lado, descrevem diretrizes e práticas orientadas para institutos ou laboratórios que desenvolvem atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, o Guia de Interação ICT-Empresa descreve atividades e práticas mais orientadas à relação com o mercado, já na norma ABNT 16501 os requisitos são mais orientados à pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Outro ponto interessante a ser observado na Figura 4 é que falta um documento que descreva práticas ou atividades que integre as funções de metrologia e PD&I. Considerando que a metrologia é inerente ao processo de inovação, como defendido por Albertazzi; Souza (2008a) e Grando (2005), a análise dos documentos demonstra que existem funções que são comuns e integram as atividades tanto de metrologia quanto de PD&I. A primeira função que se destaca refere-se à Gestão Laboratorial que está presente em todos os documentos analisados. A segunda função, também presente em todos os documentos, refere-se a

Relacionamento com o Mercado. A terceira função é relativa a Atividades de Metrologia. A quarta função refere-se a atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

Uma vez definidas as funções básicas que caracterizam o Sistema de Gestão dos ILPPs, compreender o processo de acumulação de capacidades tecnológicas é o próximo passo deste trabalho de pesquisa. Nesse sentido, procede-se no item **2.5** a revisão teórica do tema “capacidade tecnológica”.

2.5 Capacidade tecnológica

Em 1959, Edith Penrose iniciou uma importante investigação sobre a teoria geral do crescimento das firmas⁵, a autora descreve a firma como um reservatório de recursos, cuja utilização é realizada por meio de um arcabouço administrativo, em que o crescimento é essencialmente um processo evolucionário e baseado no incremento cumulativo do saber coletivo dentro da firma (PENROSE, 2006).

A partir de um estudo inicial de Penrose, o termo *capacidades* conviveu com várias interpretações, vertentes e traduções, muitas vezes, aparecendo como “competências”, “capacitações”, “habilidades”, “aptidão” dentre outros, conforme o contexto de estudo, o foco e o nível de análise. Uma breve incursão em alguns destes usos será feita aqui neste trabalho, sem o objetivo de identificar as diferentes vertentes ou adentrar em suas distinções mais precisas. No final, o estudo faz uma opção por apoiar-se mais diretamente no conceito de capacidades tecnológicas desenvolvido por Figueiredo (2015), dada sua perspectiva voltada à trajetória percorrida por uma organização e sua adaptação ao contexto organizacional típico de países.

Na busca de compreender o processo de crescimento da firma, Nelson e Winter (2005) propõem uma teoria evolucionária das capacidades e comportamento das empresas que operam em um ambiente de mercado. Nessa teoria a noção de rotina é central, uma vez que estaria na base do comportamento das organizações. Para os autores as empresas estabelecem suas estratégias com base nos resultados de mercado ao longo do tempo e quando percebem que a estratégia adotada, ou sua operacionalização, já não permitem defrontar-se com as condições de mercado, empreendem um processo de busca de novas

⁵ O livro *The Theory of the Growth of the Firm* foi publicado, pela primeira vez, em 1959 pela *Oxford University Press*. No Brasil, a tradução do texto foi publicado em 2006, pela Editora da Unicampi.

rotinas. Esse processo evolucionário gera *habilidades* que é entendida como capacidade da organização de ter uma sequência regular de comportamento coordenado.

O termo *competência tecnológica* é utilizado por Nelson (2006) como capacidade de capturar alguns aspectos dos processos de avanço tecnológico. Para o autor o avanço tecnológico cumulativo é importante porque induz o crescimento da produtividade. Por outro lado, o avanço tecnológico da produção depende da mistura dos conhecimentos públicos e privados.

Teece; Pisano e Shuen (1997), ao analisarem as estratégias organizacionais, percebem que as empresas com sistemas e estruturas superiores são lucrativas não porque se envolvem em investimentos estratégicos que podem impedir a entrada e elevar os preços acima dos custos de longo prazo, mas porque têm custos significativamente mais baixos ou oferecem uma qualidade ou um desempenho de produto significativamente mais elevado. Para os autores, o aprendizado e a acumulação de capacidades dinâmicas são contribuições importantes para a estratégia.

Para os autores o termo *dinâmico* refere-se à capacidade de renovar as competências, de forma a alcançar a congruência com o ambiente empresarial em mutação. O termo *capacidades* enfatiza o papel-chave da gestão estratégica na adequação, adaptação, integração e reconfiguração de capacidades organizacionais internas e externas, recursos e competências funcionais para atender às necessidades de um ambiente em mudança. Por *capacidades dinâmicas* entende-se é capacidade da empresa de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para lidar com ambientes em rápida mutação. Assim, as capacidades dinâmicas, refletem a capacidade de uma organização alcançar novas e inovadoras formas de vantagem competitiva frente ao mercado (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

Lawson e Samson (2001) propõem que a gestão da inovação pode ser vista como uma forma de capacidade organizacional. Os autores, a partir da revisão da literatura sobre gestão da inovação e de um estudo de caso da Cisco Systems, desenvolveram um modelo conceitual da empresa como um mecanismo de inovação, o qual sugere um investimento substancial na capacidade de inovação como o principal motor para a criação de riqueza, em vez da posse de ativos físicos. Para os autores, a capacidade de inovação é proposta como um recurso de integração de ordem superior, ou seja, a habilidade de moldar e gerenciar várias capacidades.

A capacidade é composta por práticas e processos de reforço dentro da empresa. Estes processos são um mecanismo chave para estimular, medir e reforçar a inovação. Com base na literatura de capacidades dinâmicas, uma construção de "capacidade de inovação" é

proposta com sete elementos: visão e estratégia, aproveitamento da base de competências, inteligência organizacional, criatividade e gestão de ideias, estrutura e sistemas organizacionais, cultura e clima e gestão da tecnologia que compõem o modelo holístico de capacidade de inovação (LAWSON; SAMSON, 2001)

Fleury, Fleury e Borini (2013) desenvolveram uma pesquisa com 61 multinacionais brasileiras, com o objetivo de identificar por que empresas nascidas em um país onde o ambiente não favorece o tipo de inovação científica inovadora estimulada em outros países estariam crescendo cada vez mais nos mercados internacionais, onde a inovação é um componente intrínseco da competitividade. Os autores partem do princípio de que o processo de internacionalização depende da capacidade inovadora da empresa. Por sua vez, as capacidades inovadoras são derivadas de competências essenciais e a formação de competências em nível da empresa é influenciada pelas características do ambiente nacional.

A partir dessa observação, os autores partiram do conceito de capacidade inovadora de Lawson e Sampson (2001) e agregaram a visão de capacidades dinâmicas proposto por Teece et al. (1997). Fleury, Fleury e Borini (2013) definem capacidade inovadora como uma capacidade dinâmica; ou seja, a capacidade de tomar e gerenciar múltiplas competências organizacionais e recursos, visando à criação de estratégias de inovação (FLEURY; FLEURY; BORINI, 2013).

Lall (1992) utiliza o termo *capacidade tecnológica* para avaliar a natureza da atividade tecnológica de países em desenvolvimento⁶, com base na ideia de nível de capacidade tecnológica. Para o autor, conhecimento tecnológico não é compartilhado igualmente entre as empresas nem é facilmente imitado ou transferido entre empresas. Destaca que a transferência de tecnologia requer aprendizagem, porque as tecnologias são tácitas e seus princípios subjacentes não são sempre claramente compreendidos. Assim, o domínio de uma nova tecnologia requer habilidades, esforço e investimento pela empresa receptora.

Segundo o autor, o desenvolvimento do nível de capacidades tecnológicas da firma é o resultado dos investimentos que ela realiza em resposta a estímulos externos e internos e em interação com outros agentes econômicos, privados e públicos, locais e estrangeiros (LALL, 1992).

⁶ Oito países em desenvolvimento foram analisados: quatro do Leste Asiático (Coreia do Sul, Taiwan, Hong Kong e Singapura), dois latino-americanos de economias industriais (Brasil e México), a Índia, a Tailândia.

Nesse contexto, a inovação envolve um conjunto de atividades as quais variam de cópia, imitação, experimentação, adaptação, engenharia de desenvolvimento até às atividades formais de P&D. Kim (2005) descreve a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia em uma trajetória que parte da imitação até à inovação. O autor expõe a trajetória das indústrias automobilísticas, de produtos eletrônicos, de semicondutores e das pequenas empresas. Descreve o termo *aptidão tecnológica* como sendo a capacidade de fazer uso efetivo do conhecimento tecnológico nas tentativas de assimilar, adaptar e mudar tecnologias vigentes. Para o autor *aptidão tecnológica* inclui as aptidões necessárias para garantir uma operação eficiente dentro de parâmetros da tecnologia e a capacidade de consertar e manter em funcionamento os bens de capital ou instalações da produção, assim como as aptidões necessárias para adequar e melhorar a tecnologia de produção para aumentar a produtividade.

O termo *capacidades tecnológicas inovadoras* foi utilizado por Ariffin e Figueiredo (2006) ao examinarem a extensão a que empresas da indústria eletrônica na Malásia e no Brasil⁷ desenvolveram em níveis significativos de capacidades tecnológicas inovadoras. Os autores definem “capacidades tecnológicas inovadoras” como sendo a “capacidade de criar, alterar ou melhorar produtos, processos e organização ou equipamento de produção”. Para os autores, essa capacidade pode ser descrita como capacidade geradora de mudanças, consistindo em habilidades tecnológicas, conhecimento, experiências e arranjos organizacionais.

2.5.1 Construção de capacidades tecnológicas inovadoras

Estudos realizados em países industrializados (Reino Unido, Estados Unidos, Japão e Alemanha, entre outros) descrevem capacidades tecnológicas inovadoras de empresas que já operam na fronteira tecnológica. Dessa forma, a preocupação dessas empresas é como gerir, explorar, renovar e ampliar a fronteira tecnológica internacional (FIGUEIREDO, 2015)

Diferentemente, nos países em desenvolvimento a grande maioria das empresas ainda necessita construir as capacidades tecnológicas inovadoras. Daí a importância do processo de acumulação de capacidades tecnológicas para que as empresas possam competir globalmente. (FIGUEIREDO, 2015)

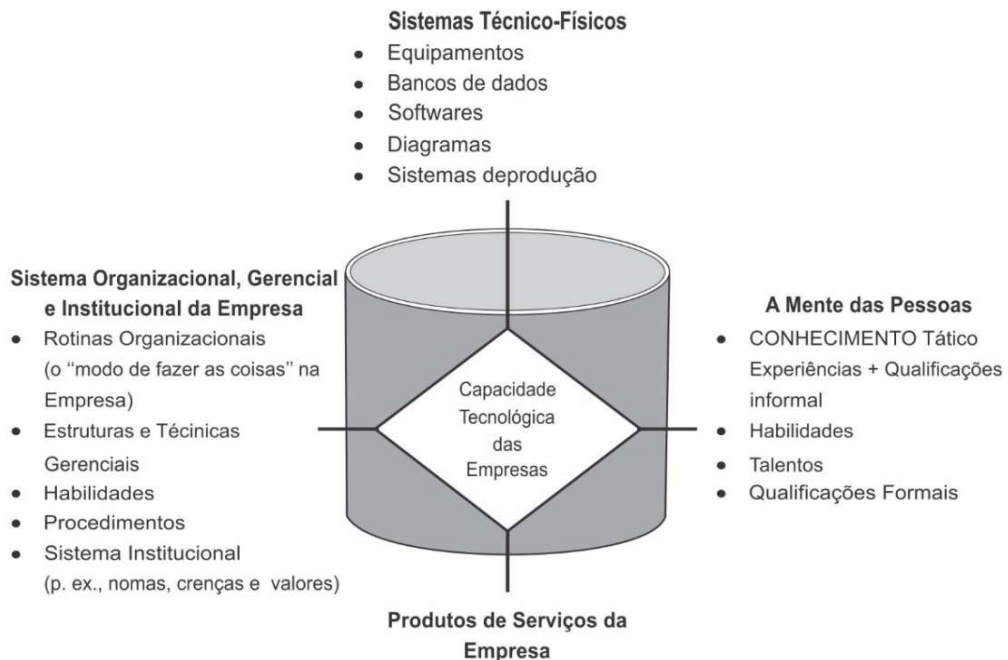
⁷ O estudo baseia-se na evidência empírica de 82 empresas do ramo de eletrônico: 53 na Malásia (Penang e Klang Valley) e 29 no Brasil (Manaus).

Figueiredo (2015) observa que as empresas não acumulam capacidades de maneira uniforme para funções tecnológicas distintas. Observa, também, que a velocidade de acumulação de capacidades não é constante. Ou seja, empresas podem desacelerar o processo de acumulação, assim como podem permanecer estagnadas por um longo período em um mesmo estágio ou nível de capacidade tecnológica.

No escopo deste trabalho, utiliza-se o conceito de capacidade tecnológica proposto por Figueiredo que descreve que “capacidade tecnológica é um estoque de recursos, a base de saber tecnológico, que se armazena em pelo menos quatro componentes” (FIGUEIREDO, 2015, p. 15)

A Figura 5 apresenta os componentes nos quais reside a capacidade tecnológica, conforme descrito pelo autor. Assim, a capacidade tecnológica também é descrita pelo autor como: “capacidade das empresas para criar, adaptar, gerir e gerar esses quatro componentes e a interação entre eles” (FIGUEIREDO, 2015, p. 16).

FIGURA 5 - Componentes nos quais reside a capacidade tecnológica



Fonte: Figueiredo (2015, p. 16)

As capacidades tecnológicas podem ser incorporadas nos sistemas técnico-físicos (capital físico), que acumulam e incorporam os sistemas físicos que as pessoas constroem, tais como, fábricas, máquinas, softwares e base de dados, entre outros. (FIGUEIREDO, 2015)

Os sistemas organizacionais e gerenciais (capital organizacional) incorporam capacidades tecnológicas no tecido ou sistema organizacional da empresa. Envolve rotinas organizacionais, procedimentos, normas e processos administrativos. O autor destaca que as rotinas organizacionais são “os hábitos e a maneira que uma organização encontra de realizar suas atividades da forma que considera mais confiável possível, ou seja, são as habilidades de uma organização” (FIGUEIREDO, 2015 p. 15).

Na mente das pessoas (capital humano), a capacidade tecnológica é incorporada na força de trabalho da empresa (engenheiros, gerentes, técnicos e operadores). Explica o autor:

Tal dimensão da capacidade tecnológica é expressa por meio de sua educação formal e aprendizagem, mas, principalmente, da experiência acumulada, habilidades, destreza e talentos acumulados, com outras palavras, os elementos-chave de seu conhecimento tácito (FIGUEIREDO, 2015, p. 16).

Para o autor, outra parte das capacidades tecnológicas da empresa está incorporada nos produtos e serviços que ela desenhada, desenvolve, fabrica, fornece e comercializa. Os produtos e serviços expressam parte da capacidade tecnológica da empresa gerada com base nos sistemas técnico-físicos, pessoas e sistema organizacional da empresa.

De forma geral, a capacidade tecnológica deriva de mecanismos de aprendizagem tecnológica, que é um processo que capta diversos tipos de conhecimentos a partir de fontes externas e internas à empresa, para transforma-lo em capacidades tecnológicas (FIGUEIREDO, 2015).

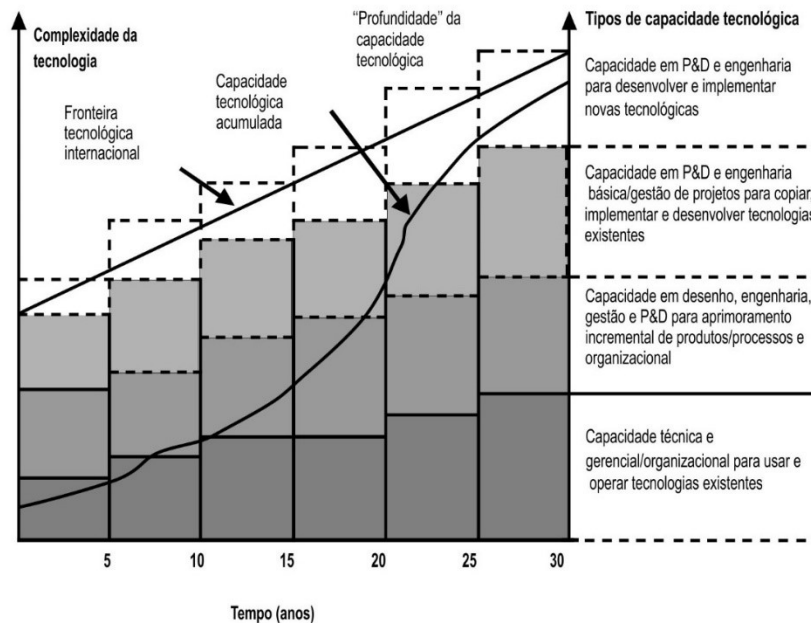
O mesmo conceito pode ser aplicado em organizações e na análise de atividades não tecnológicas mostram os estudos realizado por Souza e Figueiredo (2013) que desenvolveram uma pesquisa das capacidades não tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem da Petrobras no período de 1957-2007. Por esse estudo foram analisadas as funções: Gestão de operações financeiras, Gestão de captações de financiamento e Gestão do caixa. Como o processo de acumulação de capacidades é similar, não será feito nesse trabalho de pesquisa distinção de capacidades tecnológicas e não tecnológicas.

2.5.2 Métricas de avaliação da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas

Para compreender o processo de acumulação de capacidades tecnológicas, Figueiredo (2015) propõe um modelo chamado de “escada tecnológica”. Nessa estrutura, o autor faz uma distinção entre Capacidades de Produção, “para operar ou usar tecnologias e sistemas de produção existentes” e as Capacidades de Inovação, “capacidades para mudar, inovar tecnologias e sistemas de produção existentes”. Essas capacidades foram divididas em seis níveis de avaliação, sendo os Níveis 1 e 2 para as Capacidades de Produção e os Níveis 3 a 6 para as Capacidades de Inovação. No Nível 1 está a Capacidade de Produção Básica, utilizada para executar as rotinas da empresa, e no Nível 6 está a fronteira internacional de inovação.

Conforme demonstrado na Figura 6, a reta no topo representa a fronteira internacional de inovação. Figueiredo (2015) destaca que essa reta está em constante movimentação, uma vez que países que lideram a fronteira tecnológica fazem esforços incessantes e diários em pesquisa e desenvolvimento para garantir a liderança industrial, econômica e política. O eixo vertical da figura refere-se aos tipos e aos níveis de capacidade tecnológica e no eixo horizontal ao tempo em anos.

FIGURA 6 - Modelo ilustrativo de trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em empresas de economias emergentes



Fonte: Figueiredo (2015, p. 41)

A curva ascendente ilustra a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da empresa. Observa-se que a curva se inicia quando a empresa já acumula alguma capacidade tecnológica. Ou seja, a empresa identifica uma brecha tecnológica que propicia a entrada no mercado. Ao longo do tempo, a empresa vai acumulando capacidades tecnológicas. O autor destaca que a aproximação da fronteira tecnológica internacional é uma opção estratégica de cada empresa (FIGUEIREDO, 2015).

2.5.3 Exemplos de aplicação

No Brasil, a análise do processo de acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras tem sido utilizada para avaliar o desenvolvimento de empresas de vários setores no contexto típico de países em desenvolvimento.

Em relação às organizações de serviços intensivas em conhecimento, foi feito um trabalho de pesquisa que examinou os níveis de capacidades tecnológicas de 18 institutos de pesquisa ligados à tecnologia da informação e comunicação (TIC) no Brasil (FIGUEIREDO, 2006). Foram definidas métricas para avaliar o processo de acumulação de capacidades tecnológicas de quatro funções desses institutos de pesquisa. São elas: Engenharia de *Software*, Gestão de projetos, Produtos e soluções e Ferramentas e processos.

A métrica utilizada para mensuração de capacidade tecnológica neste estudo baseou-se na taxionomia desenvolvida em Figueiredo (2003), na qual a capacidade tecnológica é medida a partir de atividades técnico-organizacionais que as organizações são capazes de realizar, de maneira independente. Foram definidos seis níveis de capacidades tecnológicas, sendo dois níveis referentes à capacidade tecnológica de rotina e quatro níveis de capacidades tecnológicas inovadoras (FIGUEIREDO, 2006).

O quadro 1 apresenta métrica para avaliar capacidades tecnológicas proposto por Figueiredo (2006).

QUADRO 1 - Métrica para avaliar capacidades tecnológicas em organizações de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) em economias em desenvolvimento

(Continua)

Níveis de capacidades tecnológicas	Atividades de engenharia e gestão de projetos		Produtos e soluções	Ferramentas e processos
	Engenharia de software	Gestão de projetos		
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DE ROTINA				
Nível 1 Básico	Ferramentas básicas e tecnologias preexistentes de desenvolvimento de software. Práticas de gestão incipientes. Ambiente instável para o desenvolvimento de software e atividades de P&D correlacionadas.	Práticas internas de gestão de projetos informais e intermitentes. Imprevisibilidade de prazos, orçamentos, funcionalidade e qualidade do produto. Gestão de projetos realizada pelos clientes.	Replicação de especificações determinadas pelos clientes. Pequenas adaptações de tecnologias já existentes.	Uso de ferramentas básicas de engenharia de software. Processos operacionais não formalizados. Técnicas de controle de qualidade incipientes.
Nível 2 Extrabásico	Utilização e adaptação de tecnologias desenvolvidas por terceiros. Formalização das práticas básicas de engenharia de software.	Gestão de projetos realizada informalmente, com base nas práticas dos clientes. Padronização das fases básicas de um projeto (ex: planejamento, testes e desenvolvimento). Gestão de projetos abrangendo fornecedores e subcontratados.	Atividades de reengenharia e cópia. Novas aplicações para tecnologias e produtos, visando ao atendimento das necessidades pontuais da empresa-cliente.	Estruturação dos processos operacionais. Controle de documentos operacionais e gerenciais. Controle de instruções técnicas para projetos. Uso de canais de comunicação em redes compartilhadas.
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS INOVADORAS				
Nível 3 Inovativo Básico	Processos de desenvolvimento de software estruturados e padronizados. Interação com clientes e parceiros para desenvolvimento de novas tecnologias. Integração das ferramentas do instituto com as utilizadas por clientes e parceiros. Complementaridade das atividades de P&D para viabilizar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras.	Planejamento e coordenação formal de projetos simples. Capacidade de gestão de projetos baseada na performance de projetos anteriores. Capacidade de identificação dos riscos dos projetos. Sistemas de controle de documentação de projetos. Capacitação de gerentes de projeto.	Processo de identificação das necessidades da empresa-cliente. Desenvolvimento de produtos e soluções para solucionar problemas específicos. Análise, definição e especificação de requisitos.	Sistemas institucionais para integração de informações e dados (ex: base de projetos). Padronização do processo de desenvolvimento de software. Capacitação em metodologias de gestão de processos. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM2.

QUADRO 1 - Métrica para avaliar capacidades tecnológicas em organizações de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) em economias em desenvolvimento

(Conclusão)

Nível 4 Intermediário	Integração das ferramentas do instituto com as utilizadas por clientes e parceiros. Complementaridade das atividades de P&D para viabilizar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras.	Gestão de projetos complexos, envolvendo áreas de especialização tecnológica complementares. Interação contínua entre gerentes de projeto do instituto e gerentes de projeto dos clientes. Documentação formal das fases do projeto em base de dados.	Tecnologias inovadoras visando ao mercado em potencial. Soluções complexas a partir da integração de áreas de especialização (ex: óptica, Java, reconhecimento de voz).	Criação de novas unidades organizacionais. Fortalecimento das práticas de gestão de projetos. Gestão estratégica da qualidade; obtenção de certificações internacionais (ISO, PMP-PMI). Processos baseados em e controlados por web intranet. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM3.
Nível 5 Intermediários Superior	Equipes multidisciplinares, rotativas, de alta especialização tecnológica. Soluções inovadoras em engenharia de software e novas tecnologias a partir de insights próprios. Desenvolvimento de software em conjunto com centros globais.	Formalização da gestão de risco. Avaliação de performance em projetos por meio de métricas quantitativas.	Interação com o mercado global. Desenvolvimento de produtos e soluções em tecnologias de última geração (ex: TV digital, PDAs, integração, telefonia celular – CDMA, TDMA, GSM, iDEN).	Transformação (reengenharia) dos processos críticos do instituto. Ferramentas avançadas de gestão de processos. Normas e padrões de projetos próprios (ex: Proscs). Execução de projetos envolvendo gestão de processos globais e simultâneos. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações CMM4.
Nível 6 Avançado	Centro de P&D de excelência mundial no desenvolvimento de novas tecnologias (ex: games, grid computing, messaging, iDEN).	Gestão de projetos de classe mundial. Gerência de equipes fisicamente distantes. Capacidade proativa de reconhecer fraquezas. Prevenção da ocorrência de falhas em processos e de defeitos em produtos.	Desenvolvimento de produtos e soluções de alta complexidade, com grande capacidade de personalização e adaptação para atender a necessidades ainda não identificadas via P&D (ex: grid computing, convergência, software zero defeito). Geração de spin-offs em decorrência da elevada especialização tecnológica.	Aprimoramento contínuo dos processos e sistemas operacionais, tanto a partir de avanços incrementais nos processos existentes quanto a partir de novos métodos e tecnologias. Práticas operacionais orientadas por pré-requisitos e especificações

Fonte: Figueiredo (2006)

Outros estudos para analisar o processo de acumulação de capacidades tecnológicas foram desenvolvidos em diferentes setores da indústria nacional.

O quadro 2 apresenta publicações de análises do processo de acumulação de capacidades tecnológicas.

QUADRO 2 – Levantamento de publicações de análises de setores da indústria

Setor	Publicações
Serviços Intensivos em Conhecimento	(FIGUEIREDO, 2006)
Telecomunicações	(BELLINGHINI; FIGUEIREDO, 2006) (BELLINGHINI, 2003)
Empresa de Bens de Capital	(TACLA; FIGUEIREDO, 2003) (FROHARD, 2009)
Indústria Metalmeccânica	(CASTRO; FIGUEIREDO, 2005) (FIGUEIREDO, 1999)
Energia Elétrica	(ROSAL; FIGUEIREDO, 2006)
Turismo	(CAVALCANTI PAULO N., 2006)
Organizações não governamentais	(ASSUMPÇÃO; FIGUEIREDO, 2006a) (ASSUMPÇÃO; FIGUEIREDO, 2006b)
Petróleo	(SOUZA; FIGUEIREDO, 2013)
Farmacêutico	(TORRES, 2015)
Papel e Celulose	(FIGUEIREDO; PINHEIRO, 2016) (FROHARD, 2009)
Financeiro	(ROCHA, 2009)
Caprinocultura	(HORA, 2010)
Softwares	(JÚNIOR, 2013)
Químico	(FONSECA; FIGUEIREDO, 2014)
Automotivo	(BAGNO; CHENG, 2008)

Fonte: Elaborado pelo autor

Como demonstrado no quadro, há uma vasta aplicação do processo de análise em diferentes setores econômicos o que evidencia a aplicabilidade do método em diferentes perfis de instituições.

2.6 Considerações preliminares

Na análise da revisão, um dos pontos que chama a atenção é que a metrologia exerce um papel fundamental para o desenvolvimento de inovação. Porém, ao analisar os estudos relativos ao mapeamento do SNI, constata-se que os laboratórios de metrologia e os institutos privados de pesquisa não são considerados como atores do sistema ou são considerados de forma superficial.

De outro lado, analisando as três últimas publicações da pesquisa PINTEC, observa-se que as instituições de testes e ensaios são consideradas mais importantes que as universidades e as ICTs tanto como fonte de informação quanto como instituição parceira para realizar inovação nos setores industriais. Ao pesquisar a quantidade de institutos ou laboratórios que poderiam se caracterizar com ILPP, observou-se que o número de instituições é muito relevante se comparado ao de instituições que compõem os atores dos mapeamentos do SNI.

Ao analisar os principais documentos que são aplicados à gestão de laboratórios ou institutos de pesquisa, verificou-se que existem quatro funções que são comuns e integram as atividades tanto de metrologia quanto de PD&I. Essas funções são: Atividades de gestão, Relacionamento com o mercado, Atividades de metrologia e Pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Com base na análise das bibliografias utilizadas nesta seção, verifica-se que o conceito de acumulação de capacidade tecnológicas proposto por Figueiredo (2015) pode ser aplicado à descrição do processo de aprendizagem de Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa (ILPP) na evolução e transição dos níveis de oferta de serviços de metrologia para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio à inovação da indústria. Nesse sentido, a descrição de níveis de capacidade tecnológicas pode ser uma ferramenta útil para demonstrar a trajetória de evolução do objeto em análise.

Outro fato de destaque que chama a atenção é a vasta aplicação do conceito em diferentes setores econômicos, o que demonstra a aplicabilidade do conceito em diferentes perfis de instituições.

3. METODOLOGIA

Nesta seção descreve-se a estratégia metodológica aplicada e as etapas do método de pesquisa.

3.1 Contexto da pesquisa

Esta pesquisa originou-se do interesse em caracterizar o processo de acumulação de capacidades tecnológicas de um Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa (ILPP) na evolução e transição dos níveis de oferta de serviços de metrologia para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e o apoio à inovação da indústria.

Como se trata de uma análise histórica de um fenômeno social, o estudo de caso se apresentou como estratégia adequada de pesquisa, como ensinam Voss; Tsiriktsis; Frohlich (2002). Para os autores, o estudo de caso é uma forma de pesquisa conduzida a partir da história de um fenômeno, passado ou atual.

Outra característica importante do estudo de caso é que ele permite ao investigador compreender fenômenos sociais complexo, tais como, ciclo de vida individuais, processos organizacionais e administrativos e mudanças ocorridas em regiões urbanas. Ou seja, permite uma investigação capaz de preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real (YIN, 2001).

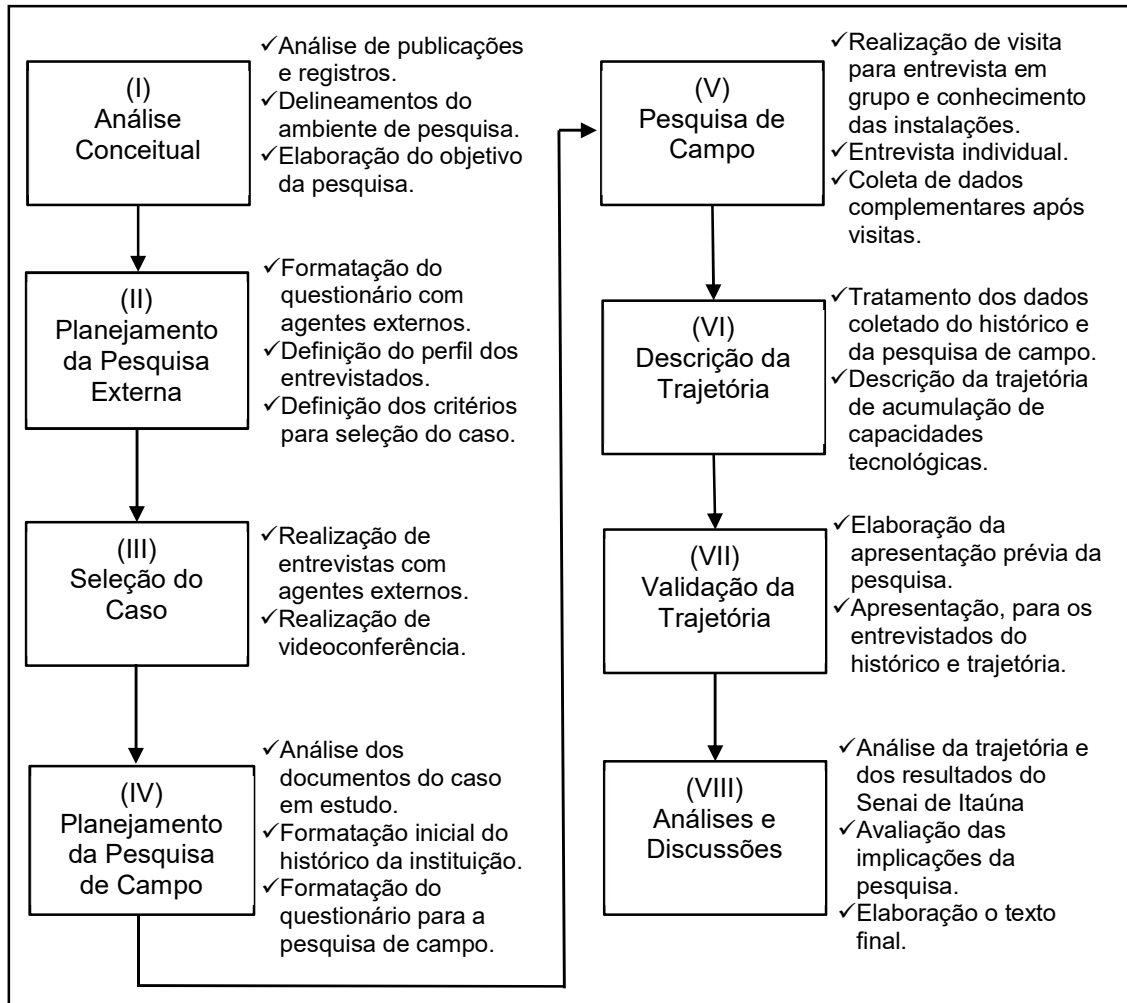
3.2 Método de pesquisa

Para os efeitos deste trabalho, a estratégia de pesquisa adotada foi um estudo de caso exploratório, que, segundo Yin (2001), é uma espécie de estudo-piloto que pode ser feito para testar as perguntas norteadoras do projeto, as hipóteses e, principalmente, os instrumentos e procedimentos. Para realizar o planejamento e o sequenciamento das ações, o método de pesquisa foi dividido em oito etapas, conforme apresentado na Figura 7.

(I) Análise Conceitual

Na etapa de Análise Conceitual executaram-se levantamentos bibliográficos, para a análise do contexto e a descrição dos objetivos da pesquisa. Foi possível definir os conceitos que delineiam o escopo da pesquisa, as funções organizacionais e o método de análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.

Explorou-se publicações (livros, artigos teses e dissertações), normas, leis, manuais, pesquisas, sites e bancos de dados. Os registros pesquisados compõem o referencial teórico apresentado nessa dissertação.

FIGURA 7 - Etapas de condução de estudo de caso

Fonte: Adaptado de Yin (2001)

(II) Planejamento do Caso

Na etapa de Planejamento do Caso, foram formatados os questionários de pesquisa com agentes externos e definidos os perfis dos profissionais entrevistados. Posteriormente, com base nas informações levantadas, definiram-se os critérios para a seleção do caso.

Os objetivos das entrevistas com agentes externos ao caso foram para: primeiro, validar a importância da pesquisa para o setor industrial; segundo, identificar um caso que apresentasse um histórico de transição de serviço de metrologia, consultoria e assistência técnica, para a realização de pesquisa para o apoio à indústria. Os roteiros da primeira e da segunda entrevista e o perfil dos entrevistados estão apresentados no Apêndice A no tópico “Roteiros de Entrevistas Agentes Externos”.

Para a escolha do instituto ou laboratório para a realização da pesquisa, foram definidos os seguintes aspectos:

- 1º) Que o instituto ou laboratório apresentasse um histórico de evolução na prestação de serviço de pesquisa aplicada e de apoio à inovação da indústria.
- 2º) Que essa evolução na oferta de serviço tivesse acontecido em um período superior a dez anos.
- 3º) Que esse instituto ou laboratório tivesse registros desse processo de evolução e que existissem pessoas em sua estrutura capaz de reportar o histórico de evolução.
- 4º) Que atuasse em um setor importante para a economia mineira.
- 5º) Que fosse reconhecido pelos cliente e parceiros como uma instituição importante para o desenvolvimento de pesquisa e inovação.

(III) Seleção do Caso

Na etapa de Seleção do Caso, foram realizadas as duas entrevistas com agentes externos, para a validação da importância da pesquisa e a identificação do caso para análise. Após definido o caso de estudo, realizou-se uma videoconferência com os membros do instituto selecionado, para a apresentação do projeto de pesquisa e obtenção de engajamento da equipe.

Nesta etapa foram entrevistados:

- Um consultor de engenharia de uma grande transnacional brasileira, responsável pelos contratos de parceria para projetos de pesquisa e inovação.
Entrevista realizada no dia 27/09/2016
- O gerente de tecnologia do SENAI-MG, responsável por toda a matriz de laboratório da instituição em Minas gerais.
Entrevista realizada no dia 19/10/2016
- Descrição do perfil dos entrevistados: profissionais que trabalham em atividades de gestão ou coordenação nas áreas de pesquisa e inovação. Que possuísse mais de 3 anos de experiência, que tivesse uma visão sistêmica dos processos do Instituto ou Laboratório e que conhecesse o histórico de evolução do Instituto ou Laboratório.
- Nesta fase, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, com duração de duas horas as quais foram gravadas.

Após esta etapa, a Unidade do Senai de Itaúna (Senai/CETEF) foi selecionada como caso de estudo. No item **4.1**, detalham-se as informações utilizadas para a seleção do caso.

No dia 26/10/2016, realizou-se uma videoconferência para a abertura dos trabalhos, cujos objetivos foram apresentar as propostas do trabalho de pesquisa; alinhar os conceitos; e obter o engajamento da equipe com a proposta de pesquisa. Participaram da reunião o gerente, a supervisora dos laboratórios e o pesquisador da unidade.

Foram tratados os seguintes tópicos na reunião: apresentação do projeto de pesquisa, apresentação da equipe da Unidade do Senai de Itaúna, descrição dos próximos passos da pesquisa e solicitação de documentos para a análise prévia. O tempo de duração foi de duas horas. A videoconferência foi gravada.

(IV) Planejamento da Pesquisa de Campo

Na fase de Planejamento da Pesquisa de Campo, foram analisados os documentos entregues pelos membros do instituto selecionado e foi feita uma síntese inicial do histórico da instituição. Foi possível propor uma definição inicial dos Níveis de Capacidades Tecnológicas percorridos pela organização, identificando-se eventos e produtos/serviços que serviram como marcos e pontos de virada. Com base nesses níveis elaborou-se o instrumento de pesquisa aplicado nas reuniões, para a coleta de dados.

A análise de documentos foi realizada por meio de avaliação de registros e de bibliografias que descrevem o histórico do caso. Assim, foram avaliados os seguintes registros:

- publicações da escola Senai de Itaúna;
- relatório técnicos do laboratório;
- site da unidade do Senai de Itaúna.

Após a análise dos documentos, formatou-se Roteiro de Entrevistas com os agentes internos. O planejamento da reunião em grupo na Unidade do Senai, a descrição do perfil de entrevistados e o roteiro de questões para a entrevista em grupo estão apresentados no Apêndice A, no tópico “Roteiros de Entrevistas Agentes Internos”.

(V) Pesquisa de Campo

Na etapa de Pesquisa de Campo, foram realizadas duas visitas para a captação de informações. Dados complementares foram obtidos na Unidade do Senai de Itaúna, na Gerência de Tecnologia do SENAI e no setor financeiro da FIEMG.

No dia 28/11/2016, realizou-se a Reunião em Grupo, para a coleta de dados e visita às instalações da unidade.

Objetivo: coletar informações sobre os processos de acumulação de capacidades tecnológicas.

Forma e local: Presencial. Unidade do Senai de Itaúna.

Participantes: gerente da unidade, supervisora dos laboratórios, pesquisador e supervisora administrativa.

Escopo da reunião: apresentação do objetivo da reunião, descrição da dinâmica de coleta de dados, divisão entre os participantes dos questionários de pesquisa, registro de atividades e

ações que descrevem os níveis de capacidades tecnológicas, apresentação pelos participantes dos registros relatados, debate sobre os registros reportados pelo participante, questões gerais do protocolo de pesquisa e visita às instalações da Unidade do Senai de Itaúna.

Tempo de reunião: seis horas. A entrevista foi gravada.

No dia 19/12/2016 aconteceu a Reunião Individual, para a coleta de dados.

Objetivo: coletar informações complementares à coleta de dados.

Forma e local: presencial. Unidade do Senai de Itaúna.

Participante: supervisora dos laboratórios

Escopo da reunião: coleta de informações complementares referente ao processo de aprendizagem da Unidade do Senai de Itaúna.

Tempo de reunião: quatro horas. A entrevista foi gravada.

Após as visitas, foram adicionados novos documentos, para a análise do histórico da instituição:

- manual da qualidade do laboratório e suas revisões;
- planilha com o histórico de indicadores da unidade do Senai de Itaúna;
- projeto de instalação da unidade do Senai de Itaúna;
- dados de desempenho financeiro das Unidades do Senai de Minas Gerais.

(VI) Descrição da Trajetória

Na fase de Descrição da Trajetória procedeu-se a análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna. O histórico da instituição foi revisado e foram definidos os períodos e as etapas de análise do processo de acumulação de capacidades tecnológicas com maior precisão. Com base nos dados coletados, todas as informações de atividades que evidenciavam nível de capacidades tecnológicas foram agrupadas por período em um único mapa e retiradas as repetições.

Posteriormente, as informações de atividades que evidenciavam os níveis de capacidades tecnológicas foram segregadas por função e gerados os mapas individuais. Com base nesses mapas, foram traçadas as trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas.

No final, foi possível formatar o modelo descritivo de níveis de capacidades tecnológicas e elaborar diagrama de acumulação de capacidades tecnológicas.

Na seção 5 é feita a descrição detalhada da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna. O Apêndice B apresenta o mapa geral com todos

os registros históricos, segregados por período de análise, e os mapas individuais para cada uma das funções.

(VII) Validação da Trajetória

Na etapa de Validação da Trajetória, elaborou-se uma apresentação prévia da pesquisa para a equipe do instituto, para análise e validação.

No dia 27/10/2017, realizou-se a Reunião de Validação.

Objetivo: apresentar os resultados da pesquisa e validar o histórico e a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas do Senai/CETEF Itaúna.

Forma e local: Presencial. Unidade do Senai de Itaúna.

Participante: a supervisora dos laboratórios e o pesquisador.

Escopo da reunião: apresentação do histórico da pesquisa e a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna, obtenção de informações complementares e validação com o grupo das informações coletadas.

Tempo de reunião: quatro horas. A entrevista foi gravada.

Após a apresentação verificou-se que as informações do histórico da instituição e da trajetória de acumulação de capacidade tecnológica retrataram consistentemente a percepção dos entrevistados. Coletaram-se informações adicionais para a elaboração do texto final da pesquisa.

(VIII) Análises e Discussões

Na etapa de Análises e Discussões analisou-se a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da Unidade do Senai de Itaúna, realizou-se a análise comparativa dos resultados do Senai/CEFET Itaúna com outras Unidades da Rede Senai, procedeu-se à análise das implicações da pesquisa e, por fim, elaborou-se o texto final da pesquisa.

4. ILPP SENAI/CETEF ITAÚNA

Nesta seção apresenta-se o caso de estudo da pesquisa. Primeiro descreve-se a seleção do caso; posteriormente, apresenta-se o caso a ser analisado; e, por último, é retrata-se o histórico da instituição.

4.1 Seleção do caso para estudo

Conforme demonstrado no Gráfico 4, o Senai apresenta a maior estrutura brasileira de laboratórios que podem se caracterizar como um ILPP. Trata-se de uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, vinculada à Confederação Nacional da Indústria (CNI). Criado em 1942, o Senai tem como missão “Promover a educação profissional e tecnológica, a inovação e a transferência de tecnologias industriais, contribuindo para elevar a competitividade da indústria brasileira” (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017a).

Para a realização de sua missão o Senai dispõe de uma ampla Rede de Laboratórios de Metrologia ou Ensaio, Institutos de Tecnologia e Institutos de Inovação. Existem na Rede Senai Laboratórios de Metrologia Ensaio laboratórios que prestam serviços de avaliação da conformidade, calibração, realização de ensaios e consultorias técnicas ‘para a indústria (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL 2017).

Os Institutos Senai de Tecnologia (IST) são unidades com infraestrutura física e pessoas qualificadas para a prestação de serviços técnicos especializados de metrologia e consultoria, cujo objetivo é aumentar a competitividade de indústrias de todos os portes, atualmente, existem 39 IST em operação Os Institutos Senai de Inovação (ISI) têm como foco de atuação a pesquisa aplicada, cujo objetivo principal é aumentar a produtividade e a competitividade da indústria brasileira, com a criação de soluções ágeis, inovadoras e sob medida para indústrias; 21 ISI já em operação (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2017b).

Em Minas Gerais, a rede é composta por 14 unidades que prestam serviços de consultoria, metrologia ou ensaios, 5 Institutos Senai de Tecnologia e 3 Institutos Senai de Inovação.

O Quadro 3 apresenta cada uma das unidades e o escopo de serviços

QUADRO 3 – Unidades da Rede Senai de Laboratórios de Metrologia e Ensaios
(continua)

Item	Unidade	Escopo do Serviço
1	SENAI CETEL Belo Horizonte	Calibração de instrumentos das áreas elétrica, eletrônica, tempo e frequência. Inspeção termográfica. Assessoria e consultoria em processo produtivo (adequação à NR10 e eficiência energética). Metrologia. Qualidade de energia. Testes e ensaios elétricos.
2	SENAI MODATEC Belo Horizonte	Soluções integradas em educação, tecnologia, design e inovação aplicadas às indústrias de confecção, calçados, bolsas, gemas, joias, bijuterias e têxteis.
3	SENAI CECOTEG Belo Horizonte	Comunicação visual, design gráfico, tecnologia gráfica, Multimídia, oferecendo consultorias, serviços metrológicos e projetos estratégicos para a área, além de uma excelente educação profissionalizante. Possui uma infraestrutura completa, com laboratórios de informática, oficinas gráficas, estúdio fotográfico e audiovisual.
4	SENAI PAULO DE TARSO Belo Horizonte	Prestação de serviços na área de construção civil, como, consultorias, serviços de ensaios em materiais da construção (ensaios em materiais cerâmicos, de concreto, solo cimento) e, ainda, pesquisa, desenvolvimento e inovação para processos construtivos e materiais e ferramentas de construção.
5	SENAI RISOLETA TOLENTINO NEVES Cláudio	Serviços nas áreas de metalmecânica e fundição como consultorias, análises e ensaios em materiais de fundição, assistência técnica e tecnológica e inspeções de produtos baseados em Normas Técnicas no ramo de Metal Mecânica e Fundição.
6	SENAI EUVALDO LODI Contagem	Conta com dois laboratórios especializados. O laboratório de ensaios em polímeros oferece serviços de ensaios químicos/físico-químicos; ensaios físicos-mecânicos; ensaios reológicos; processamento de polímeros. O laboratório de metrologia presta serviços de calibração de instrumentos nas grandezas dimensional, pressão, massa e torque; Medição e digitalização de peças e Consultoria em Metrologia.
7	SENAI RINALDO C. SOARES Ipatinga	Soluções integradas no atendimento à indústria com serviços técnicos especializados, consultorias tecnológicas e ensaios para controle de qualidade e Pesquisa e Desenvolvimento, no intuito a tornar sua indústria mais competitiva.
8	SENAI CETEF Itaúna	Soluções em tecnologia e inovação - consultoria, pesquisa, desenvolvimento e inovação e serviços metrológicos - especialmente para o setor metalmecânico e fundição, com foco no desenvolvimento da indústria.
9	SENAI GENY JOSÉ FERREIRA Nova Serrana	Serviços de educação profissional nas áreas de calçados, eletroeletrônica, gestão e metalmecânica; além de serviços tecnológicos, assessoria e consultoria voltados para o setor coureiro-calçadista.
10	SENAI STEFAN B. SALEJ Santa Rita do Sapucaí	Soluções integradas em desenvolvimento de produtos e prototipagem rápida, visando a inovação tecnológica e a competitividade da indústria.

QUADRO 3 – Unidades da Rede Senai de Laboratórios de Metrologia e Ensaios
(conclusão)

Item	Unidade	Escopo do Serviço
11	SENAI OSCAR JOSÉ DO NASCIMENTO Santo Antônio do Monte	Laboratório de qualidade em pirotécnicos oferece soluções para atender às necessidades das empresas, visando à melhoria em sua produtividade, à qualidade de seus produtos e à segurança em seus processos, aumentando sua competitividade no mercado empresarial. É reconhecida pelo Exército Brasileiro para realizar avaliações técnicas em fogos de artifício.
12	SENAI JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA Ubá	Especializado nas áreas de madeira, mobiliário, gestão e vestuário. Atua por meio de consultorias técnicas, serviços metrológicos (ensaios em madeira e mobiliário), desenvolvimento de modelagens e design de móveis.
13	SENAI FIDÉLIS REIS Uberaba	Prestação de serviços de ensaios laboratoriais para garantia da qualidade e melhoria do desempenho de materiais utilizados na construção civil como pisos e blocos de concreto, corpo de prova cilíndrico e tijolos solo cimento.
14	SENAI FÁBIO DE ARAÚJO MOTTA Uberlândia	Prestação de serviços de consultoria em processos produtivos na área de alimentos e de serviços metrológicos laboratoriais: microbiologia e físico-química em alimentos e bebidas, físico-química em efluentes líquidos (meio ambiente), classificação vegetal em grãos e ensaios em materiais da construção civil.

Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2017)

Das 14 unidades da Rede de laboratórios de metrologia e ensaios do Senai-MG, o Senai Itaúna CETEF foi selecionado como caso de estudo. Após a análise de documentos, indicadores e entrevistas, a escolha se fundamentou com base nos seguintes elementos:

- A unidade apresenta um histórico de evolução na prestação de serviços para a indústria. O Senai de Itaúna foi inaugurado em 1966 e iniciou suas atividades mais orientadas para formação de mão de obra. Em 1981, passou a ofertar serviços de assistência técnica e tecnológica. Desde 1988, oferta serviços de pesquisa aplicada e apoio à inovação para a indústria (SOUZA, 1987).
- Possui registros que permitem avaliar o processo de evolução da instituição. Na Unidade do Senai de Itaúna possui uma biblioteca na qual são armazenados os documentos que contam a história de instituição. Em 1987, foi publicado o livro *Escola SENAI de Fundação Marcelino Corradi – Há 10 anos realidade* (SOUZA, 1987), que narra de forma detalhada o histórico da unidade.

- Possui no quadro de funcionários que podem recontar a história da instituição. A Unidade do Senai de Itaúna consta, em seu quadro, funcionários com mais de 20 anos trabalhando na unidade em posições estratégicas da instituição.
- Presta serviço para setores industriais importantes para a economia mineira. A unidade do Senai de Itaúna atende indústrias do setor metalomecânico, especialmente metalúrgico, siderúrgico, automotivo e de mineração.
- É reconhecido externamente pela competência das atividades desenvolvidas. O consultor de engenharia de uma grande transnacional brasileira, responsável pelos contratos de parceria para projetos de pesquisa e inovação, na entrevista, quando perguntado sobre os diferenciais da Unidade do Senai de Itaúna, respondeu:

O Senai de Itaúna é muito mais rápido e objetivo no desenvolvimento de liga.

Você vê a diferença no nível de busca bibliográfica. Os caras têm um embasamento técnico muito maior. Eles pesquisam mais.

Os caras dão algo mais. Você pede arroz com feijão, os caras me entregam o bife também. “Conclusão”, “Próximos passos.” Você vê o embasamento técnico do projeto de P&D.

- É reconhecido internamente como instituição de destaque quando comparado as outras unidades. O gerente de tecnologia do Senai-MG, responsável por toda a matriz de laboratórios, na fase de entrevista, reportou sobre a análise feita da matriz de laboratórios de Senai-MG para o acordo estratégico de primeiro nível:

Com o acordo de primeiro nível, a gente teve que sentar e pensar a tecnologia. A gente teve que analisar todos os laboratórios, todos os serviços, e Itaúna chamou a atenção porque o laboratório lá ele é sustentável. Aliás, ele é o único de todos esses 76 que é sustentável. Primeiro, porque ele tem um volume de ensaios muito grande. É um laboratório conhecido no Brasil inteiro em reputação. Isso tudo colabora para ele ser sustentável... (reflexivo), mas a gente viu que lá tinha essa coisa meio que casada de consultoria com laboratório e serviço de PD&I meio misturada. A gente viu isso e tentou replicar isso para outros laboratórios.

Após a seleção da unidade do Senai de Itaúna, foi realizada a Reunião de Abertura dos trabalhos que teve por objetivos: apresentar as propostas de pesquisa; alinhar os conceitos; e obter o engajamento da equipe com a proposta de pesquisa. A reunião aconteceu no dia 26/10/2016, por videoconferência. Participaram o gerente da unidade; a supervisora dos laboratórios e o pesquisador. Após essa reunião, iniciou o trabalho de análise de documentos e de entrevistas que fundamentarão a análise de processo de acumulação de capacidades tecnológicas do Senai de Itaúna. A documentação recebida, após a reunião de abertura,

possibilitou ter informações mais detalhadas da instituição e do histórico de evolução da unidade.

4.2 Apresentação da Unidade do Senai de Itaúna

O Senai Itaúna CETEF Marcelino Corradi, localizado na Rua Lilia Antunes, 99, bairro Nogueira Machado, Itaúna/MG no Centro-oeste Mineiro, encontra-se instalado numa área construída de 8000 m². Atualmente, estão em construção dois novos prédios, totalizando uma área de 2.350 m², sendo 1.900 m² destinados à Área de Tecnologia e Inovação.

A figura 8 apresenta uma foto da entrada do Senai Itaúna. (MOREIRA, 2016; SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2016)

FIGURA 8 - Foto da Unidade do Senai Itaúna CETEF Marcelino Corradi



Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2016)

Subordinada à Diretoria Regional do Senai-MG, a Unidade do Senai de Itaúna possui duas áreas de atuação: Serviços em Tecnologia e Serviços Educacionais.

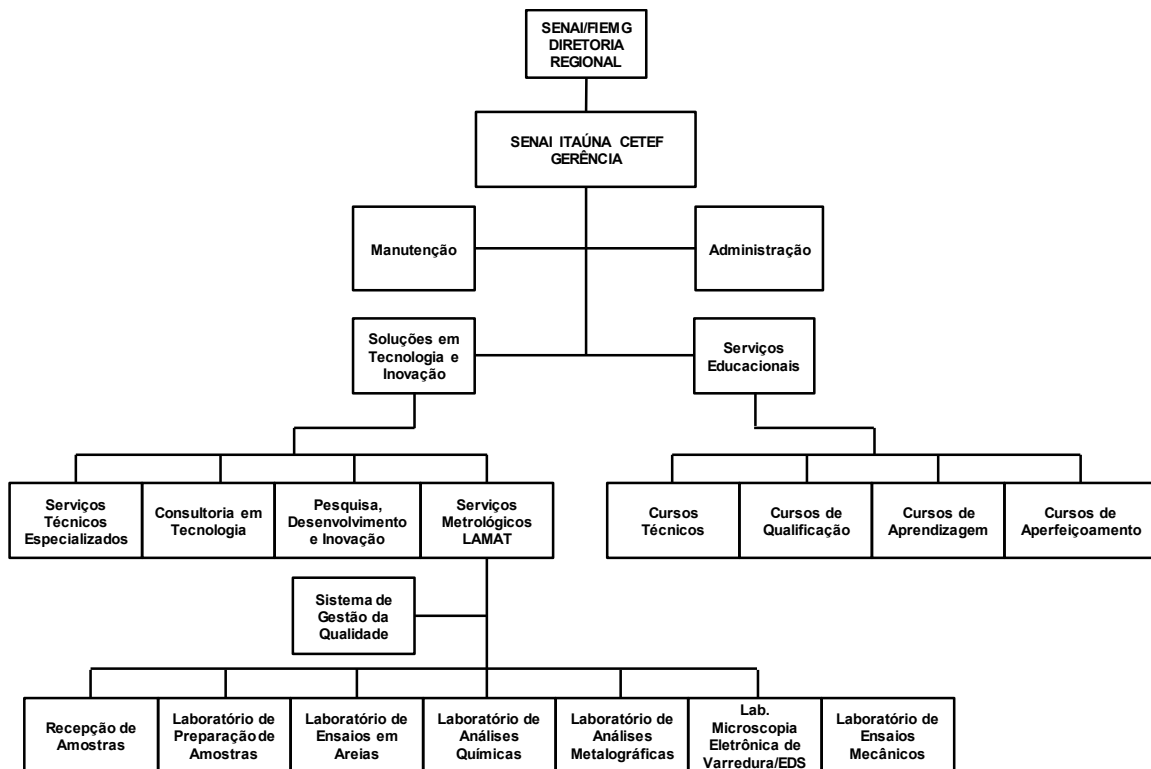
A área de Educação Profissional da unidade oferece: Cursos de Aprendizagem Industrial (Ajustagem, Tornearia, Manutenção Mecânica em Máquinas Têxteis, Manutenção Mecânica Industrial, Mecânica Diesel, Instalação Elétrica Industrial, Instalação Elétrica Predial, Processos Administrativos, Operador de Beneficiamento de Minério, Soldagem, Operação e Manutenção em Processos Têxteis, Modelagem de Fundição, Confecção Industrial do Vestuário); Cursos Técnicos (Administração, Eletroeletrônica, Mecânica, Fundição, Metalurgia e Mineração); Cursos de Qualificação (Torneiro Mecânico, Eletricista Industrial, Eletricista Predial, Soldador, Costureiro Industrial do Vestuário, Mecânico de Motor a Diesel, Soldador no Processo Mig/Mag, Forneiro Fundidor de Metais, Moldador de Fundição,

Mecânico de Máquinas Industriais, Mecânico de Tear, Montador de Painéis Elétricos, Agente de Inspeção da Qualidade, Assistente de Controle de Qualidade e Almojarife); e Cursos de Aperfeiçoamento/Atualização e Treinamento (Fundição, Metalurgia, Segurança, Gestão, Qualidade, Mecânica e Eletroeletrônica) (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2017b)

A Área de Tecnologia da Unidade inclui os setores de Serviços Técnicos Especializados, Consultoria em Tecnologia, Serviços Metrológicos LAMAT e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2017b).

A figura 9 apresenta o organograma instituição (NOGUEIRA, 2016)

FIGURA 9 - Organograma da Unidade do Senai Itaúna CETEF



Fonte: Manual da Qualidade do Laboratório de Ensaios e Análises em Materiais – LAMAT (NOGUEIRA, 2016)

A áreas de Serviços Técnicos Especializados e Consultoria em Tecnologia presta serviços, principalmente, nas áreas de: aperfeiçoamento, racionalização e desenvolvimento de produtos e sistemas de produção; avaliação do desempenho e organização do sistema de produção; diagnóstico e leiaute; projeto de ferramentais para fundição; análise de falhas e fraturas; identificação e solução de problemas tecnológicos específicos; serviços

operacionais, experimentais voltados aos processos de fundição; classificação de material; resposta a dúvidas tecnológicas; venda de publicações técnicas editadas pelo SENAI Itaúna CETEF; levantamento de fornecedores de insumos e equipamentos; e informações específicas referentes a normas técnicas (ASTM, JIS, DIN, SAE, ABNT) (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2017b).

O Laboratório de Ensaio e Análises em Materiais (LAMAT) é composto por setor de Recepção de Amostras; Laboratório de Preparação de Amostras; Laboratório de Ensaio em Areias e Insumos Metalúrgicos; Laboratório de Análises Químicas; Laboratório de Análises Metalográficas; Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura e Microanálise Química por Dispersão de Energia MEV/EDS; e Laboratório de Ensaio Mecânicos (NOGUEIRA, 2016).

A área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação tem como principais linhas de Pesquisa: fundição de precisão, materiais resistentes ao desgaste e aços fundidos ultra resistentes. Realiza pesquisas para: nacionalização de produtos para desenvolver componentes fundidos; nacionalização de processos de fundição; desenvolvimento de novos produtos: peças fundidas, matérias-primas e equipamentos para fundição; desenvolvimento de novos processos e novos materiais de fundição; aproveitamento de resíduos e subprodutos da cadeia produtiva de fundição; e análise comparativa de materiais a serem utilizados nos processos de fundição e áreas afins (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2017b; MOREIRA, 2016; NOGUEIRA, 2016).

O Senai Itaúna conta com uma infraestrutura composta por: Oficina de fundição; Oficina mecânica; Oficina de modelagem; Laboratório de Pesquisa; Sistema informatizado em rede; Softwares aplicados às áreas de atendimento; e o Laboratório de Ensaio e Análises em Materiais. (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2017b; MOREIRA, 2016)

O principais equipamentos dos laboratórios e oficinas disponíveis para atendimentos e parcerias são: fornos à indução para fusão de ligas ferrosas e não ferrosas; máquinas de moldação em areia a verde e com resinas; setor de tratamento térmico com forno do tipo poço; máquina universal de ensaios; dilatômetro de têmpera; durômetros; microdurômetros; espectrômetro de emissão óptica; espectrômetro a plasma; espectrômetro de fluorescência de raios X; analisador de carbono e enxofre por combustão direta e detecção por infravermelho; equipamentos para ensaios mecânicos em corpos de prova de areias e peneiradores para ensaio de granulometria; máquina universal de ensaios; máquina de ensaio de impacto Charpy; microscópios ópticos com sistema de análise de imagens; e microscópio

eletrônico de varredura com sistema de microanálise química por dispersão de energia - MEV/EDS (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2017b; MOREIRA, 2016; NOGUEIRA, 2016).

4.3 Histórico da Unidade do Senai de Itaúna

A Unidade do Senai de Itaúna foi inaugurada no dia a 28 de maio de 1966. A escola foi projetada para uma capacidade de 100 alunos. O início da primeira turma aconteceu no primeiro semestre de 1966. A primeira formatura aconteceu no dia 06 de dezembro de 1969, nos cursos de Ajustagem e de Tornearia (MOREIRA, 2016). Figura 10 são fotos da inauguração e da primeira formatura.

Em 1967, iniciaram-se as articulações para que em Minas Gerais fosse instalada uma escola de fundição. Essa ação foi articulada pelo diretor do Departamento Nacional do Senai na reunião da Organização Internacional do Trabalho (OIT), em Medellín, Colômbia (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987).

O então Reitor da Universidade de Itaúna, Guaracy de Castro Nogueira, em virtude da força política que então possuía, praticamente foi o responsável pela articulação em favor da cidade (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987).

FIGURA 10 - Fotos da inauguração e da primeira formatura



Fonte: Moreira (2016)

Em 1968, a ONU enviou um perito para fazer as avaliações iniciais do local onde seria instalado um Centro de Fundição no País. Marcel Ganivet foi enviado ao Brasil onde permaneceu por três semanas, percorrendo regiões onde se concentravam as indústrias de fundição. Souza (1987) destaca a participação do Reitor da Universidade de Itaúna junto ao perito da ONU responsável pelas avaliações.

Ciente da vinda do técnico francês e das grandes chances de Minas, tratou de preparar minucioso relatório enumerando as vantagens de Itaúna para merecer a escola. O Departamento de Letras da Universidade foi incumbido de verter o texto para o mais apurado francês. Assim, com compreensível orgulho, uma "comissão" de itaunenses especialmente formada para receber o visitante no aeroporto da Pampulha, em Belo Horizonte, depositou o precioso documento nas mãos de um Ganivet absolutamente perplexo. Guaracy recorda-se de que, com toda polidez, o perito esclareceu que até então nada havia de concreto para justificar semelhantes providências. (SOUZA, 1987, p. 28)

Em 1970, Marcel Ganivet apresentou ao Departamento Nacional e Regional do Senai um resumo dos levantamentos realizados. Os números apontaram a cidades de Itaúna, Contagem e Divinópolis, em Minas Gerais, pela concentração da maioria das indústrias de fundição de segunda fusão. Numa sondagem prévia, dentre as cidades mais cotadas, Divinópolis e Contagem não se manifestaram e a Cidade de Itaúna foi confirmada para receber o projeto (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987).

No período de 1971 a 1973, foram elaborados estudos complementares e o projeto de instalação do Centro de Fundição. Os estudos foram aprovados pelo do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e recebeu cooperação técnica internacional do Programa Nacional de Cooperação Técnica PNCT (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987).

O projeto de implantação iniciou-se em 1973, utilizando como modelo a Escola Superior de Fundição de Paris. O projeto de instalação do Centro Regional de Fundição previa a oferta de assistência técnica e de pesquisa prática às empresas como uma das atribuições para a futura unidade do Senai (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987). Era previsto que a Escola de Fundição de Itaúna teria as seguintes finalidades:

[...] formação de pessoal futuro – nos níveis operário (aprendizes de moldação e modelação), médio (especialização em fundição, para alunos formados no 2º. Grau) e superior (especialização de engenheiros metalúrgicos); atualizar o pessoal empregado, com assistência técnica aos fundidores, para criação de programas de treinamento nas empresas e organização de reuniões técnicas periódicas para atualização do pessoal de nível médio e superior; e finalmente, prestar assistência tecnológica às indústrias, através dos laboratórios e de pesquisa prática de interesse geral para os fundidores (SOUZA, 1987, p. 45).

Em 1975, por meio da cooperação técnica, foram enviados à Escola Superior de Fundição de Paris, para um ano de curso, cinco engenheiros brasileiros: Vicente de Paulo Parreiras Castanheira, Cleber de Paula Santos, Pedro Paulo Drumond, Homero Machado de Oliveira e Alírio Gerson da Silva Abreu. Esses engenheiros, formados em mecânica pela Universidade de Itaúna, que, posteriormente, seriam responsáveis pela organização e redação dos cursos, assim como pelo trabalho de docência com as primeiras turmas. Em contrapartida, o governo francês enviou para o Brasil jovens recém-formados pela Escola Superior de Fundição de Paris (SOUZA, 1987, p. 45).

Em 30 de maio de 1977, o Centro de Fundição de Itaúna foi inaugurado. Em fevereiro de 1977, iniciou-se a primeira turma de “Moldador Manual de Fundição” e em agosto de 1978 foi realizado no auditório da Fiemg, em Belo Horizonte, o 1º Encontro Nacional de Fundidores (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987).

Em 1979, aconteceu o 2º Encontro Nacional de Fundição no auditório do Senai Itaúna, bem como a seleção de candidatos para a primeira turma do Curso Técnico em Fundição. No mesmo ano os laboratórios de análises químicas, ensaios em areias, ensaios mecânicos, análises metalográficas, o setor de preparação de amostras e o setor de recepção de amostras iniciaram as atividades para fins didáticos (MOREIRA, 2016).

Figura 11 são fotos da Inauguração do Centro de Fundição de Itaúna, do processo de seleção de candidatos do 1º. Curso Técnico em Fundição e do 1º. e 2º. Encontro do Nacional de Fundidores.

FIGURA 11 - Fotos da inauguração do Centro de Fundição de Itaúna, do processo de seleção de candidatos do 1º curso técnico em fundição e do 1º e 2º Encontro do Nacional de Fundidores



Fonte: Moreira (2016)

No ano de 1980, aconteceram no auditório do SENAI em Itaúna o 3º Encontro Nacional de Fundidores e o 4º Encontro Nacional de Fundidores, nos meses de maio e setembro, respectivamente (MOREIRA, 2016).

Em 1981, o Centro de Fundação começou a atuar efetivamente com Assistência Técnica e Tecnológica (ensaios laboratoriais, realização estudos de casos e prestação de informações técnicas) (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987).

Em 1982, a Unidade do Senai em Itaúna passou a ser denominada de Escola Senai de Fundação “Marcelino Corradi” (MOREIRA, 2016).

Em 1983, os laboratórios de análises químicas, ensaios em areias, ensaios mecânicos, análises metalográficas, o setor de preparação de amostras e o setor de recepção de amostras iniciaram as atividades para atendimento à indústria (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2016).

No ano de 1986 é iniciado o projeto SENAI/BIRD/MTb, que possibilitou à Unidade ampliar e atualizar seus laboratórios em termos de equipamentos e pessoal qualificado. Em função de sua atuação, a unidade passou a ser denominada Centro Tecnológico de Fundação Marcelino Corradi – CETEF (MOREIRA, 2016).

Em 1987, acontece o 6º Encontro Nacional de Fundação, no auditório da FIEMG, em Belo Horizonte. Foi publicado o livro *Escola SENAI de Fundação Marcelino Corradi – Há 10 anos realidade* (MOREIRA, 2016; SOUZA, 1987)

No ano de 1988, iniciou-se a atuação do Senai Itaúna em pesquisas aplicadas, sempre com foco tecnológico e soluções para as empresas e para a formação de pessoal (MOREIRA, 2016). Nesse mesmo ano, foram feitas edições para venda de publicações técnicas desenvolvida no projeto da OIT dos 23 títulos para implantação do Curso Técnico de Fundação.

Em 1989 inaugurou-se o Núcleo de Documentação e Informação “Marcel Ganivet” da biblioteca do SENAI Itaúna (MOREIRA, 2016).

No ano de 1991, o laboratório de microscopia eletrônica de varredura foi instalado, exclusivamente, para atendimento a indústria.

Em 1994, o SENAI conquistou o título CENATEC – Centro Nacional de Tecnologia – Categoria Bronze e foram iniciadas as negociações do Projeto de Cooperação Técnica SENAI /CETEF – JICA (MOREIRA, 2016). Iniciaram-se ações para acreditação, para fazer parte da RBLE e

o projeto de pesquisa, em parceria com a CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão), para o desenvolvimento do processo de produção de ferro fundido. Contratação de um profissional recém-formado mestre para pesquisa e estruturação dos processos de PD&I da Unidade.

Em 1997, teve início o Projeto SENAI/CETEF – JICA, Projeto de desenvolvimento tecnológico do CETEF, por meio de Cooperação Técnica da JICA (Japan International Cooperation Agency). Este projeto incluiu a capacitação da Unidade (pessoal, equipamento e material didático, entre outros) para desenvolver atividade de aperfeiçoamento em novas áreas de atuação. Nesse mesmo ano, foi construída a Unidade Móvel, para prestação de assistência técnica e tecnológica e treinamentos a empresas de fundição (MOREIRA, 2016). Ainda em 1997, como resultado de parceria com a CST, um funcionário do SENAI/CETEF recebeu o Prêmio Talento Brasileiro.

Em 1998, realizou-se o 1º Seminário do Projeto SENAI/CETEF – JICA, com a apresentação de palestras técnicas na área de fundição. Nesse mesmo ano, o Sistema Qualidade foi certificado pela Fundação Vanzolini, conforme NBR ISO 9001/94 (MOREIRA, 2016).

Em 2000, foi realizado o 2º Encontro Mineiro da indústria de Fundição, no Tropical Tênis Clube de Itaúna e aprovado na RECOPE, Rede Cooperativa de Pesquisa, convênio firmado entre FAPEMIG, FIEMG, Universidade de Itaúna e Thyssen Fundições de Barra do Piraí no Rio de Janeiro, o projeto P71- “Desenvolvimento do processo tecnológico de fabricação de peças em ADI”. Esse projeto resultou no aparelhamento do laboratório de Pesquisa (MOREIRA, 2016).

Em 2001, o laboratório de controle dimensional foi instalado (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2016).

Em 2002, aconteceu o lançamento da coleção de livros técnicos no âmbito do Projeto JICA. Também o LAMAT foi acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação – (CGCRE), do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), para um escopo de ensaios e análises o qual e passou a fazer parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios – RBLE (MOREIRA, 2016). Figura 12 são fotos da inauguração do Núcleo de Documentação e Informação, Certificação ISO 9001/2004, Lançamentos livros Coleção JICA, Certificado de Acreditação do INMETRO.

Em 2004, acontece na Expominas, em Belo Horizonte, a 1ª Feira da Indústria de Fundição do Estado de Minas Gerais, a MINASFUND (MOREIRA, 2016).

Em 2007, a operação do laboratório de controle dimensional foi descontinuada.

Em 2009, o Senai recebeu o Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica, concedido pela ABIFA, através do artigo apresentado no Congresso Latino-Americano de Fundição: O mercado de fundição de precisão e as perspectivas para o setor (MOREIRA, 2016).

Em 2010, passou a funcionar o conselho consultivo constituído por empresário (informação coletada da pesquisa de campo).

FIGURA 12 - Fotos da inauguração do núcleo de documentação e informação, certificação ISO 9001/2004, lançamentos livros Coleção JICA, certificado de acreditação do INMETRO



Fonte: Moreira (2016)

Em 2012, o Senai recebe o Prêmio Senai Inovação e Serviços Técnicos e Tecnológicos, 2º lugar / Categoria Casos de Sucesso em Inovação, concedido pelo Senai - DN (Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial - Departamento Nacional): Trabalho P160 – Avaliação da dissolução do ferro-nióbio STD em aço líquido HSLA. A Unidade do SENAI em Itaúna passou a ser denominada Senai Itaúna CETEF Marcelino Corradi, atendendo à definição da Diretoria Regional Senai/MG (MOREIRA, 2016). Nesse mesmos ano, foi feita Publicação internacional de pesquisa de ferro fundido nodular austemperado ADI e de projeto de pesquisa de aço de fundição com matriz bainítica nanoestruturada.

Em 2013, o Senai recebeu o Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica, concedido pela ABIFA, através do artigo publicado na Revista da Abifa: FARIA, Reyley Bueno.; CARMO, Denilson José; et al.: Aplicação da Análise Térmica de Solidificação no Controle de Elaboração de Liga de Alumínio Silício (MOREIRA, 2016).

Em 2016, deu-se início às obras de expansão do Centro de Fundição. Dois novos prédios estão sendo construídos, sendo um destinado à área de tecnologia e outro à área de Educação Tecnológica. No prédio na área de tecnologia, será constituída por todos os laboratórios da unidade (LAMAT), pela consultoria tecnológica . Já no prédio destinado à área de Educação serão somente salas de aula (MOREIRA, 2016). Em maio de 2016, aconteceu o evento de comemoração de 50 anos da Unidade do Senai de Itaúna.

Com base nessa análise histórica, os próximos passos da pesquisa consistem em aprofundar a análise de documentos e realizar as entrevistas para compreender os processos de acumulação de capacidades tecnológicas que dão sustentação aos resultados da Unidade do Senai de Itaúna.

5 DESCRIÇÃO DA TRAJETÓRIA DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA DO IPLL SENAI/CETEF ITAÚNA

Esta seção apresentam-se os períodos de análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas e descrevem-se as métricas de avaliação e a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas para cada período em análise.

5.1 Descrição dos períodos de análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas

Para analisar a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna, o histórico da unidade foi dividido nos seguintes períodos, para análise:

De 1966 a 1977 – apresenta como fatos marcantes a inauguração da primeira unidade do Senai de Itaúna e o início das atividades acadêmicas da escola, com a oferta dos primeiros cursos de formação profissional. Em 1967, deu-se o início às articulações para a instalação da escola de fundição em Minas Gerais.

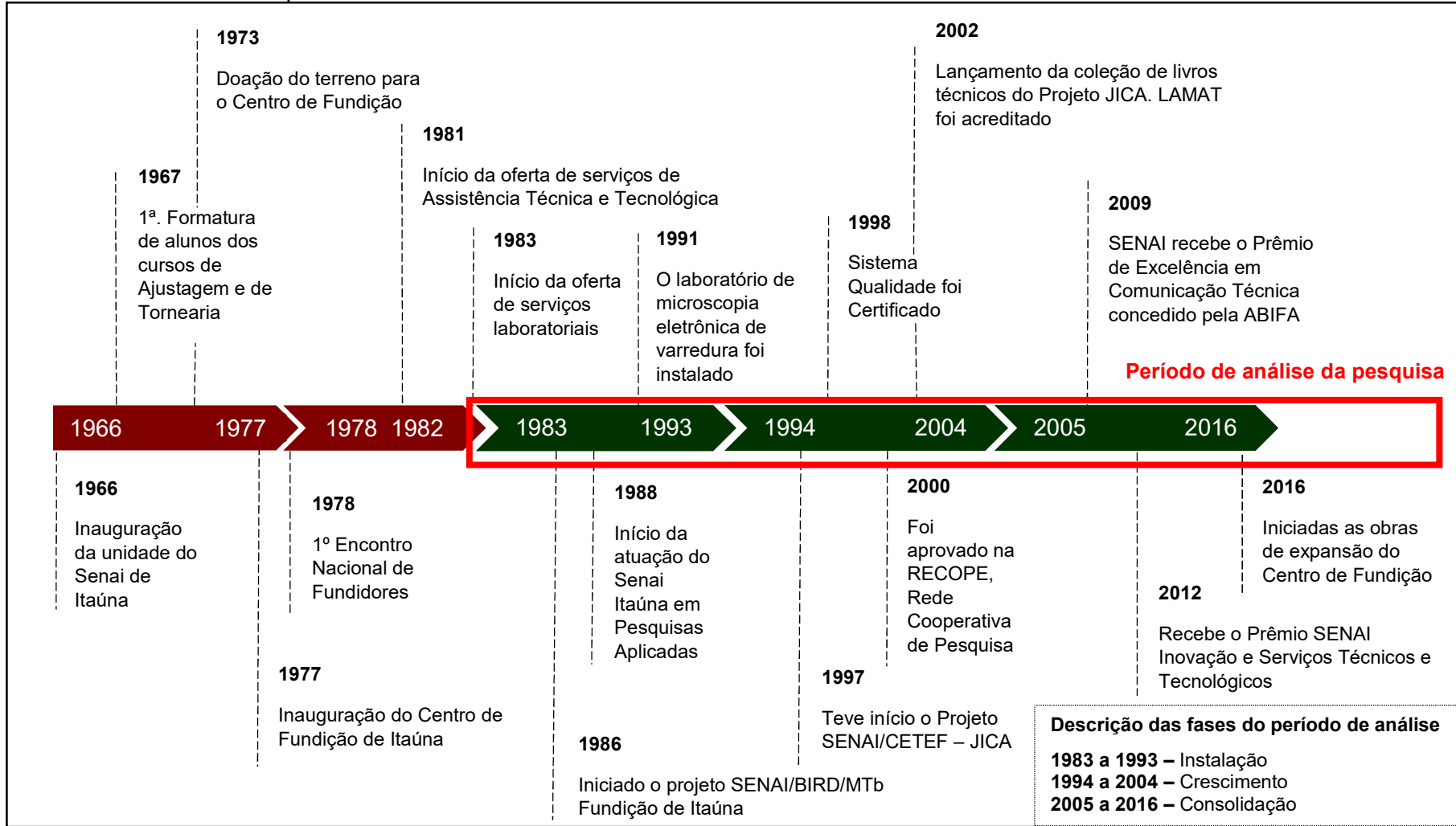
De 1978 a 1982 – caracteriza-se pelo início das operações do Centro de Fundição da Unidade do Senai de Itaúna com a oferta dos primeiros cursos na área de fundição. A realização dos encontros de fundidores e em 1981 o início das atividades de assistência técnica e tecnológica, posteriormente, a oferta de serviços dos laboratórios para atendimento a indústria.

De 1983 a 2016 – começou a prestação de serviços dos laboratórios da unidade para atendimento à indústria. Tem como fatos marcantes: em 1986, iniciou-se o projeto SENAI/BIRD/MTb que possibilitou à Unidade ampliar e atualizar os seus laboratórios; em 1988, tiveram início as atividades de pesquisa aplicada; em 1997 desenvolveu-se o acordo de cooperação com o Japão (Projeto JICA); em 2002 os laboratórios foram acreditados pelo Inmetro; e em 2016 o iniciou-se das obras de expansão da Unidade.

Considerando que o objetivo da pesquisa é descrever o processo de acumulação de capacidade tecnológica de um Instituto Privado de Pesquisa para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio à inovação da indústria, o período iniciado em 1983 foi selecionado por caracterizar o início da oferta de serviços laboratoriais para atendimento à indústria.

A Figura 13 apresenta a Linha do tempo com os principais marcos de evolução da Senai Itaúna CETEF.

FIGURA 13 - Linha do tempo



Fonte: Elaborada pelo autor

Nesse ponto, é válido ressaltar que o início da oferta de serviços de pesquisa pela Unidade do Senai de Itaúna (em 1988) se dá em função da acumulação de capacidades tecnológicas anteriores com os processos de formação de profissionais para a indústria e os processos de oferta de serviços técnicos. Esse fato é destacado pelo Gerente de Tecnologia do Senai ao reportar em entrevista:

Sobre a evolução dos serviços da Unidade do Senai de Itaúna:

Lá em Itaúna a impressão que eu tenho é que foi uma coisa natural a evolução do serviço de tecnologia lá, e a metrologia está dentro dele. Então, eles começaram fazendo ensaio, como eles tinham conhecimento instalado grande, tanto do laboratório [...] porque quem foi trabalhar no laboratório eram [...] por exemplo, docentes da área de metalurgia e fundição. Então, eles foram trabalhar no laboratório. Mas eles tinham um conhecimento muito mais amplo do que simplesmente do ensaio, naturalmente, eu acredito que então eles começaram a prestar serviço de consultoria [...] eu acredito. O caminho foi meio esse.

(pausa para refletir). Naturalmente, quando eles fazem o serviço de consultoria, o que é interessante, eu acredito, e depois eu vou te contar por que eu acredito nisso. Eles acabavam utilizando os laboratórios de ensaio para “performar” melhor o serviço de consultoria.

Da consultoria constante, eles foram pegando know-how. A empresa foi confiando no trabalho deles e em um determinado momento a empresa falou assim...(enfático). Vamos desenvolver tal produto... e aí passa a ser um serviço de PD&I, pois, tem muito trabalho intrínseco aí [...] porque é um trabalho de investigação [...], trabalho de estruturação [...], e vem a metrologia para todo esse processo [...], para validar todo esse processo... Isso que eu acho que tenha acontecido, meio que piamente.

Sobre o porquê de a Unidade do Senai de Itaúna ter iniciado a oferta de serviços de Pesquisa:

Em Itaúna, meio o que propiciou essa evolução. É o fato de lá também ser uma instituição de ensino. Ou seja, os docentes também faziam serviço de tecnologia. Lá nos primórdios, talvez o docente tenha essa coisa mais de estudar [...], (reflexivo) pesquisar [...] talvez isso facilitou esse caminho.

O processo de maturação na oferta de serviços da Unidade do Senai também já estava previsto no projeto inicial. Segundo Souza (1987), o projeto base de instalação da Escola de Fundição seria dividido em etapas escalonadas cronologicamente: a oferta de serviços de formação de mão de obra profissional, serviços de assistência técnica e, por último, a oferta de serviços de pesquisa aplicada.

É importante destacar que, apesar de o início das atividades de oferta de serviços de pesquisa ter ocorrido em 1988, existem, previamente, competências acumuladas da realização de outros tipos de serviços que contribuíram para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas em pesquisa aplicada e inovação.

Durante a fase de comparação de escopos dos documentos aplicados à gestão de ILPPs (item 2.4.5) verificou-se que existem quatro funções que são comuns e integram as atividades tanto de metrologia quanto de PD&I (Gestão laboratorial, Relacionamento com o mercado, Atividades de metrologia e Pesquisa, desenvolvimento e inovação). Ao analisar o histórico do Senai Itaúna CETEF, verificou-se que as atividades e as práticas de gestão descritas podem se relacionar às funções previamente definidas. Porém, constatou-se que a função Pesquisa, desenvolvimento e inovação teve início com as atividades de consultoria e assistência técnica. Dessa forma, para retratar a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas a função passou a ser definida como: Consultoria, assistência técnica e PD&I.

5.2 Definição das métricas de avaliação das capacidades tecnológicas

Na fase de coleta de dados, foram identificadas evidências de atividades e ações realizadas pela Unidade do Senai de Itaúna que demonstravam diferentes níveis de maturidade da instituição em cada uma das funções analisadas. Essas evidências foram organizadas em cada um dos períodos de análise. Para descrever a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas, foram definidas métricas de avaliação de capacidades tecnológicas com base no conceito de Acumulação de Capacidades Tecnológicas proposto por Figueiredo (2015).

Para fins deste trabalho, foram definidos cinco níveis de avaliação de capacidades tecnológicas: dois níveis para avaliar as capacidades tecnológicas operacionais e três para avaliar as capacidades tecnológicas inovadoras. O quadro 4 apresenta a descrição dos níveis de capacidades tecnológicas utilizadas no estudo de caso.

QUADRO 4 – Descrição dos níveis de capacidades tecnológicas

Capacidades Tecnológicas Inovadoras	
Nível (5) Capacidade inovadora avançada	Capaz de criar tecnologias ou processos que abrem novos segmentos na fronteira tecnológica
Nível (4) Capacidade inovadora intermediária	Capaz de implementar <u>modificações complexas</u> em tecnologias e em sistemas de produção existentes e na organização (produtos, processos, <i>software</i> , equipamentos, serviços).
Nível (3) Capacidade inovadora básica	Capaz de desenvolver projetos de inovação em tecnologias existentes e em sistemas de produção (produtos, processos, <i>software</i> , equipamentos, serviços).
Capacidades Tecnológicas Operacionais	
Nível (2) Capacidade operacional avançadas	Capaz de implementar atividades operacionais básicas que garantem o funcionamento da organização com base <u>no uso de avançadas técnicas de produção/operação e de padrões</u> , possui certificações ou reconhecimento do mercado.
Nível (1) Capacidade operacional básica	Capaz de implementar atividades operacionais básicas que <u>garantem a execução da atividade conforme requisitos</u> .

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2015)

Com base nos modelos normativos aplicados à gestão (seção 2) e na análise de dados da pesquisa, foram especificadas, para cada uma das funções, as capacidades tecnológicas de cada nível de avaliação. O Quadro 5 apresenta o Mapa descritivo de níveis de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna.

Após a elaboração do Mapa descritivo de níveis de capacidades tecnológicas, as evidências coletadas na pesquisa de campo e na análise de documentos foram organizadas para descrever a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da Unidade do Senai de Itaúna (Figura 14).

Conforme apresentado na Figura 13 o período de análise (1983 a 2016) foi subdividido em período de, aproximadamente 10 anos.

- De 1983 a 1993 (Instalação) - caracteriza-se pelo início da oferta de serviços laboratoriais para atendimento à indústria.
- De 1994 a 2004 (Crescimento) - caracteriza-se pelo crescimento na oferta de serviços para a indústria.
- De 2005 a 2016 (Consolidação) - caracteriza-se pela consolidação da oferta de serviços e pela expansão da unidade.

QUADRO 5 – Mapa descritivo de níveis de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna

(Continua)

Capacidades Tecnológicas Inovadoras				
Nível da Capacidade Tecnológica	Gestão Laboratorial	Atividades de Metrologia	Consultoria, Assistência Técnica e PD&I	Relacionamento com o Mercado
Nível (5) Capacidade inovadora avançada (fronteira internacional)	Gestão Laboratorial com indicadores que demonstram a excelência dos resultados da organização em nível internacional.	Desenvolvimento de novos métodos de ensaios na fronteira do conhecimento em uma determinada grandeza. Desenvolvimento de novos equipamentos para ensaios e teste inovadores.	Possui reconhecimento internacional das atividades de pesquisa fronteira tecnológica. Capaz de ofertar à indústria uma carteira de projetos de inovação.	É reconhecido no mercado como líder em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de fronteira tecnológica.
Nível (4) Capacidade inovadora intermediária	Gestão Laboratorial com indicadores que demonstram a excelência dos resultados da organização em nível nacional. Funcionamento do conselho consultivo, constituído por representantes da indústria (grupo gestor).	Adaptação e modificação complexas nos equipamentos e instrumentos para realização de novos ensaios e testes.	Possui reconhecimento nacional das atividades de Consultoria, assistência técnica e PD&I. Capacidade de realizar pesquisa articulada com universidade e instituição de fomento.	Capacidade consolidada de difundir o conhecimento como forma de geração de novas oportunidades de prestação de serviços.
Nível (3) Capacidade inovadora básica	Capacidade de ampliar o escopo de certificações do sistema de gestão.	Realização de estudos e pequenas adaptações nos equipamentos para reduzir os níveis de incerteza. Capacidade de ampliar o escopo de serviços certificados.	Realiza pesquisa interna para o desenvolvimento de novas oportunidades de oferta de parceria com a indústria. Capaz de ofertar novas linhas de serviço	Articula e participa de parcerias com outras instituições (nacionais ou internacionais) para o desenvolvimento de novas oportunidades para o mercado.

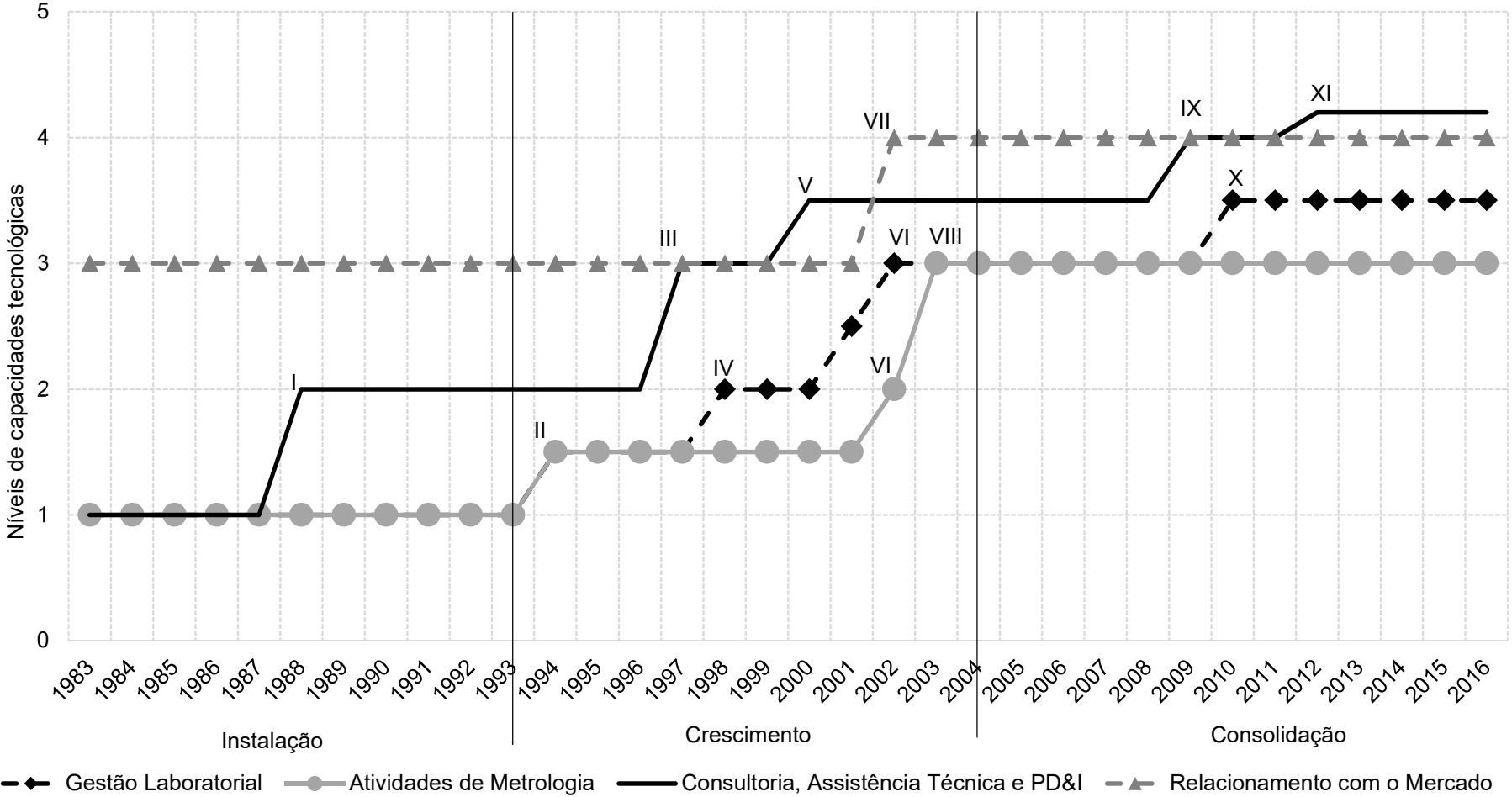
QUADRO 5 – Mapa descritivo de níveis de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna

(Conclusão)

Capacidades Tecnológicas Operacionais				
Nível da Capacidade Tecnológica	Gestão Laboratorial	Atividades de Metrologia	Consultoria, Assistência Técnica e PD&I	Relacionamento com o Mercado
Nível (2) Capacidade operacional avançada	Sistema gerencial implementado capaz de demonstrar eficiência, qualidade, confiabilidade, segurança e certificado conforme norma.	Capaz de demonstrar níveis de confiabilidade e incerteza dos equipamentos e instrumentos de medição. Certificado ISO 17025	Capaz de desenvolver atividade de PD&I em parceria com a indústria para pequenas melhorias de produto ou processo.	Desenvolve estudos e ações para se antecipar às demandas de tecnologias no mercado.
Nível (1) Capacidade operacional básica	Padrões e sistema de gestão básico para operação da instituição.	Capaz de realizar atividades operacionais básicas para operar e manter o funcionamento dos equipamentos.	Capaz de realizar consultorias para a melhoria de processos e produtos. Oferta de serviços de informações tecnológicas.	Atende às demandas do mercado na oferta de produtos e serviços.

Fonte: Elaborado pelo autor

FIGURA 14 - Diagrama ilustrativo da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna



Fonte: Extraída da análise de dados da pesquisa

A Figura 14 apresenta o diagrama ilustrativo da trajetória de acumulação de capacidade tecnológica da Unidade do Senai de Itaúna. O diagrama foi construído com base nos dados e nas informações coletadas conforme descrito no Procedimento de coleta e análise de dados do Método de pesquisa. Esses dados compõem uma trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna, que será analisado em detalhe no item a seguir. O Quadro 6 apresenta as atividades ou práticas de gestão que provocaram alteração no nível de capacidade tecnológica.

QUADRO 6 – Descrição de atividades e práticas de gestão

Item	Ano	Descrição
I	1988	Início da atuação do Senai de Itaúna em pesquisas aplicadas.
II	1994	Início das ações para a acreditação para fazer parte da RBLE.
III	1997	Construção da Unidade Móvel para a prestação de assistência técnica e tecnológica e treinamentos a empresas de fundição.
IV	1998	Certificação do Sistema de Gestão conforme ABNT NBR ISO 9001/94.
V	2000	Aprovação do projeto na RECOPE, Rede Cooperativa de Pesquisa.
VI	2002	Acreditação do LAMAT pelo INMETRO, sob o número CRL 0126.
VII	2002	Lançamento da coleção de livros técnicos gerados por meio do Projeto JICA
VIII	2003	Concessão, pelo INMETRO, da extensão de escopo de serviços acreditados.
IX	2009	Recebimento pelo Senai do Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica concedido pela ABIFA
X	2010	Funcionamento do Conselho Consultivo constituído por representantes da indústria (grupo gestor).
XI	2012	Publicação de pesquisa de fronteira, realizada por projetos de pesquisa de ferro fundido nodular austemperado ADI.

Fonte: Extraído da análise de dados da pesquisa

5.3 Descrição da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas

Essa seção, apresenta-se a descrição da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas nos períodos de Instalação, Crescimento e Consolidação. Em cada período,

foram destacadas as atividades e as ações que demonstram o nível de capacidade tecnológica acumulada.

5.3.1 Período de instalação - de 1983 a 1993

Para analisar este período é necessário destacar que o Centro de Fundição de Itaúna foi inaugurado em 1977. Dessa forma, as funções em análise já possuíam um histórico de acumulação de capacidades tecnológicas. Ou seja, já havia processos de gestão operando, serviços de assistência técnica e a realização ensaios e teste já acontecia de forma didática ou como oferta de serviço gratuito. A relação da instituição com o mercado já era consolidada, a partir da realização de eventos e parcerias. Assim, o Nível 1 (Operacional básica) já estava consolidado para as funções de: Gestão laboratorial, Atividades de metrologia e Consultoria, assistência técnica e PD&I.

Com o início, em 1988, da atuação do Senai/CEFET em pesquisas aplicadas, a função Consultoria, assistência técnica e PD&I completa o Nível 2 (Operacional avançada) ainda nesse período.

A função Relacionamento com o mercado já possuía ações consolidadas para antecipar as demandas do mercado e capacidade de articular parcerias com outras instituições (nacionais ou internacionais). As ações evidenciaram que essa função poderia ser caracterizada no Nível 3 (Inovadora básica). Nesse mesmo período, foram feitas edições para venda de publicações técnicas desenvolvida no projeto da OIT dos 23 títulos elaborados para implantação do Curso Técnico de Fundição.

Os seguintes fatos históricos caracterizam este período de análise:

1983 - Início das operações dos Laboratórios de Análises Químicas, Ensaios em Areias, Ensaios Mecânicos, Análises Metalográficas, Setor de Recepção e Preparação de amostras para atendimento a indústria

1986 - Início o projeto SENAI/BIRD/MTb, que possibilitou à Unidade ampliar e atualizar os seus laboratórios em termos de equipamentos e pessoal qualificado.

1987 – Realização do 6º Encontro Nacional de Fundição no auditório da FIEMG, em Belo Horizonte. É publicado o livro *Escola SENAI de Fundição Marcelino Corradi – Há 10 anos realidade*. Edição para a venda dos 23 títulos desenvolvidos para a implantação do Curso Técnico em Fundição.

1989 – Inauguração do Núcleo de Documentação e Informação “Marcel Ganivet” da biblioteca do SENAI Itaúna

Outros fatos importantes que caracterizam este período: contratação de ex-alunos de cursos técnicos para trabalharem nos laboratórios; a Unidade passou a ser denominada “Centro

Tecnológico de Fundação Marcelino Corradi (Senai/CETEF)”; realização de pesquisa interna (materiais e processos de fundição) para a prestação de serviço à indústria utilizando a disponibilidade da fábrica piloto e os equipamentos dos laboratórios; oferta de serviços gratuitos para as empresas, como forma de demonstrar e validar os serviços prestados pelo Senai de Itaúna.

5.3.2 Período de crescimento - de 1994 a 2004

Este período tem como característica um grande volume de atividades que promoveram um rápido crescimento da Unidade do Senai de Itaúna. A função Atividades de Metrologia iniciou seu crescimento em 1994 e se consolidou no Nível 2 (Operacional avançada) com a acreditação pelo INMETRO do LAMAT, em 2002. No Nível 3 (Inovadora básica) com a ampliação do escopo de acreditação, em 2003.

A função Gestão Laboratorial iniciou seu crescimento em 1994, com o início do processo de acreditação e completa Nível 2 (Operacional avançada) em 1998, com a certificação ISO 9001. Em 2002, com a acreditação pelo INMETRO, foi demonstrada a capacidade da instituição de obter novos níveis de certificação, atingindo assim o Nível 3 (Inovadora básica) para essa função.

A função Consultoria, assistência técnica e PD&I consolida-se no Nível 3 (Inovadora básica) com a Unidade Móvel para a prestação de assistência técnica e tecnológica. Avançou para o Nível 4 (Inovadora intermediária) incompleta em 2000, com a aprovação na RECOPE do Convênio firmado entre FAPEMIG, FIEMG, Universidade de Itaúna e Thyssen Fundições de Barra do Piraí, no Rio de Janeiro. Esse projeto evidenciou a capacidade da instituição de realizar pesquisa articulada com universidade e instituição de fomento.

No ano de 2002 o lançamento da coleção de livros técnicos gerados por meio do Projeto JICA consolida a capacidade do Senai de Itaúna de difundir o conhecimento como forma de geração de novas oportunidades de prestação de serviços que é o Nível 4 (Inovadora intermediária) para a função Relacionamento com o Mercado.

Os seguintes fatos históricos caracterizam esse período de análise:

1994 – Início das ações para acreditação para fazer parte da RBLE.

1997 – Construção da Unidade Móvel, para prestação de assistência técnica e tecnológica e treinamentos a empresas de fundição.

1997 a 2002 – Implementação do projeto de Cooperação Técnica -JICA *Japan International Cooperation Agency* e o SENAI DR-MG. Formação de pessoal com peritos japoneses e estágio no Japão JICA

1998 – Certificação do Sistema de Gestão ABNT NBR ISO 9001/94.

2000 – Aprovação na RECOPE, Rede Cooperativa de Pesquisa do convênio firmado entre FAPEMIG, FIEMG, Universidade de Itaúna e Thyssen Fundições de Barra do Piraí, no Rio de Janeiro.

2002 – Acreditação do LAMAT pelo INMETRO, sob o número CRL 0126.

2003 – Concessão pelo INMETRO da extensão de escopo de serviços acreditados.

Outros fatos importantes caracterizam este período: a realização de gestão por lideranças de projetos e de processos com reunião de acompanhamento de resultados, desenvolvimento do planejamento estratégico da Unidade e instalação do laboratório de pesquisa.

5.3.3 Período de consolidação - de 2005 a 2016

Este período se caracteriza pela estabilização da dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas, pela necessidade de consolidação da aprendizagem. As funções Atividades de Metrologia e Relacionamento com o Mercado permaneceram no mesmo nível do início do período.

A função Gestão Laboratorial avança para o Nível 4 (Inovadora intermediária) incompleto, com o funcionamento do Grupo Gestor, em 2010. A função Consultoria, assistência técnica e PD&I que consolidou, em 2009, o Nível 4 (Inovadora avançada) com o recebimento do Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica, concedido pela ABIFA, o que evidenciou que a instituição possui o reconhecimento nacional da atividade de PD&I. Em 2012, essa função atingiu o Nível 5 (Inovação avançada) incompleto. Isso foi possível graças à pesquisa de fronteira realizada por projetos de pesquisa de ferro fundido nodular austemperado ADI e ao projeto de pesquisa de aço de fundição com matriz bainítica nanoestruturada.

Fatos históricos caracterizam este período de análise:

2009 – Concessão do Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica concedido pela ABIFA

2010 - Funcionamento do conselho consultivo constituído por representantes da indústria (grupo gestor).

2012 – Recebimento do Prêmio Senai Inovação e Serviços Técnicos e Tecnológicos 2º lugar / Categoria Casos de Sucesso em Inovação. Publicação internacional de pesquisa de ferro fundido nodular austemperado ADI e de projeto de pesquisa de aço de fundição com matriz bainítica nanoestruturada.

2013 – Recebimento pelo Senai do Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica, concedido pela ABIFA.

2016 - Início das obras de expansão do Centro de Fundição.

Outros fatos importantes caracterizam este período: aquisição de equipamento de teste de análise química por fluorescência de raios X; modernização da preparação de amostras (novos equipamentos); expansão dos laboratórios metalográfico, mecânico e areias; instalação do novo MEV; e implantação de análise de escória e minério.

6 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Nessa seção, analisam-se dinâmica de acumulação de capacidade tecnológicas e os resultados da Unidade do Senai de Itaúna. No final, apresenta-se a análise das implicações do trabalho de pesquisa.

6.1 Análise da dinâmica acumulação de capacidades tecnológicas da Unidade do Senai de Itaúna

A análise da dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas é importante para compreender a capacidade da empresa de responder às demandas de inovação do mercado, bem como a capacidade de coordenar e reaplicar eficazmente suas competências internas e externas (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

Pela a análise do processo de acumulação de capacidade tecnológica da Unidade do Senai de Itaúna, um dos fatos relevantes que pode ser destacado é a dinâmica de evolução da função “Consultoria, assistência técnica e PD&I”. Essa função apresentou evolução em diversos níveis de capacidades tecnológicas, sendo gastos:

- 5 anos para evolução do nível 1 (operacional básica) para o nível 2 (operacional avançada);
- 9 anos para evolução do nível 2 (operacional avançada) para o nível 3 (inovadora básica);
- 12 anos para evolução do nível 3 (inovadora básica) para nível 4 (inovadora intermediária).

A dinâmica da função demonstra o esforço da instituição em evoluir nas atividades de consultoria, assistência técnica e PD&I. Esse esforço pode ser percebido por ações como: formação no exterior dos profissionais da unidade; realização de encontro e seminários para a absorção e socialização do conhecimento; realização de projetos em parceria com instituições internacionais para a capacitação dos funcionários e a modernização das instalações; participação em congressos técnicos nacionais e internacionais; e investimento na ampliação das instalações dedicadas às atividades de consultoria, assistência técnica e PD&I.

Esse fato também foi percebido durante a fase de pesquisa de campo na entrevista em grupo. Os entrevistados destacaram o interesse da equipe técnica e da liderança com as atividades de pesquisa. Nesse sentido, quando perguntados sobre os principais fatos ou ações que

contribuíram para a evolução do Senai na oferta de serviços de PD&I, os entrevistados responderam:

Para a Supervisora Técnica (há 27 anos no Senai de Itaúna), o grande diferencial do CETEF são as pessoas.

As pessoas que passaram por aqui e muitas que estão por aqui hoje contribuíram muito para esse crescimento do Senai. Foi uma evolução natural, com a vontade das pessoas, os entusiasmos das pessoas. Inicialmente, os laboratórios eram a base para educação e, posteriormente, foram evoluindo para a prestação de serviço. Os laboratórios foram evoluindo com a necessidade da indústria da região e com a vontade das pessoas.

Para a Supervisora Administrativa (há 30 anos no Senai), que participou do processo de contratação dos profissionais que trabalham no Senai/CETEF, um dos diferenciais foi a contratação dos melhores alunos do curso técnico de fundição e a parceira com a Universidade de Itaúna para a concessão de bolsas aos funcionários do Senai em troca da utilização da oficina mecânica da Unidade. Para ela, o interesse pela pesquisa dos funcionários, a oportunidade das bolsas de estudo e o incentivo da liderança foram diferenciais para o sucesso da evolução da Unidade do Senai de Itaúna.

A história aqui é uma história mesmo de quem gostar de estudar, esse povo aqui gosta de estudar de pesquisar, é só dar corda. Desde que a gente tenha a oportunidade de fazer isso as pessoas gostam e os gestores que sempre gostam de incentivar, nunca puxaram a gente para traz.

O Gerente da Unidade destaca o investimento feito pelo Projeto JICA na formação de profissionais em modernização das instalações.

Muito investimento foi feito na capacitação das pessoas, aperfeiçoamento das pessoas, com estágios e cursos realizados lá no Japão. A partir daí, as coisas foram desenvolvendo, mas considero esses momentos muito importantes para esse desenvolvimento.

Conforme destacado pelos entrevistados, uma das características o Senai/CETEF foi a contratação de alunos que se destacaram do curso técnico para trabalharem nos laboratórios e também para lecionar. As parcerias e os incentivos proporcionaram a esses funcionários a evolução na formação acadêmica e, também, a evolução na carreira profissional.

O esforço da instituição é percebido na Figura 14, que demonstra de forma ilustrativa a dinâmica constante de evolução dos níveis de capacidades tecnológicas da função “Consultoria, assistência técnica e PD&I” e a integração das demais funções (Gestão Laboratorial, Atividades de Metrologia e Relacionamento com o mercado) para a sustentação dos resultados da instituição.

No tópico a seguir, avaliam-se os resultados da instituição em comparação com outras unidades da Rede Senai de Minas Gerais.

6.2 Análise dos resultados da Unidade do Senai de Itaúna

Para a avaliação dos resultados da Unidade do Senai de Itaúna, realizou-se um comparativo das receitas de serviços técnicos de três principais unidades do Senai que têm em seu escopo atividades de metrologia (calibração e ensaios) e de prestação de serviços de consultoria de PD&I. São elas:

- Unidade do Senai focado na área de construção civil (REF-A).
- Unidade do Senai focado na indústria metalomecânica (REF-B).
- Unidade do Senai atuante na área de alimentos (REF-C).

Os dados foram coletados do sistema de gestão financeira da FIEMG. Utilizou-se como dado comparativo a geração de receita de cada uma das unidades no período de 2005 a 2016. As receitas foram analisadas com base na divisão de centro de custos. Para facilitar a análise, os centros de custos foram agrupados nas funções: Metrologia, Consultoria e PD&I. O Quadro 7 apresenta o agrupamento dos centros de custos para cada uma das funções analisadas.

QUADRO 7 – Agrupamento de centros de custos, por função

Descrição do Centro de Custo	Função
3492 – Serviços Metrológicos – Ensaios	Metrologia
3493 – Serviços de Inspeção	
3899 – Serviços Metrológicos – Calibração	
3483 – Consultoria para Atendimento de Legislações, Normas e Regulamentos Técnicos	Consultoria
3484 – Assessoria Consultoria Processo Produtivo	
3494 – Serviços Operacionais	
3502 – Inovação de Produto	Pesquisa Desenvolvimento de Inovação
3503 – Inovação de Processos	

Fonte: Elaborado pelo autor

O Gráfico 5 apresenta um comparativo entre as receitas de cada uma das unidades com base nas funções analisadas. Para análise dos dados, calculou-se a média de receita das três unidades, em cada período de análise. Posteriormente, essas receitas foram comparadas com a receita da Senai de Itaúna. Os valores dos rótulos, no gráfico, apresentam os resultados da comparação em cada período.

Conforme demonstrado no Gráfico 5, pode-se observar que a Unidade do Senai de Itaúna (Itaúna-CTF) apresenta uma receita de serviço que é significativamente maior que a média de receita das demais unidades analisadas (REF-A, REF-B e REF-C). No período de 2005 a 2016, a receita da Unidade do Senai de Itaúna foi, em média, 257% maior do que a média das demais unidades nos períodos analisados.

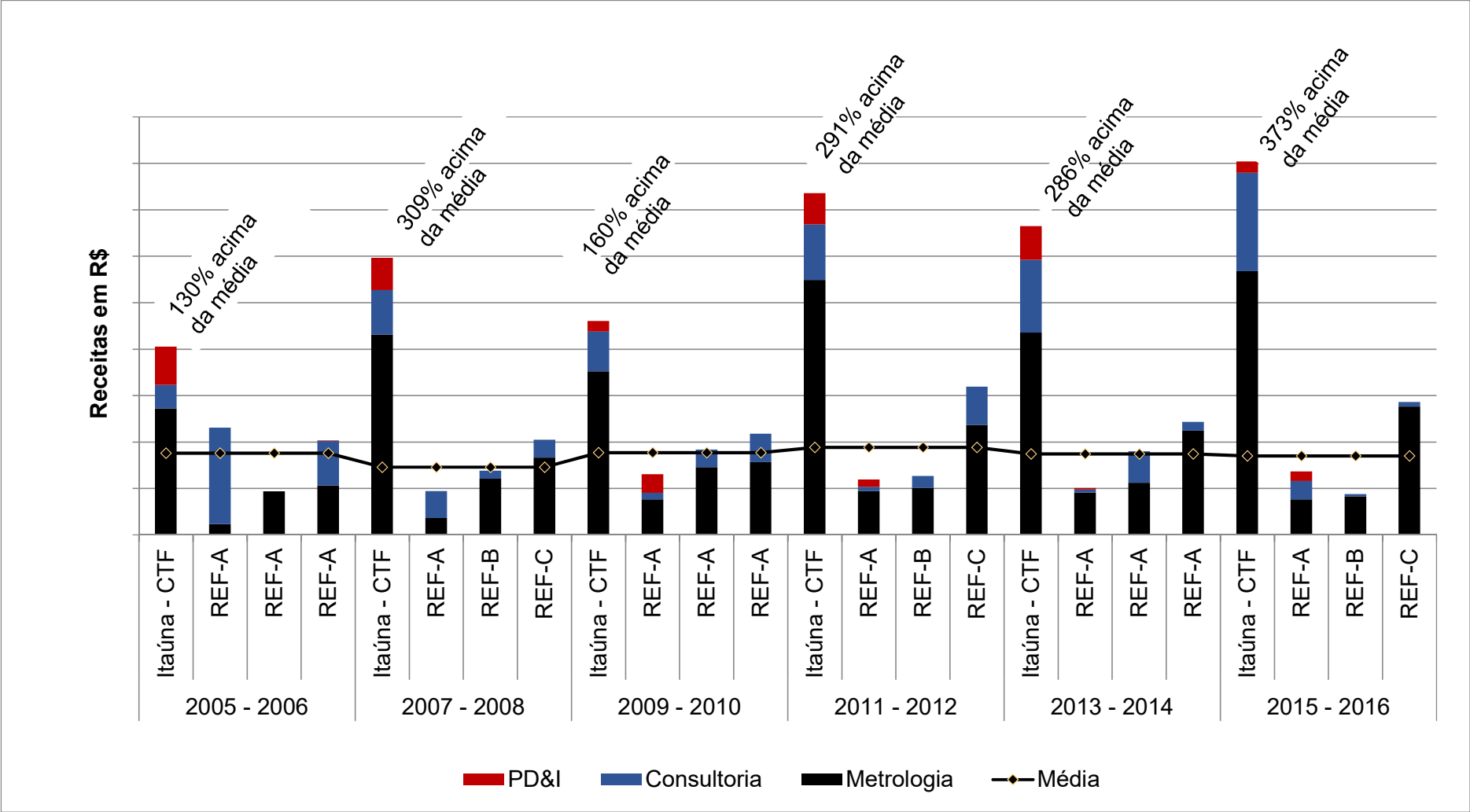
A geração de receitas de serviços de metrologia, consultoria e PD&I depende dos recursos (humanos e equipamentos) disponíveis para a prestação dos serviços. Para reduzir os efeitos da disponibilidade de recursos, o gráfico 6 avalia a composição percentual de receita de cada um dos serviços avaliados (metrologia, consultoria e PD&I).

Conforme demonstrado no Gráfico 6, a Unidade do Senai de Itaúna é a única que apresentou receita de PD&I em todos os períodos avaliados. O Senai REF-C apresentou 1% de receita no período de 2005 a 2006. O Senai REF-B não apresentou receita de PD&I em nenhum período analisado. A Unidade do Senai REF-A apresentou receita de PD&I a partir do ano de 2009.

No período de 2005 a 2016, o percentual médio de participação de PD&I nas receitas de serviço da Unidade de Senai de Itaúna foi de 10%. O Gráfico 7 apresenta a composição percentual de receitas totais unidades o período analisado.

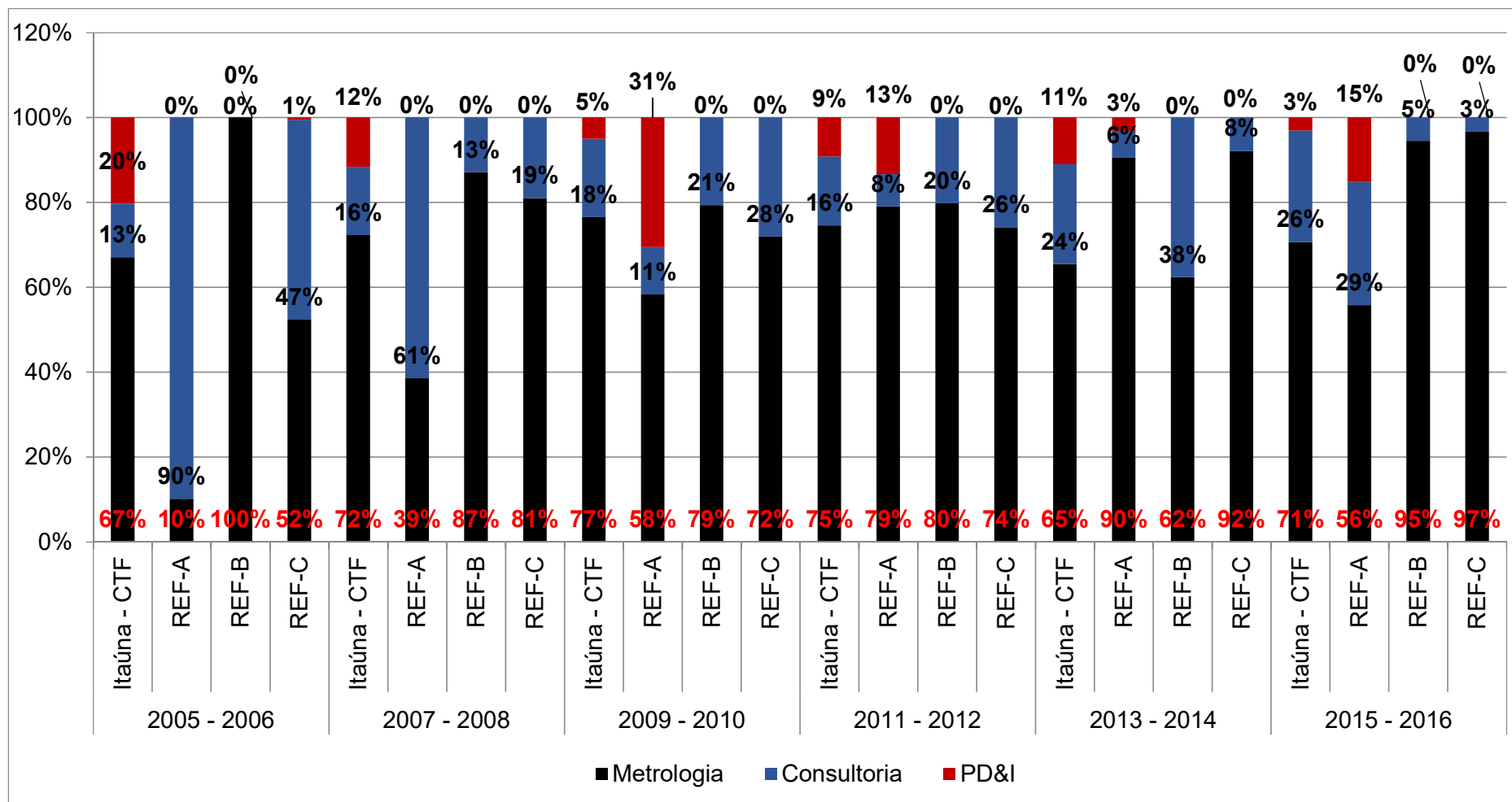
Pela análise do gráfico 7, observa-se que a participação de PD&I na composição das receitas de totais de serviços da Unidade do Senai de Itaúna foi de 9,26%. Observa-se também que a Unidade do Senai REF-A teve uma participação de 9,83% com destaque para as atividades de consultoria que chegou a 41,24%.

GRÁFICO 5 - Composição das receitas das unidades do Senai, por biênio

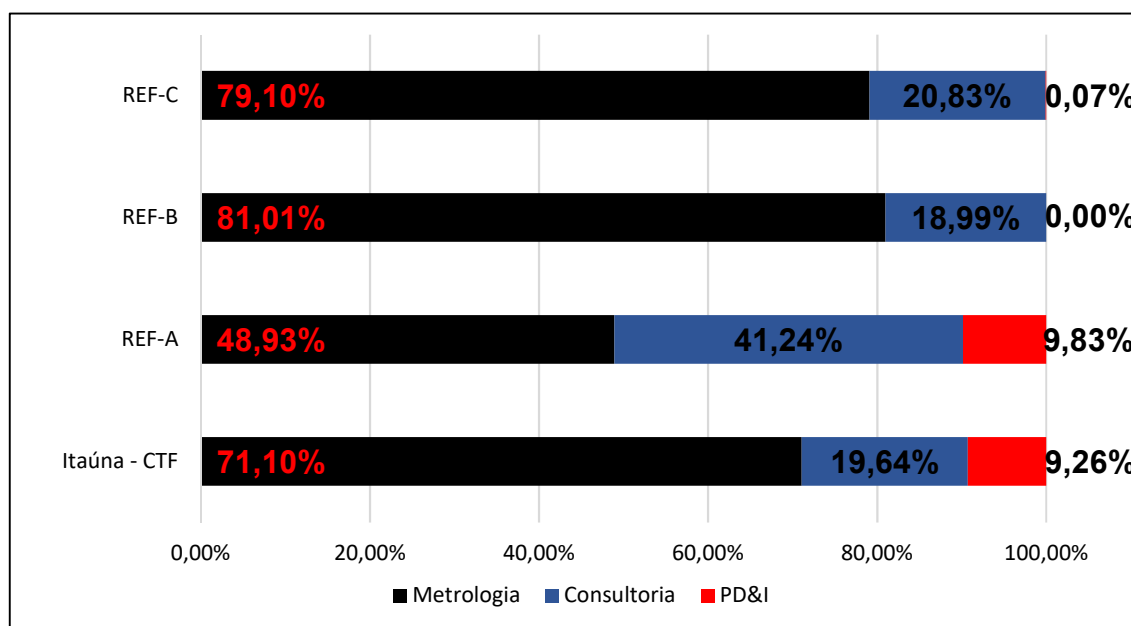


Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do ERP – Fiemg

GRÁFICO 6 - Composição das receitas das unidades do Senai



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do ERP – Fiemg

GRÁFICO 7 - Composição das receitas totais das unidades do Senai

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do ERP – Fiemg

A análise dos dados revela que a geração de receitas com a prestação de serviços de metrologia, consultoria e PD&I da Unidade do Senai de Itaúna é recorrente e está em crescimento nos períodos analisados. Outro fato de destaque é que a Unidade apresentou receitas nas três funções (metrologia, consultoria e PD&I) no período de 2005 a 2016, o que demonstra que as capacidades tecnológicas acumuladas para essas funções geraram estabilidade na prestação desses serviços.

Também merece destaque o surgimento, na Rede do Senai, de novas unidades com um perfil similar de prestação de serviços nas funções metrologia, consultoria e PD&I, como é o caso da Unidade do Senai REF-A, que a apresentou, sistemicamente, receitas para as três funções a partir de 2009. Nesse sentido, a análise da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas pode ser útil para a aprendizagem e a concepção de práticas de gestão.

6.3 Análise das implicações da pesquisa

Conforme demonstrado na revisão bibliográfica, a metrologia exerce um papel fundamental no desenvolvimento de inovação. Porém, ao analisar os estudos relativos ao mapeamento do SNI, os laboratórios de metrologia e os institutos privados de pesquisa não são considerados como atores do sistema ou são considerados de forma superficial. Isso traz, na prática, uma série de implicações à operação desses laboratórios de metrologia ou institutos privados de pesquisa, são elas:

- Pelo distanciamento do debate de inovação, os gestores de laboratório de metrologia não percebem a oportunidade de geração de novos negócios (consultoria, assistência técnica e PD&I), que podem ser ofertados para os clientes a partir do conhecimento gerado no processo de medição. Nesse sentido, o que se percebe é a existência de muitos laboratórios dedicados exclusivamente à oferta de atividades de avaliação da conformidade, ou seja, emissão de certificados de ensaio ou calibração.
- Os gestores ou coordenadores de projetos de PD&I não percebem na matriz laboratorial oportunidade de realização de parceria para executar atividades de inovação, inclusive, com a possibilidade de utilização de recursos de fomento ou financiamento à inovação.
- Pela falta de uma bibliografia que descreva funções ou competência necessárias à execução de atividades que podem complementar as rotinas de metrologia, os gestores ou operadores de laboratórios podem ter dificuldades para vislumbrar as práticas ou atividades necessárias que os habilitem a ofertar atividades de consultoria, assistência técnica e PD&I. Nesse sentido, este trabalho apresenta uma série de práticas de sucesso a partir das experiências de um ILPP nacional.

Considerando o escopo de trabalho de descrever a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas de um ILPP na evolução e transição nos níveis de oferta de serviços de metrologia para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio a inovação da indústria, esse trabalho tem como implicações:

- A inserção do ILPP como agente de inovação no sistema nacional depende de um equilíbrio interno entre desenvolvimento organizacional e tecnológico, formação das pessoas e relações externas. Ou seja, o equilíbrio nas funções que estão descritas nesse trabalho.
- A construção de capacidade tecnológica se dá por meio de etapas gradativas ao longo do tempo. Apesar disso, tal trajetória pode ser acelerada se baseada em intencionalidade estratégica.
- Políticas públicas podem catalisar trajetórias de construção de capacidades tecnológicas de ILPPs de várias formas, incentivando diretamente seja as atividades destes agentes seja as relações com seus parceiros diretos. Entretanto, a negligência observada em relação aos ILPPs ainda dificulta este processo.
- A descrição de uma trajetória de construção de capacidades tecnológicas inovadoras de forma gradual e estratificada em funções organizacionais-chave facilita a própria gestão interna do ILPP, ao estabelecer uma linguagem visual comum e nortear o

planejamento das novas ações em cada âmbito funcional, sem perder a noção de integralidade do processo.

- Apesar de não se tratar de um modelo com pretensões prescritivas em um primeiro momento, a trajetória descrita neste estudo serve como referência para outros ILPPs. Há de se considerar, contudo, as contingências próprias de cada organização, dadas pelos seus aspectos históricos particulares.
- A trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras é um fenômeno dinâmico e é importante lembrar que os níveis de fronteira se deslocam com o tempo. Isso significa que a manutenção, ou avanço, para níveis subseqüentes desta trajetória requerem esforço constante e manifestam também dependência forte da dinâmica do ecossistema local.

Em síntese, este trabalho abre uma série de oportunidades que podem ser exploradas em trabalhos de pesquisa posteriores.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como foco responder à seguinte questão de pesquisa: Como se caracteriza o processo de acumulação de capacidades tecnológicas de um instituto ou laboratório privado de pesquisa na evolução e transição nos níveis desde a oferta de serviços de metrologia até o desenvolvimento de pesquisa aplicada e apoio a inovação da indústria?

Para caracterizar o processo de acumulação de capacidades tecnológicas de um Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa, foi necessário:

- Conceituar o termo institutos ou laboratórios privados de pesquisa (ILPP) e avaliar sua importância para o desenvolvimento de pesquisa aplicada e o apoio à inovação da indústria.
- Selecionar um ILPP que apresente um histórico de desenvolvimento de pesquisa aplicada e de apoio à inovação da indústria.
- Mapear, para cada um dos estágios históricos, o nível de capacidade tecnológica acumulada.
- Avaliar os resultados do ILPP selecionado em relação ao processo de acumulação de capacidade tecnológica.

Na fase inicial do trabalho, o termo ILPP foi conceituado como: os institutos ou laboratórios privados de pesquisa que tenham, ou não, fins lucrativos e que desenvolvam atividades de teste, controle de qualidade, análise, atividades de consultoria, pesquisa e desenvolvimento. A ideia do conceito foi abranger os institutos ou laboratórios que são ou podem se caracterizar como uma ICT Privada, nos termos do atual marco regulatório da inovação.

Das 14 unidades da Unidades da Rede de laboratórios de metrologia e ensaios do Senai-MG, o Senai Itaúna CETEF foi selecionado como caso de estudo. A Unidade apresenta um histórico de evolução na prestação de serviços para a indústria. Inaugurada em 1966, iniciou suas atividades com foco na formação de mão de obra. Em 1981, passou a ofertar serviços de assistência técnica e tecnológica. Desde 1988, oferta serviços de pesquisa aplicada e apoio à inovação para a indústria. Atualmente, é a Unidade do Senai com a maior receita na prestação de serviços técnico e tecnológicos.

Para avaliar o processo de acumulação de capacidades tecnológicas, foram utilizados cinco níveis de capacidades tecnológicas, dois níveis referentes às capacidades tecnológicas operacionais e ao uso da tecnologia; e três níveis de capacidades tecnológicas inovadoras. Para cada nível de capacidade tecnológica foram definidas métricas para as funções: Gestão

Laboratorial; Atividades de Metrologia; Consultoria, Assistência Técnica e PD&I; e Relacionamento com o Mercado.

Os processos de acumulação de capacidades tecnológicas foram avaliados em três períodos distintos: Instalação - de 1983 a 1993; Crescimento - de 1994 a 2004; e Consolidação - de 2005 a 2016.

Para avaliar os resultados do laboratório, utilizou-se como indicador a geração de receita no período de 2005 a 2016. Os resultados foram comparados com três outras Unidades do Senai. No período de 2005 a 2016, a receita da Unidade do Senai de Itaúna foi, em média, 257% maior que o valor médio de cada período de análise.

De forma geral, este trabalho destaca dois aspectos importantes no contexto do estudo e da pesquisa em inovação: primeiro, foca a análise de um grupo de atores (laboratórios de metrologia e institutos privados de pesquisa) que desempenham importante papel no apoio ao desenvolvimento de inovação na indústria, porém ainda pouco percebido pela bibliografia; e segundo, descreve um conjunto de atividades e práticas de gestão que contribuíram para a evolução na oferta de serviços da Unidade do Senai de Itaúna e que podem servir de inspiração para que outros institutos ou laboratórios privados de metrologia ou inovação também possam evoluir na sua oferta de serviços.

Por se caracterizar como uma pesquisa exploratória este trabalho apresenta como limitações:

- Falta de referências comparativas, para que as considerações e análises possam ser validas ou complementadas;
- O método de descrição da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas é sujeito a interpretação e experiências do pesquisador, o que pode provocar um viés ou tendência na análise dos resultados;
- Os resultados descrevem práticas ou atividades do Senai/CEFET de Itaúna que acumularam capacidades tecnológicas para a evolução na prestação de serviços de metrologia a para o apoio à inovação na indústria, porém essas práticas ou atividades deram os resultados no ambiente de atuação da Unidade. Para permitir extrapolação desses resultados, é necessário a realização de estudos complementares.

Esse trabalho abre uma série de oportunidades para acadêmicos, gestores de institutos ou laboratórios, coordenadores de redes de laboratórios, agentes de institutos de apoio ou pesquisa industrial e agentes de políticas públicas, podendo-se destacar:

- Estratificação da amostra de ILPPs, para a compreensão do nível de maturidade da gestão e a adequabilidade aos requisitos do marco legal de inovação;

- Avaliação e elaboração de novos indicadores e instrumentos de pesquisa para avaliar a importância do ILPPs para o SNI;
- Avaliação e análise das relações de parceria ILPPs e empresas para o desenvolvimento de inovação;
- Análise dos comparativas de modelos e níveis de maturidade das práticas de gestão de ILPPs nos níveis nacional e internacional.

REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI, A.; SOUSA, A. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri, SP: Manole, cap. 1. p. 1-15, 2008.

ALBERTAZZI, A.; SOUSA, A. **Apresentação: Fundamentos de metrologia científica e industrial - Medir**, 2008b.

Disponível em: <http://www.labmetro.ufsc.br/livroFMCI/slides_powerpoint.html>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025 Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração** Rio de Janeiro, 31 p. 2005.

ARIFFIN, N.; FIGUEIREDO, P. N. Globalisation of innovative capabilities: evidence from local and foreign firms in the electronics industry in Malaysia and Brazil. **Science, Technology and Society** 11.1 p. 191-227. 2006.

Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/097172180501100107>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16501 Diretrizes para sistemas de gestão da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (PDI)** Rio de Janeiro, 24 p. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16500:2012 - Atividade para a gestão da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (PD&I) - Terminologia**. Rio de Janeiro, 9 p. 2012.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS. **Guia de boas práticas para a interação ICT – Empresa**. 3.^a Edição ed. São Paulo: Anpei, 97. p. 2015.

Disponível em: <http://anpei.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Guia_Anpei_Interacao_ICT_Empresa.pdf>

ASSUMPÇÃO, J.; FIGUEIREDO, P. N. Competências técnico-organizacionais e estratégia organizacional: evidências de organizações não governamentais. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM)**, v. v.5, n.3, n. 1677–7387, 16 p. 2006a.

ASSUMPÇÃO, J.; FIGUEIREDO, P. N. Papel das competências técnico-organizacionais na estratégia organizacional: evidências de cinco organizações não governamentais no Rio de Janeiro (1996-2004). **Análise–Revista de Administração da PUCRS**, v. 18, n. 2, 2006b.

BAGNO, R. B.; CHENG, L. C. Liderança tecnológica intermediária e desenvolvimento de competências tecnológicas: estudo de caso em uma subsidiária do setor automotivo brasileiro. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 1, p. 19–38, 1 out. 2008.

BAGNO, R. B.; FARIA, A. F. DE. **O Modelo das Duas Rodas: uma referência para o Sistema de Gestão da Inovação em Pequenas e Médias Empresas**. Editora UF ed. Viçosa - MG, 2017.

BELLINGHINI, M. F. **Acumulação de competências tecnológicas e suas implicações para o aprimoramento da performance técnico-econômica em operadoras de telecomunicações fixas: a experiência da Telemar Norte Leste S.A.** Fundação Getúlio Vargas, 2003.

BELLINGHINI, M. F.; FIGUEIREDO, P. N. **Capacidades tecnológicas e estratégia empresarial: evidências em nível de empresa da indústria de telefonia fixa no Brasil.** 2006.

BRASIL. **Lei Nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973.** Institui o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e dá outras providências., 1973. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5966.htm>

BRASIL. **Lei Nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências., 2004. Disponível em: <Lei Nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004>

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, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm>

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Programa Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade.** Brasília, 100 p. 2001. Disponível em: <https://www.inesul.edu.br/site/documentos/programa_tecnologia_industrial.pdf>

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019.** p. 128, 2016.

CASTRO, E. C. DE; FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem tecnológica compensa? Implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento de performance técnico-econômica em uma unidade de aciaria no Brasil (1997-2001). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 9, n. spe1, p. 109–133, 2005.

CAVALCANTI PAULO N., G. S. S.; F. Voando Alto e Baixo: Competências Técnico-organizacionais e Performance Competitiva em Microempresas de Turismo de Aventura no Rio de Janeiro. **Revista acadêmica Observatório de Inovação do Turismo**, v. 1, p. 1–16, 2006.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Quadro de Atores Selecionados no Sistema Nacional de Ciência , Tecnologia & Inovação Instituições de CT&I.** 2009. Disponível em: < <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/662>>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Quadro de atores selecionados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação Universidades brasileiras.** 2010. Disponível em:< http://www.cgee.org.br/quadro/MapaCTI_02jun10.pdf>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Portal da Indústria - SENAI Institucional**. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/institucional/missao-e-visao/>>. Acesso em: 27 set. 2017a.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Portal da Indústria - SENAI Inovação e Tecnologia**. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/canais/inovacao-e-tecnologia/>>. Acesso em: 27 set. 2017b.

DAGNINO, R. A Relação Pesquisa-Produção: em busca de um enfoque alternativo. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: O desafio da interação**, n. 1993, p. 101–151, 2002.

DEVELOPMENT. ENVIRONMENT DIRECTORATE. **The OECD Principles of Good Laboratory Practice**. Organisation for Economic Co-operation and Development, Environment Directorate, 1992

EDQUIST, C., **Systems of Innovation: Perspectives and Challenges**The Oxford Handbook of Innovation. Oxford, 2006.

FAGERBERG, J. **Innovation: a guide to the literature** OsloCentre for Technology, Innovation and Culture, Univerty og Oslo, 2003.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Centro de Inovação Tecnológica**. Disponível em: <<https://www7.fiemg.com.br/cit>>. Acesso em: 27 set. 2017a.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **SENAI Itaúna CETEF Marcelino Corradi**. Disponível em: <<http://www7.fiemg.com.br/senai/mais-senai/na-sua-cidade/senai-itauna---cetef-marcelino-corradi>>, Acesso em: 27 set. 2017.

FIGUEIREDO. Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 54–69, 2005.

FIGUEIREDO, P. N. **Technological capability-accumulation paths and the underlying learning processes in the latecomer context: a comparative analysis of two large steel companies in Brazil**. [s.l.] University of Sussex for, 1999.

FIGUEIREDO, P. N. **Acumulação de competências tecnológicas e processos de aprendizagem; estruturas conceituais e experiências de empresas no Brasil**. Rio de Janeiro: 2001. Disponível em:< <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/eneo2000-25.pdf>>.

FIGUEIREDO, P. N. Capacidade Tecnológica e Inovação em Organizações de Serviços Intensivos em Conhecimento: evidências de institutos de pesquisa em Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 2, p. 403–454, 2006.

FIGUEIREDO, P. N. **Aprendizagem tecnológica e performance competitiva**. Rio de Janeiro: Editora FGV, p. 292, 2003.

FIGUEIREDO, P. N. **Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTD, 2015.

FIGUEIREDO, P. N.; PINHEIRO, M. C. **Competitividade industrial brasileira e o papel das capacidades tecnológicas inovadoras: a necessidade de uma investigação criativa**. 2016.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L.; BORINI, F. M. The Brazilian multinationals' approaches to innovation. **Journal of International Management**, v. 19, n. 3, p. 260–275, 2013.

FONSECA, M.; FIGUEIREDO, P. N. Acumulação de capacidades tecnológicas e aprimoramento de performance operacional: evidências de um estudo de caso em nível de empresa. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 2, p. 311–344, 2014. Disponível em: <<http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/rbi/article/view/608>>.

FREEMAN, C. The “National System of Innovation” in historical perspective Introduction: The National System of Friedrich List. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. July 1993, p. 5–24, 1995.

FROHARD, J. A. C. **Trajetórias de acumulação de capacidades inovadoras, mecanismos de aprendizagem e fatores organizacionais relativos a atividades em gestão de projetos: estudo de caso comparativo inter-empresarial na indústria de bens de capital e de celulose e papel no Brasil**. Fundação Getúlio Vargas, 2009.

GARNICA, L. **Mapa do sistema brasileiro de inovação**. Brasília, ANPEI: 2014.

GRANDO, F. L. DE M. Tecnologia industria básica e inovação. In: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, CNI, SENAI, I. (Ed.). **Tecnologia industrial básica: trajetória e tendências no Brasil**. Brasília: p. 177. 2005.

HORA, P. C. DA. **Acumulação de capacidades tecnológicas e os processos de aprendizagem subjacentes: um estudo de caso em pequenas empresas do setor da caprinocultura leiteira**. Universidade Estadual do Ceará, 2010.

INMETRO. **NIT-DICLA-035: Princípios das Boas Práticas de Laboratório - BPL**Rio de Janeiro/Inmetro, 2011.

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal - (VIM 2012)**. Duque de Caxias, RJ : INMETRO, 94 p. 2012.

INMETRO. **Sinmetro - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial**.

Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/sinmetro.asp?iacao=imprimir>>. Acesso em: 23 set. 2017a.

INMETRO. **Acreditação de Provedores de Ensaios de Proficiência**. Disponível em: <http://inmetro.gov.br/credenciamento/acre_prod_ep.asp>. Acesso em: 23 set. 2017b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de inovação tecnológica: 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 164 p. 2010.

Disponível em:<

<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 227 p. 2013.

Disponível em:<

<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual - Pesquisa de Inovação Tecnológica 2014. **Manual - Pesquisa de Inovação Tecnológica**, p. 105, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de inovação tecnológica: 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 105 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99007.pdf>>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Site do Comitê da ISO/TC Innovation management**.

Disponível em: <<https://www.iso.org/committee/4587737.html>>. Acesso em: 27 set. 2017.

JORNADA, J. A. H. DA. A metrologia e a TIB. In: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, CNI, SENAI, I. (Ed.). **Tecnologia industrial básica: trajetória e tendências no Brasil**. Brasília. p. 177. 2005.

JÚNIOR, C. C. DE S. **O Sistema Regional de Inovação do Estado de Minas Gerais: uma análise a partir de suas organizações e interação** Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-9NSK58>>

JÚNIOR, J. J. DA S. **Mecanismo de aprendizagem e acumulação de capacidades tecnológicas: um estudo de caso com empresas de software do nordeste brasileiro**. [s.l.] Universidade Estadual do Ceará, 2013.

Kim, L. **Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, p. 388, 2005.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. **World Development**, v. 20, n. 2, p. 165–186, 1992.

LAWSON, B.; SAMSON, D. Developing Innovation Capability in Organisations: a Dynamic Capabilities Approach. **International Journal of Innovation Management**, v. 5, n. 3, p. 377–400, 2001.

LUNDEVALL, B.-Å. **National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Anthem Press, 1992.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. The brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal. p. 15, 2016.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de inovação: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. **RAE-eletrônica**, v. 4, n. 2, 2005.

MOREIRA, V. DE O. S. **Dados Históricos do Senai Itaúna - Marcelino Corradi** Itaúna, 2016.

NEGRI, F. DE; SQUEFF, F. DE H. S. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. IPEA: FIN ed. Brasília: 2016. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=27203>.

NELSON, R. R. (Ed.) **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York: Oxford university press, 1993.

NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, p. 501, 2006.

NELSON, R. R; WINTER, S. G. **Uma teoria da mudança econômica**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005.

NOGUEIRA, R. A. P. S. **Manual da Qualidade do LAMAT** Itaúna, 2016.

OLIVARES, I. R. B. **Gestão de qualidade em laboratórios**. Ed. Átomo, 2009.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO. **Oslo Manual**. 3a. Ed ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2005.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO. **Manual de Frascati 2002**. 2002. F-Iniciativas, 2008.

PAULA, J. A.; CERQUEIRA, H. E. A. G.; ALBUQUERQUE, E. M. Ciência e tecnologia na dinâmica capitalista : a elaboração neo-schumpeteriana e a teoria do capital. **Ensaio FEE**, v. 23, n. 2, p. 825–844, 2002.

PENROSE, E. **A teoria do crescimento da firma**. Campinas: Editora da Unicampi, 2006.

RAUEN, C. V. O Novo Marco Legal Da Inovação No Brasil: O Que Muda Na Relação Ict-Empresa? **Radar**, n. 43, p. 21–35, 2016.

RIBEIRO, L. C. et al. Science in the developing world III running twice as fast? **Computing in Science and Engineering**, v. 8, n. 4, p. 81–87, 2006.

ROCHA, F. M. **Acumulação de capacidades tecnológicas e mecanismos subjacentes de aprendizagem relativos a gestão de processos: estudo de caso no setor de serviços bancários no Brasil**. Fundação Getúlio Vargas, 2009.

ROSAL, A. C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem corporativa e acumulação tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no Norte do Brasil. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 1, p. 31–43, 2006.

SCHUMPETER, J. A. **Os Economistas**. São Paulo: Editora Nova Cultural, cap. 2 69-99, 1997.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Apresentação SENAI/CEFET** Itaúna SENAI/CETEF, 2016.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Apresentação Unidades SENAI de Tecnologia Inovação e Empreendedorismo**. Belo Horizonte. SENAI, 2017.

SILVA, W. L.; MACIEL, S. H. V.; BAGNO, R. B. **Institutos e laboratórios privados de pesquisa: uma proposta de conceituação e delineamento como um agente do sistema nacional de inovação sob a ótica no novo marco legal da inovação**. Blucher Engineering Proceedings. **Anais...**São Paulo: Editora Blucher, dez. 2016.
Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/25321>>

SMITH, A. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. Editora No ed. São Paulo: 1996.

SOUSA, A. L. **Escola SENAI de Fundação há 10 anos realidade**, Belo Horizonte, SENAI-MG, p. 132, 1987

SOUZA, A. C.; FIGUEIREDO, P. N. Desenvolvimento de capacidades não-tecnológicas e o papel dos processos subjacentes de aprendizagem: experiência da Petrobras. **Review of Administration and Innovation - RAI**, v. 10, n. 2, p. 36, 2013.

TACLA, C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 7, n. 3, p. 101–126, 2003.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509–533, 1997.

TORRES, R. L. **Capacitação tecnológica na indústria farmacêutica brasileira**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

TRIERVEILER, H. J.; SELL, D.; PACHECO, R. C. DOS S. A importância do conhecimento organizacional para o processo de inovação no modelo de negócio. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 113–126, 2015.

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.

YIN, R. K. **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**. Tradução: Grassi, Daniel - 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 205 p. 2001.

APÊNDICE A – INSTRUMENTOS DE PESQUISA

ROTEIRO DE ENTREVISTAS AGENTES EXTERNOS

Roteiro de questões (Preparada para a 1ª. entrevista)

- 1) Fale-me das atividades de sua gerência e de suas atividades.
- 2) Quais são os principais laboratórios que vocês utilizam? (Verificar se metrologia ou P&D)
- 3) Que tipos de serviços de P&D são contratados? (Verificar se metrologia ou P&D)
- 4) Quais são os ICTs públicos? Quais são os Privados?
- 5) Fale-me um pouco das diferenças que você percebe em trabalhar com ICT público e ILPP.
- 6) Existe algum caso que em você percebia oportunidade de parceria de pesquisa com um laboratório privado, mas que não conseguiu evoluir em função de questões internas do ILPP.
- 7) Com base em sua experiência, existe alguns ILPP que você percebe maior facilidade em contratar os serviços? Quais?
- 8) Você percebe práticas gerenciais desses laboratórios que facilitam a relação com a indústria?
- 9) Em relação ao nível de formação dos profissionais, existe diferença?
- 10) Na interação com o mercado, o que facilita o trabalho?
- 11) Você já observou se os equipamentos ou softwares desses laboratórios são mais modernos?
- 12) Qual é diferença você percebe entre os produtos finais ofertados por laboratórios dedicados à metrologia e laboratórios que já ofertam atividade de P&D?
- 13) Sob a ótica do processo de aprendizagem, você observou se esse grupo de laboratório é mais ágil?
- 14) Em visão, por que alguns laboratórios metrologia não evoluem, ou evoluem pouco, na oferta de atividades de P&D?
- 15) Quais são as atividades desses laboratórios que ainda poderiam ser melhoradas?
- 16) Existe alguma prática que é comum a todos os laboratórios que fazem P&D?
- 17) O que deveria ser feitos para que os laboratórios que já ofertam serviço de P&D possam dar ainda mais apoio à inovação da indústria?
- 18) Você poderia indicar outra pessoa que utiliza ILPP que poderia dar uma contribuição importante para a pesquisa?
- 19) Existe alguma questão importante que você gostaria de complementar?

Roteiro de questões (Preparada para a 2ª. entrevista)

- 1) Fale-me sobre a matriz de laboratórios do SENAI-MG.
- 2) Como sua gerência interage com essa matriz de laboratórios?
- 3) Nessa matriz, existem laboratórios que realizam atividades de P&D? Quantos e quais são?
- 4) Que tipo de serviço de P&D é ofertados?
- 5) Existem laboratórios que são dedicados apenas à atividade de metrologia?

- 6) Quais são os principais tipos de ensaios realizados por laboratórios que ofertam apenas atividade de metrologia?
- 7) Qual é a diferença que você percebe nas **práticas gerenciais** adotadas entre os laboratórios que são dedicados a metrologia e os que realizam alguma atividade de P&D?
- 8) Existe alguma diferença no **nível de formação dos profissionais** que trabalham em laboratórios de metrologia e os profissionais que trabalham em laboratórios que ofertam atividade de P&D?
- 9) Sob a ótica da **interação com o mercado**, você observa alguma diferença de práticas entre os laboratórios de metrologia e os que ofertam atividade de P&D?
- 10) Você já observou se os **equipamentos ou softwares** de laboratórios que ofertam atividade de P&D são mais atualizados ou melhores?
- 11) Qual é a diferença que você percebe entre os **produtos finais** ofertados por laboratórios dedicados à metrologia e laboratórios que já ofertam atividade de P&D?
- 12) Sob a ótica do **processo de aprendizagem**, as organizações desenvolvem meios de captação de informações. Posteriormente, essa informação é internalizada por processos de análise e codificação. Para finalizar, o aprendizado é disseminado e socializado. De modo geral você percebe alguma diferença entre os laboratórios de metrologia e os que desenvolvem atividades de P&D. Em relação aos processos de captação, codificação e socialização do aprendizado?
- 13) Em sua visão, por que alguns laboratórios metrologia não evoluem, ou evoluem pouco, na oferta de atividades de P&D?
- 14) Quais são os pontos fortes dos laboratórios do SENAI?
- 15) Quais são as atividades que ainda poderiam ser melhoradas?
- 16) Existe alguma prática que é comum a todos os laboratórios que fazem P&D?
- 17) O que deveria ser feito para que os laboratórios que já ofertam serviço de P&D possam dar ainda mais apoio à inovação da indústria?
- 18) Você poderia indicar pessoas de sua equipe e gestores de laboratórios para as próximas entrevistas?
- 19) Existe alguma questão importante que você gostaria de complementar?

Descrição do perfil de entrevistados:

Para efeito desta pesquisa, serão entrevistados profissionais que trabalham em atividades de gestão ou coordenação de:

- 1º.) Redes de Institutos e Laboratórios Privados de Pesquisa.
- 2º.) Centros ou Gerências Institutos e Laboratórios Privados de Pesquisa.
- 3º.) Unidades de Institutos e Laboratórios Privados de Pesquisa

Perfil do profissional:

- Com mais de 3 anos de experiência nas atividades do Instituto ou Laboratório Privado de Pesquisa.
- Que tenha uma visão sistêmica dos processos do Instituto ou Laboratório;
- Que conheça o histórico de evolução do Instituto ou Laboratório.

ROTEIRO DE ENTREVISTAS AGENTES INTERNOS

Planejamento da reunião em grupo na Unidade do Senai

- 1º. Breve apresentação do pesquisador (08:30)
- 2º. Objetivos da reunião em grupo focal (participação, buscar evidências históricas, dados sigilosos)
- 3º. Descrição dos objetivos da pesquisa
 - Narrativa históricas de acumulação de capacidades tecnológicas (não é uma auditoria)
 - Slide - Capacidade Tecnológicas
- 4º. Apresentação do grupo (08:40 à 09:00)
 - Quanto tempo estou na instituição?
 - Qual é a minha função?
 - Como era SENAI/LAMAT quando eu comecei a trabalhar e como é hoje?
 - Citar, segundo o seu ponto de vista, os principais fatos ou ações que contribuíram para a evolução do LAMAT como instituto de pesquisa (equipamentos, produtos, processos e gestão). Se possível, complementar a contribuição do colega.
 - Não personificar.
- 5º. Se necessário, retornar a palavra para o grupo para mais contribuições (09:00 às 9:15)
- 6º. Apresentar o histórico a partir da análise dos documentos (09:15 às 09:20)
- 7º. Dinâmica 1 – levantar o histórico de acumulação de capacidades tecnológicas (09:30 às 11:30)
 - I. Apresentar questões para discussão.
 - Começar do período mais atual;
 - Citar evidências;
 - Pode haver retração no processo. Dificuldades e barreiras são importantes.
 - II. Apresentar o histórico coletado.
 - III. Abrir para novas intervenções
- 8º Viita as instalações da Unidade
- 9º. Encerramento.

Descrição do perfil de entrevistados:

Profissionais com: mais de 15 anos de experiência nas atividades do Instituto ou Laboratório Privado de pesquisa; que tenham uma visão sistêmica dos processos do Instituto ou Laboratório; e que conheça o histórico de evolução Instituto ou Laboratório.

Roteiro de questões (Preparada para a entrevista em grupo)

Equipamentos e métodos de utilização

Sistemas técnico-físicos

Equipamentos, Bancos de dados, Softwares, Diagramas, Sistemas de produção.

Destacar no quadro anexo fatos históricos que evidenciam a respostas às seguintes questões:

- 1) Destacar fatos históricos que demonstram a evolução dos sistemas técnico-físicos
- 2) Em que momento ocorram as principais ampliações e aquisição de equipamentos?
- 3) Houve alguma aquisição de equipamentos, banco de dados e *softwares* que provocou grande salto de desempenho do Senai/CETEF?
- 4) Em que momento pode-se dizer que o Senai/CETEF passou operar eficientemente os equipamentos disponíveis?
- 5) Estudos de cálculos de incerteza e outros métodos de verificação da qualidade (comparação laboratorial) passaram a ser executados em que momento?
- 6) Em que momento o Senai/CETEF passou a operar segundo padrões internacionais de qualidade e confiabilidade?
- 7) Após a certificação quando foram desenvolvidos novos métodos ou pequenas modificações nos equipamentos para ampliação do escopo de serviços do Senai/CETEF?
- 8) Foi feita alguma intervenção ou modificação mais robusta para a melhoria da performance ou o aumento da capacidade de ensaio em algum equipamento ou sistema técnico-físico?
- 9) Foi desenvolvido algum equipamento ou sistema técnico-físico novo capaz de realizar ensaios ou testes que estejam na fronteira tecnológica?

Capacidades relacionadas à Gestão Laboratorial

Sistema organizacional, gerencial e institucional da empresa

Rotinas; estruturas e técnicas gerenciais, Habilidades, Procedimentos, Sistema institucional (p. ex., normas, crenças e valores)

Destacar no quadro anexo fatos históricos que evidenciam a respostas às seguintes questões:

- 1) Destacar fatos históricos que demonstram a evolução do sistema de gestão da organização.
- 2) Houve algum fato histórico ou implementação de algum método de gestão que provocou um salto de desempenho do Senai/CETEF?
- 3) Em que momento os padrões de operação do Senai/CETEF foram desenvolvidos?
- 4) Em que momento o Senai/CETEF começou a operar conforme padrão de qualidade e confiabilidade?
- 5) Quando o Senai/CETEF adquiriu capacidade tecnológica para desenvolver e gerenciar projetos de inovação em parceria com universidades ou ICTs?
- 6) Já foram executados projetos de transferência de tecnologia do Senai/CETEF ou projetos de engenharia reversa?
- 7) Como é feita a gestão do conhecimento e dos ativos intangíveis?
- 8) Existem indicadores de benchmarking em PD&I que demonstrem a excelência dos resultados comparáveis a organizações de referência em nível internacional?

Produtos e serviços da empresa
Serviços de Metrologia

Destacar no quadro anexo fatos históricos que evidenciam a respostas às seguintes questões:

- 1) Destacar fatos históricos que demonstram a evolução na oferta dos serviços de metrologia?
- 2) Houve algum fato histórico na oferta de serviços de metrologia que provocou um salto de performance do Senai/CETEF?
- 3) Em que momento o Senai/CETEF começou a ofertar Serviços de Metrologia conforme padrões do cliente?
- 4) Em que momento o Senai/CETEF começou a operar conforme padrões normalizados de qualidade e confiabilidade?
- 5) Quando o Senai/CETEF adquiriu capacidade tecnológica para desenvolver novos ensaios para a ampliação do escopo de serviços?
- 6) Já foram executados ou desenvolvidos novos métodos ou equipamentos de ensaios que representam uma inovação no processo de medição e ensaios?
- 7) Já foram executados ou desenvolvidos novos métodos ou equipamentos de ensaios que representam ou novo paradigma no processo de medição ou ensaios?

Produtos e serviços da empresa
Serviços de Consultoria, Assistência Técnica Especializada e PD&I

Destacar no quadro anexo fatos históricos que evidenciam a respostas às seguintes questões:

- 1) Destacar fatos históricos que demonstram a evolução da oferta dos serviços de consultoria, assistência técnica e PD&I.
- 2) Houve algum fato histórico na oferta de serviços de consultoria, assistência técnica e PD&I que provocou um salto de performance do Senai/CETEF?
- 3) Em que momento o Senai/CETEF começou a ofertar serviço de melhoria de produtos, processos e gestão?
- 4) Em que momento o Senai/CETEF começou a ofertar serviços da solução de problemas para a indústria (revisão de processos, simulações e estudos técnicos, entre outros)?
- 5) Quando o Senai/CETEF começou a executar projetos de inovação em parceria com a indústria ou ICT?
- 6) Citar casos de sucesso de parcerias para o desenvolvimento de projetos de inovação.
- 7) Quais são as práticas chave para o desenvolvimento de projetos em parceria com a indústria ou centro de pesquisa?
- 8) Já foram executados ou desenvolvidos projetos de inovação complexo com a participação de diversos atores?
- 9) Já foram executados ou desenvolvidos projetos de inovação que representam ou novo paradigma no processo de medição ou ensaios reconhecidos em nível internacional?

Relacionamento com o mercado para o desenvolvimento de PD&I

Destacar no quadro anexo fatos históricos que evidenciam a respostas às seguintes questões:

- 1) Destacar fatos históricos que demonstram a evolução das ações de relacionamento com o mercado do Senai/CETEF.
- 2) Houve algum fato histórico no relacionamento com o mercado que provocou um salto de desempenho do Senai/CETEF?
- 3) Até quando o Senai/CETEF apenas atendia às demandas do mercado?
- 4) Em que momento o Senai/CETEF começou a realizar ações para antecipar as demandas do mercado?
- 5) Existe algum conselho gestor com a participação de empresários?
- 6) O que é feito para antecipar as demandas do mercado para projetos de inovação?
- 7) Existe algum radar para captar oportunidades de fomento e projetos em parceira?
- 8) Em que momento o Senai/CETEF começou a ofertar para o mercado oportunidades de parceria para o desenvolvimento de projetos de inovação?
- 9) Citar casos de sucesso de parcerias para o desenvolvimento de projetos.
- 10) Quais são as práticas chave para o desenvolvimento de projetos em parceria?
- 11) O Senai/CETEF já realizou algum projeto de transferência de tecnologia para a indústria, ou projeto de engenharia reversa, ou projeto de nacionalização?
- 12) O Senai/CETEF possui uma linha consolidada de pesquisa ou portfólio projetos de inovação?
- 13) Existe alguma área do conhecimento ou tecnologia que o Senai/CETEF lidera o desenvolvimento em níveis nacional ou internacional.
- 14) Qual a contribuição do Senai/CETEF para o desenvolvimento da pesquisa nacional?
- 15) Existem parcerias com centros internacionais de pesquisa para o desenvolvimento de PD&I

Aquisição de difusão do conhecimento

A mente das pessoas

Conhecimento tácito, Experiências + qualificação informal Habilidades, Talentos, Qualificações formais

Destacar no quadro anexo fatos históricos que evidenciam a respostas às seguintes questões:

- 1) Destacar fatos históricos que demonstram como é o processo de aquisição e difusão do conhecimento no Senai/CETEF.
- 2) Houve algum fato histórico no relacionamento aquisição e difusão do conhecimento que provocou um salto de desempenho do Senai/CETEF?
- 3) Citar fatos históricos que demonstram o processo de busca de conhecimento externo.
- 4) Citar fatos históricos que demonstram o processo de busca de conhecimento interno.
- 5) Como é o processo de socialização do conhecimento no Senai/CETEF? Quando começou?
- 6) Como aconteceu o processo de formação dos atuais pesquisadores e profissionais do Senai/CETEF?

- 7) Em que momentos aconteceram visitas de consultores externos?
- 8) Existem indicadores ou resultados que demonstram que as ações de aquisição e difusão são efetivas?

Questões gerais

- 1) Quais foram os elementos que mais contribuíram para o Senai/CETEF ser reconhecido como um instituto de pesquisa e inovação em sua área?
- 2) Como vocês vêem a relação entre Atividades de Metrologia e PD&I?
- 3) Em sua visão, por que alguns pares não conseguiram evoluir para uma oferta maior de serviços de PD&I?
- 4) Qual a contribuição nos resultados do Senai/CETEF nos serviços de metrologia e PD&I?
- 5) Existem indicadores da contribuição?

APÊNDICE B – MAPAS DE DADOS COLETADOS

1966 a 1982

Pré-análise

1966 foi inaugurado o SENAI em Itaúna, a escola foi projetada para uma capacidade de 100 alunos.
 1969 primeira formatura nos cursos
 1967 inicia-se as articulações para que em Minas Gerais fosse instalado uma escola de fundição O então Reitor da Universidade de Itaúna, Guaracy de Castro Nogueira, em virtude da força política que então possuía, praticamente foi o responsável pela articulação em favor da cidade onde se concentravam as indústrias de fundição.
 1970, Marcel Ganivet apresentou para o Departamento Nacional e Regional do SENAI, um resumo dos levantamentos realizados
 No período de 1971 a 1973 foram elaborados estudos complementares e o projeto de instalação do Centro de Fundição
 1973 Início do projeto de implantação, utilizando como modelo a Escola Superior de Fundição de Paris.
 1975, por meio da cooperação técnica, foram enviados à Escola Superior de Fundição de Paris. Em contrapartida, o governo francês enviou para o Brasil, jovens recém-formados pela Escola Superior de Fundição de Paris
 1977, o Centro de Fundição de Itaúna foi inaugurado.
 1978 – 1º. Encontro Nacional de Fundidores (FIEMG-BH)
 1979 acontece o 2º Encontro Nacional de fundição no auditório do SENAI Itaúna e a seleção de candidatos para a primeira turma do Curso Técnico em Fundição. No mesmo ano os laboratórios de: análises químicas; ensaios em areias; ensaios mecânicos; análises metalográficas; o setor de preparação de amostras e o setor de recepção de amostras iniciaram as atividades para fins didáticos
 1980 aconteceram no auditório do SENAI em Itaúna o 3º Encontro Nacional de Fundidores e o 4º Encontro Nacional de Fundidores
 1981 o Centro de Fundição começou a atuar efetivamente com Assistência Técnica e Tecnológica (ensaios laboratoriais, realização estudos de casos, prestação de informações técnicas)

1983 a 1993

Instalação

1983 - Início das operações dos Laboratório de Análises Químicas, Ensaios em Areias, Ensaios Mecânicos, Análises Metalográficas, Setor de Recepção e Preparação de amostras para atendimento a indústria
 1986 – iniciado o projeto SENAI/BIRD/MTb iniciado em 1986, possibilitou à Unidade ampliar e atualizar os seus laboratórios em termos de equipamentos e pessoal qualificado. Em função de sua atuação, a unidade passou a ser denominada Centro Tecnológico de Fundição Marcelino Corradi.
 1987, acontece o 6º Encontro Nacional de Fundição no auditório da FIEMG em Belo Horizonte. É publicado o livro "Escola SENAI de Fundição Marcelino Corradi – Há 10 anos realidade"
 1988 – Início da atuação do SENAI Itaúna em pesquisas aplicadas.
 1989 - 1989 é inaugurada o Núcleo de Documentação e Informação "Marcel Ganivet" da biblioteca do SENAI Itaúna
 1991 o laboratório de microscopia eletrônica de varredura foi instalado exclusivamente para atendimento a indústria.
 1994 o SENAI conquista o título CENATEC – Centro Nacional de Tecnologia – Categoria Bronze

Parceria com a CST, desenvolvimento de processo de produção de ferro fundido com 3º. Lugar no prêmio Talento Brasileiro
 Consultoria eram mais cursos de aperfeiçoamento e informações tecnológicas
 Pesquisa interna (materiais e processos de fundição) para oferta e evolução da pesquisa com a indústria
 Encontro nacional de fundidores (Itauna, BH e São Paulo)
 Acompanhamento de estagiários
 Oferta de serviços gratuitos
 Contratação ex-alunos técnicos em fundição
 Parceria com a Univ. Itaúna (bolsas Eng. Mecânica) para empregados possibilitando estudos e equipamento
 Gestão mais centralizada na unidade
 Coordenadoria (gestão)
 Contratação de ex-alunos de cursos técnicos para trabalhar no LAMAT,
 Participação em comissão da ABNT/CEMP
 Chegado do 1º. Espectrofotômetro na lab. Químicos e da máquina de traço
 Mudança de layout do prédio
 Software e estensômetro na máquina de tração (antes era analógica)
 Video printer

Denilson
 1885- Curso técnico
 1988 começa a trabalhar no Senai

1994 a 2004

Crescimento

1994 o SENAI conquista o título CENATEC – Centro Nacional de Tecnologia – Categoria Bronze
 1994 - Iniciou ações para acreditação para fazer parte da RBLE
 1994 - Negociações do Projeto de cooperação Técnica SENAI /CETEF – JICA.
 1995 - Diretor Luiz Lage de Faria transfere o cargo para o novo diretor Vicente de Paulo Parreiras Castanheira.
 1997 - Teve início o Projeto SENAI/CETEF – JICA.
 1997 - construída a Unidade Móvel para prestação de assistência técnica e tecnológica e treinamentos a empresas de fundição
 1998 realizou-se o 1º Seminário do Projeto SENAI/CETEF – JICA com a apresentação de palestras técnicas na área de fundição..
 1998 - Sistema foi certificado NBR ISO 9001/94.
 2001 – Início das operações do Laboratório de Controle Dimensional
 1997 a 2002 - Foi implementado um projeto de Cooperação Técnica - JICA Japan International Cooperation Agency - e o SENAI DR-MG.
 Formação de pessoal com peritos japoneses e estágio no Japão
 JICA 2000 foi realizado o 2º Encontro Mineiro da indústria de Fundição, no Tropical Tênis Clube de Itaúna e foi aprovado na RECOPE, Rede Cooperativa de Pesquisa o Convênio firmado entre FAPEMIG, FIEMG, Universidade de Itaúna e Thyssen Fundições de Barra do Pirai no Rio de Janeiro
 2001 - Primeira avaliação para acreditação para fazer parte da RBLE
 2001 e o laboratório de controle dimensional foi instalado
 2002 - LAMAT foi acreditado, sob o número CRL 0126,
 2002 - Aconteceu o lançamento da coleção de livros técnicos gerados através do Projeto JICA.
 2004 acontece na Expominas, em Belo Horizonte, a 1ª Feira da Indústria de Fundição do Estado de Minas Gerais, a MINASFUND

Desenvolvido trabalho sobre relação de estrutura e propriedade dos materiais. 1º. Lugar Premiado pela sociedade Mineira de Engenharias (parceria com a Universidade de Itaúna e empresa para desenvolvimento de material fundido
 Implementação do laboratório de pesquisa.
 Adquirido software de análise de imagens metalográfica
 Consultorias em produtos e processos
 Pesquisas em parcerias com outras instituições (RECAP, FIEMG, Thyssen Fundições e Universidade de Itaúna
 JICA seminários visitas
 Funcionamento do conselho consultivo constituído por empresários
 Visitas técnicas a fundições com fins comerciais (agente de negócios) anunciando serviços de STI
 Atendimento LAMAT levando informação tecnológica assistência tecnológica e pesquisa
 Apresentação de propostas em editais FAPEMIG, FINEP
 Técnicos investindo em mestrado e doutorado com desdobramento em projetos em parceria
 Participação em feiras regionais, nacionais com apresentação de trabalhos em seminários/congressos
 Grupo gestor forte competitivo
 Gestão por lideranças projetos e processos com reunião de acompanhamento de resultados
 Planejamentos Estratégico ouvindo externo indústria (fracos/fortes) metas
 Certificação ISO 9001/94
 Plano de desenvolvimento de pessoas
 Posto avançado fundição (Cláudio)
 Contato com consultores projeto JICA
 Iniciativa própria para cursos de mestrado/doutorado dos funcionários
 Instrumentação do Lab. Químico (antes + via úmida)
 Software de gerenciamento do LAMAT
 Evolução da metalografia
 Histórico de ampliação de escopo no INMETRO

2005 a 2016

Consolidação

2005 - Após o falecimento do Diretor Vicente Castanheira, o atual gestor assume a gerência do SENAI.
 2007 - Laboratório de Controle Dimensional descontinuado
 2009 - 2009 o SENAI recebe o Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica concedido pela ABIFA, através do artigo apresentado no Congresso latino-americano de Fundição: O mercado de fundição de precisão e as perspectivas para o setor
 2012
 2010 - Funcionamento do conselho consultivo constituído por empresário
 2012 o SENAI recebe o Prêmio SENAI Inovação e Serviços Técnicos e Tecnológicos 2º lugar / Categoria Casos de Sucesso em Inovação concedido pelo SENAI - DN (Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial - Departamento Nacional): Trabalho P160 – Avaliação da dissolução do ferro-nióbio STD em aço líquido HSLA.
 2012 - Unidade do SENAI em Itaúna passou a ser denominada SENAI Itaúna CETEF Marcelino Corradi
 2013 o SENAI recebe o Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica concedido pela ABIFA, através do artigo publicado na Revista da Abifa: FÁRIA, Reyler Bueno.; CARMO, Denilson José; et al.: Aplicação da Análise Térmica de Solidificação no Controle de Elaboração de Liga de Alumínio Silício
 2016 - 2016, deu-se início as obras de expansão do Centro de Fundição. Dois novos prédios estão sendo construídos, sendo um destinado a área de tecnologia e outro a área de Educação Tecnológica.
 Parcerias com a UFMG, formação de mestrado e doutorado.
 Aprovação de projetos como órgão de fomento FINEP/FAPEMIG
 Publicações nacionais e internacionais
 Aquisição de teste de análise química por fluorescência de raios X
 Modernização da preparação de amostras (novos equipamentos)
 Estudo para instalação de laboratório para controle de utensílios domésticos ligado ao INMETRO
 Consultoria em gestão
 Programa Brasil mais Produtivo
 Projetos de pesquisa do modular austenperado (ADI) e do aço nanoestruturado (nível internacional)
 Edital de Inovação DN
 Entendimentos iniciais visando constituição de rede de ICT (IST, UFOP, UFMG, UIT, CEFET)
 Parcerias visando desenvolvimento de projetos no âmbito do Edital Senai/Sesi de Inovação
 Promoção do "Encontro de oportunidades para inovar"
 Novo diretor – foco nas pessoas
 Instruções normativas fortes
 Mestrados CEFET 2016
 NAF 2015
 2011 – Diretrizes estratégicas prontas
 Planejamento estratégico (sede 2015)
 Nossa Causa
 Dissertação e teses
 Publicação de artigos em revistas especializadas
 Apresentação em congressos e feiras
 Realização de seminários internos
 Aquisição de equipamentos por projeto FAPEMIG
 Crescimento da demanda com implantação de novos métodos
 Incremento na preparação de amostra
 Expansão dos laboratórios metalográfico, mecânico e areias
 Chegada de novo MIEV
 Implantação de análise de escória e minério instrumentada

1966 a 1982
Pré-análise

1977, o Centro de Fundação de Itaúna foi inaugurado.

1983 a 1993
Instalação

1983 - Início das operações dos Laboratório de Análises Químicas , Ensaio em Areias, Ensaio Mecânicos, Análises Metalográficas, Setor de Recepção e Preparação de amostras para atendimento a indústria
1986 – iniciado o projeto SENAI/BIRD/MTb possibilitou à Unidade ampliar e atualizar os seus laboratórios em termos de equipamentos e pessoal qualificado. Em função de sua atuação, a unidade passou a ser denominada Centro Tecnológico de Fundação Marcelino Corradi.
Consultoria eram mais cursos de aperfeiçoamento e informações tecnológicas
Pesquisa interna (materiais e processos de fundição) para oferta e evolução da pesquisa com a indústria
Contratação ex-alunos técnicos em fundição
Parceria com a Univ. Itaúna (bolsas Eng. Mecânica) para empregados possibilitando estudos e equipamento
Gestão mais centralizada na unidade
Coordenadoria (gestão)
Contratação de ex-alunos de cursos técnicos para trabalhar no LAMAT,
Participação em comissão da ABNT/CEMP

1994 a 2004
Crescimento

1994 o SENAI conquista o título CENATEC – Centro Nacional de Tecnologia – Categoria Bronze
1994 - Iniciou ações para acreditação para fazer parte da RBLE
1998 - Sistema foi certificado NBR ISO 9001/94.
2001 - Primeira avaliação para acreditação para fazer parte da RBLE
2002 - LAMAT foi acreditado, sob o número CRL 0126, Grupo gestor forte competitivo
Gestão por lideranças projetos e processos com reunião de acompanhamento de resultados
Planejamentos Estratégico ouvindo externo indústria (fracos/fortes) metas
Certificação ISO 9001/94
Plano de desenvolvimento de pessoas
Posto avançado fundição (Cláudio)
Contato com consultores projeto JICA

2005 a 2016
Consolidação

Novo diretor – foço nas pessoas
Instruções normativas fortes
Mestrados CEFET 2016
NAF 2015
2011 – Diretrizes estratégicas prontas
Planejamento estratégico (sede 2015)
Nossa Causa

Gestão

1966 a 1982
Pré-análise



1981 o Centro de Fundação começou a atuar efetivamente com Assistência Técnica e Tecnológica (ensaios laboratoriais, realização estudos de casos, prestação de informações técnicas)

1983 a 1993
Instalação

1983 - Início das operações dos Laboratório de Análises Químicas , Ensaios em Areias, Ensaios Mecânicos, Análises Metalográficas, Setor de Recepção e Preparação de amostras para atendimento a indústria
1986 – iniciado o projeto SENAI/BIRD/MTb possibilitou à Unidade ampliar e atualizar os seus laboratórios em termos de equipamentos e pessoal qualificado. Em função de sua atuação, a unidade passou a ser denominada Centro Tecnológico de Fundação Marcelino Corradi.
1991 o laboratório de microscopia eletrônica de varredura foi instalado exclusivamente para atendimento a indústria.
Parceria com a CST, desenvolvimento de processo de produção de ferro fundido com 3º. Lugar no prêmio Talento Brasileiro
Chegado do 1º. Espectrofotômetro na lab. Químicos e da máquina de traço
Mudança de layout do prédio
Software e estensômetro na máquina de tração (antes era analógica)
Video printer

1994 a 2004
Crescimento

1994 - Iniciou ações para acreditação para fazer parte da RBLE
1998 - Sistema foi certificado NBR ISO 9001/94.
2001 – Início das operações do Laboratório de Controle Dimensional
2001 - Primeira avaliação para acreditação para fazer parte da RBLE
2002 - LAMAT foi acreditado, sob o número CRL 0126, desenvolvido trabalho sobre relação de estrutura e propriedade dos materiais. 1º. Lugar Premiado pela sociedade Mineira de Engenharias (parceria com a Universidade de Itaúna e empresa para desenvolvimento de material fundido
Implementação do laboratório de pesquisa.
Adquirido software de análise de imagens metalográfica
Instrumentação do Lab. Químico (antes + via úmida)
Software de gerenciamento do LAMAT
Evolução da metalografia
Histórico de ampliação de escopo no INMETRO

2005 a 2016
Consolidação



2007 - Laboratório de Controle Dimensional descontinuado
Dois novos prédios estão sendo construídos, sendo um destinado a área de tecnologia e outro a área de Educação Tecnológica.
Parcerias com aa UFMG, formação de mestrado e doutorado.
Aprovação de projetos como órgão de fomento FINEP/FAPEMIG
Publicações nacionais e internacionais
Aquisição de teste de análise química por fluorescência de raios X
Modernização da preparação de amostras (novos equipamentos)
Estudo para instalação de laboratório para controle de utensílios domésticos ligado ao INMETRO
Aquisição de equipamentos por projeto FAPEMIG
Crescimento da demanda com implantação de novos métodos
Incremento na preparação de amostra
Expansão dos laboratórios metalografico, mecânico e areias
Chegada de novo MEV
Implantação de análise de escória e minério instrumentada

Metrologia

1966 a 1982
Pré-análise

1977, o Centro de Fundição de Itaúna foi inaugurado.
 1979 acontece o 2º Encontro Nacional de fundição no auditório do SENAI Itaúna e a seleção de candidatos para a primeira turma do Curso Técnico em Fundição. No mesmo ano os laboratórios de: análises químicas; ensaios em areias; ensaios mecânicos; análises metalográficas; o setor de preparação de amostras e o setor de recepção de amostras iniciaram as atividades para fins didáticos
 1980 aconteceram no auditório do SENAI em Itaúna o 3º Encontro Nacional de Fundidores e o 4º Encontro Nacional de Fundidores
 1981 o Centro de Fundição começou a atuar efetivamente com Assistência Técnica e Tecnológica (ensaios laboratoriais, realização estudos de casos, prestação de informações técnicas)

1983 a 1993
Instalação

1988 – Início da atuação do SENAI Itaúna em pesquisas aplicadas.
 1989 - 1989 é inaugurada o Núcleo de Documentação e Informação "Marcel Ganivet" da biblioteca do SENAI Itaúna
 Consultoria eram mais cursos de aperfeiçoamento e informações tecnológicas
 Pesquisa interna (materiais e processos de fundição) para oferta e evolução da pesquisa com a indústria)

1994 a 2004
Crescimento

1994 o SENAI conquista o título CENATEC – Centro Nacional de Tecnologia – Categoria Bronze
 1994 - Negociações do Projeto de cooperação Técnica SENAI /CETEF – JICA.
 1994 o SENAI conquista o título CENATEC – Centro Nacional de Tecnologia – Categoria Bronze
 Parceria com a CST, desenvolvimento de processo de produção de ferro fundido com 3º. Lugar no prêmio Talento Brasileiro
 1997 - Teve início o Projeto SENAI/CETEF – JICA.
 1997 - construída a Unidade Móvel para prestação de assistência técnica e tecnológica e treinamentos a empresas de fundição
 1998 realizou-se o 1º Seminário do Projeto SENAI/CETEF – JICA com a apresentação de palestras técnicas na área de fundição..
 1997 a 2002 - Foi implementado um projeto de Cooperação Técnica -JICA Japan International Cooperation Agency - e o SENAI DR-MG. Formação de pessoal com peritos japoneses e estágio no Japão JICA
 2000 foi realizado o 2º Encontro Mineiro da indústria de Fundição, no Tropical Tênis Clube de Itaúna e foi aprovado na RECOPE, Rede Cooperativa de Pesquisa o Convênio firmado entre FAPEMIG, FIEMG, Universidade de Itaúna e Thyssen
 Fundições de Barra do Pirai no Rio de Janeiro
 Desenvolvido trabalho sobre relação de estrutura e propriedade dos materiais. 1º. Lugar Premiada pela sociedade Mineira de Engenharias (parceria com a Universidade de Itaúna e empresa para desenvolvimento de material fundido
 Implementação do laboratório de pesquisa.
 Adquirido software de análise de imagens metalográfica

2005 a 2016
Consolidação

2009 - 2009 o SENAI recebe o Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica concedido pela ABIFA, através do artigo apresentado no Congresso latino-americano de Fundição: O mercado de fundição de precisão e as perspectivas para o setor
 2012 o SENAI recebe o Prêmio SENAI Inovação e Serviços Técnicos e Tecnológicos 2º lugar / Categoria Casos de Sucesso em Inovação concedido pelo SENAI - DN (Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial - Departamento Nacional): Trabalho P160 – Avaliação da dissolução do ferro-nióbio STD em aço líquido HSLA.
 2012 - Unidade do SENAI em Itaúna passou a ser denominada SENAI Itaúna CETEF Marcelino Corradi
 2013 o SENAI recebe o Prêmio de Excelência em Comunicação Técnica concedido pela ABIFA, através do artigo publicado na Revista da Abifa: FARIA, Reyler Bueno.; CARMO, Denilson José; et al.: Aplicação da Análise Térmica de Solidificação no Controle de Elaboração de Liga de Alumínio Silício
 2016 - 2016, deu-se início as obras de expansão do Centro de Fundição. Consultoria em gestão Programa Brasil mais Produtivo
 Projetos de pesquisa do modular austenperado (ADI) e do aço nanoestruturado (nível internacional)
 Edital de Inovação DN

Assistência técnica e P&D

1966 a 1982
Pré-análise

1977, o Centro de Fundição de Itaúna foi inaugurado.
1978 – 1º. Encontro Nacional de Fundidores na FIEMG-BH
1979 acontece o 2º Encontro Nacional de fundição no auditório do SENAI Itaúna e a seleção de candidatos para a primeira turma do Curso Técnico em Fundição. No mesmo ano os laboratórios de: análises químicas; ensaios em areias; ensaios mecânicos; análises metalográficas; o setor de preparação de amostras e o setor de recepção de amostras iniciaram as atividades para fins didáticos
1980 aconteceram no auditório do SENAI em Itaúna o 3º Encontro Nacional de Fundidores e o 4º Encontro Nacional de Fundidores

1983 a 1993
Instalação

1987, acontece o 6º Encontro Nacional de Fundição no auditório da FIEMG em Belo Horizonte. É publicado o livro "Escola SENAI de Fundição Marcelino Corradi – Há 10 anos realidade"
Encontro nacional de fundidores (Itauna, BH e São Paulo)
Acompanhamento de estagiários
Oferta de serviços gratuitos

1994 a 2004
Crescimento

1997 - Teve início o Projeto SENAI/CETEF – JICA.
1997 - construída a Unidade Móvel para prestação de assistência técnica e tecnológica e treinamentos a empresas de fundição
2002 - Aconteceu o lançamento da coleção de livros técnicos gerados através do Projeto JICA.
2004 acontece na Expominas, em Belo Horizonte, a 1ª Feira da Indústria de Fundição do Estado de Minas Gerais, a MINASFUND
Desenvolvido trabalho sobre relação de estrutura e propriedade dos materiais. 1º. Lugar Premiado pela sociedade Mineira de Engenharias (parceria com a Universidade de Itaúna e empresa para desenvolvimento de material fundido
Implementação do laboratório de pesquisa.
Adquirido software de análise de imagens metalográfica
Pesquisas em parcerias com outras instituições (RECAP, FIEMG, Thyssen Fundições e Universidade de Itaúna
JICA seminários visitas
Funcionamento do conselho consultivo constituído por empresários
Visitas técnicas a fundições com fins comerciais (agente de negócios) anunciando serviços de STI
Atendimento LAMAT levando informação tecnológica assistência tecnológica e pesquisa
Apresentação de propostas em editais FAPEMIG, FINEP
Técnicos investindo em mestrado e doutorado com desdobramento em projetos em parceria
Participação em feiras regionais, nacionais com apresentação de trabalhos em seminários/congressos

2005 a 2016
Consolidação

Entendimentos iniciais visando constituição de rede de ICT (IST, UFOP, UFMG, UIT, CEFET)
Parcerias visando desenvolvimento de projetos no âmbito do Edital Senai/Sesi de Inovação
Promoção do "Encontro de oportunidades para inovar"

Mercado