

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA

**HEITOR SOARES MENDES**

**EXTENSÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL:  
Uma análise da oferta e da demanda das empresas de metalmecânica  
da zona oeste do município do Rio de Janeiro**

RIO DE JANEIRO

2016

Heitor Soares Mendes

**EXTENSÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL:**  
Uma análise da oferta e da demanda das empresas de metalmeccânica  
da zona oeste do município do Rio de Janeiro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

Orientadora: Lia Hasenclever

Rio de Janeiro  
2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

M538 Mendes, Heitor Soares.

Extensão tecnológica no Brasil: uma análise da oferta e da demanda das empresas de metalmecânica da zona oeste do município do Rio de Janeiro. / Heitor Soares Mendes. – 2016.

262 f. ; 31 cm.

Orientadora: Lia Hasenclever

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2016.

Referências: f. 222-231.

1. Extensão tecnológica. 2. Desenvolvimento organizacional. 3. Investimentos – Ciência, tecnologia, inovação. 4. Setor industrial – Rio de Janeiro. I. Hasenclever, Lia, orient. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. III. Título.

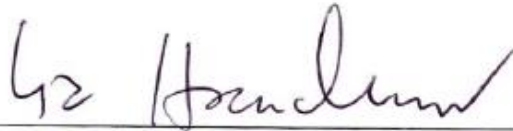
CDD 303.483

Heitor Soares Mendes

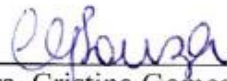
EXTENSÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL:  
Uma análise da oferta e da demanda das empresas de metalmeccânica  
da zona oeste do município do Rio de Janeiro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.

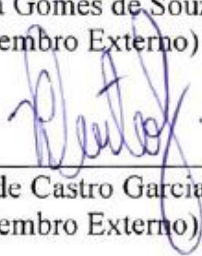
Aprovada em 31 de maio de 2016 pela Banca Examinadora:



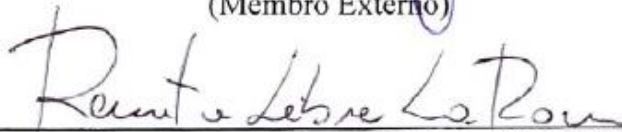
Prof.<sup>a</sup> Dra. Lia Hasenclever (IE-UFRJ)  
(Orientadora - Presidente)



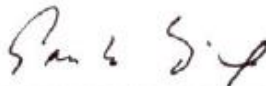
Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristina Gomes de Souza (CEFET-RJ)  
(Membro Externo)



Prof. Dr. Renato de Castro Garcia (UNICAMP)  
(Membro Externo)



Prof.<sup>a</sup> Dra. Renata Lèbre La Rovere (IE-UFRJ)  
(Membro Interno)



Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre (IE-UFRJ)  
(Membro Interno)

Rio de Janeiro  
2016

## DEDICATÓRIA

Esta tese é inteiramente dedicada à minha mãe, Maria de Lourdes Soares Mendes (Lulu) e ao meu pai Walter de Aquino Mendes (in memoriam).

É também dedicada à minha esposa, Lívia Gil de Souza Pires e aos filhos: Daniel Pires Mendes, Pedro Pires Mendes, Marcos Pires Mendes. E agora à filha do coração: Ana Paula do Nascimento.

E aos meus irmãos Gerson Cesar Soares Mendes, Maria de Fatima Soares Mendes, Marília Soares Mendes Vaz e Nei Rio Branco. Extensiva a dedicatória aos cunhados, cunhadas e sobrinhos.

Muita compreensão e força eu pude receber deles sem poder dar muito nesse período de formação.

E finalmente, quero dedicar este título, posto que imponha novas responsabilidades de trabalho e dedicação, ao CEFET-RJ, instituição à qual estou vinculado e que permitiu que eu pudesse dedicar parte de minha carga horária ao doutorado. Todo conhecimento aqui depositado está diretamente relacionado ao trabalho que realizo na instituição, como docente e pesquisador.

Agradeço e dedico a todos vocês esta nova conquista acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Como posso agradecer? A professora Lia Hasenclever foi muito mais que uma orientadora. Sem palavras para tudo que fez por minha formação acadêmica nesta jornada longa. Deu-me o espaço, o tempo e a força em todos os momentos.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite: professores Renato de Castro Garcia, Cristina Gomes de Souza, Renata Lèbre La Rovere e Paulo Bastos Tigre.

Aos professores do Instituto de Economia com os quais pude conviver e mesmo estreitar laços de amizade, eu agradeço por todo apoio que recebi de todos, sem qualquer exceção, desde os primeiros dias de candidato ainda ao doutorado. Em especial, agradeço aos professores do grupo de Economia da Inovação pelo acolhimento e incentivo.

A dois professores do CEFET-RJ, quero deixar aqui um registro. À professora Marta Lúcia Azevedo Ferreira e ao professor Bernardo José Lima Gomes. Foram os grandes incentivadores para esta jornada que começou muitos anos atrás. Muito grato a vocês.

Aos colegas, mestrandos e doutorandos, agora muitos já mestres e doutores, que compartilharam comigo esta jornada de formação acadêmica. Obrigado pela convivência, pela rica troca. E um agradecimento especial a alguns com os quais convivi mais estreitamente. À Ligia Inhan, Lígia Soares, Nelson Chalfun, Petula Ponciano e Anna Haydée. Ao Henrique Cavalieri e ao Ricardo Torres, com os quais trabalhei em pesquisas que contribuíram para a minha formação.

Um carinho especial ao 'estrangeiro no PPED'. Vinham perdidos neste Rio de Janeiro tão diferente de suas terras. Dois foram muito especiais: Nubia Parra e o Andrea Raccichini, dois promissores pesquisadores. Agradeço o carinho da convivência e paciência com esse carioca que não parava de falar das maravilhas do Rio e do Brasil, que é, de fato, um país apaixonante.

Aos professores do colegiado de mecânica do curso de formação profissional técnica de nível médio e aos professores dos cursos de engenharia e pós-graduação do CEFET-RJ. Foram sempre meus incentivadores, e colaboradores. Em especial agradeço aos professores Cesar Ouro, Ézio Zerbone, Geraldo Lima, Celso Volotão, Mariane Amendola e Alvaro Chrispino. Aos professores Sidney Teylor de Oliveira e José Eduardo Ferreira de Oliveira, pela contribuição direta como especialistas em tecnologia industrial básica (TIB) e em gestão da qualidade, além do privilégio de tê-los como sinceros amigos.

E um agradecimento especial à Letícia Teixeira, Secretária do Grupo de Economia da Inovação, por toda ajuda ao longo do tempo em que estive no IE.

***“Ninguém acredita em pequena empresa ...”***

*(um empresário de metalmeccânica da zona oeste do município do Rio de Janeiro, 2015).*

## RESUMO

MENDES, Heitor Soares. **Extensão Tecnológica no Brasil: uma Análise da Oferta e da Demanda das Empresas de Metalmeccânica da Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro.** Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Apesar das micro, pequena e média empresas (MPME) serem a maior porção do tecido industrial brasileiro, elas apresentam fragilidades que as impedem de crescerem e de alcançarem maiores taxas de inovação e representatividade no valor agregado. A construção de capacidades inovativas, para superação destas dificuldades, se dá cumulativamente, pela absorção de novas tecnologias, seu uso e pela incorporação de novos conhecimentos às rotinas organizacionais por meio da codificação do conhecimento e da sua difusão na empresa. Mas isso não se dá espontaneamente. É necessário apoio a este segmento. O objetivo da tese é analisar se a oferta de apoio em extensão tecnológica do Sistema Nacional de Tecnologia (SIBRATEC) atende às demandas por capacitação tecnológica e organizacional das MPMEs. A metodologia utilizada foi um estudo de caso do setor metalmeccânico da Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, Brasil. Entre os principais resultados, observou-se que esta oferta de apoio institucional, por meio de sua rede de extensão tecnológica, está adequada para atender às demandas por capacitação tecnológica e organizacional das MPMEs de metalmeccânica somente do ponto de vista do potencial técnico de atendimento. Entretanto, no que tange ao nível de consistência do arranjo institucional estruturante da rede no ERJ, a conclusão é que não houve nem o nível de eficácia objetivado, nem de eficiência, haja vista que não se obedeceu a nenhum padrão temporal de execução das ações durante o período em que as atividades do programa de extensão foram analisadas (2009-2015) e houve paralisações em que recursos financeiros eram consumidos sem atendimentos. A consequência disso foi a falta de efetividade do programa para os fins a que se destinava: o apoio ao desenvolvimento das MPMEs industriais do estado do Rio de Janeiro, pelo menos na proporção que era esperada.

**Palavras-chave:** Capacitação Tecnológica e Organizacional; Extensão Tecnológica; Inovação Tecnológica; Metalmeccânica; SIBRATEC; TIB.



## ABSTRACT

Mendes, Heitor Soares. **Technological Extension in Brazil: An Analysis of Offer and Demand of Metalworking Machinery Companies in the western region of Rio de Janeiro.** Thesis (PHD in Public Policies, Strategies and Development) – Institute of Economics, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Although micro, small and medium-size companies (MPME) represent the largest portion of the Brazilian industrial texture, they present weaknesses that prevent them from growing and reaching greater levels of value added innovation and representativeness. The construction of innovation capacity to overcome these difficulties is cumulative in view of the absorption of new technologies, their use and the incorporation of new knowledge to organizational routine actions by means of a knowledge codification and its dissemination in a company. But this is not a spontaneous tendency. It is necessary to support this segment. The thesis aims at analyzing whether the technological extension support of the National Technology System (Sistema Nacional de Tecnologia – SIBRATEC) meets the technological and organizational capacity needs of the MPMEs. The methodology used was based on a case study of the metalworking machinery sector in the western region of Rio de Janeiro, Brazil. Among the main results found it has been observed that this offer of institutional support, through its technological extension network, is adequate to meet technological and organizational capacity needs of the metalworking machinery MPMEs only from the standpoint of the technical potential offered. However, regarding the consistency level of institutional arrangements structure of the State of Rio de Janeiro's network, the conclusion reached is that there was neither the effectiveness level sought, nor the efficiency, since no temporal pattern of execution was followed during the period in which the extension program activities were analyzed (2009-2015), and there were interruptions when financial resources were used without an offer of services. The consequence was a lack of effectiveness vis-a-vis the purposes pursued: the support to the development of industrial MPMEs of the State of Rio de Janeiro, at least in the proportion expected.

**Keywords:** Technological and Organizational Capability; Technological Extension; Technological Innovation; Metalworking Machinery; SIBRATEC; TIB.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Principais Fatores para o Crescimento das PMEs	30
<b>Figura 2</b> Árvore do Problema: Extensão Tecnológica Brasileira – MPMEs Industriais	33
<b>Figura 3</b> Hierarquia de Empresas por Capacidades em Engenharia e Pesquisa	34
<b>Figura 4</b> Modelo de Encadeamento Produtivo Metalmecânico	62
<b>Figura 5</b> Níveis de Normalização	82
<b>Figura 6</b> Objetivos da Normalização	83
<b>Figura 7</b> Aspectos Ligados à Sobrevivência das Organizações Modernas	84
<b>Figura 8</b> Gestão Integrada dos Pontos-Chave para o Controle Metrológico	85
<b>Figura 9</b> Gestão Sistêmica da TIB	89
<b>Figura 10</b> Processos de Fabricação Mecânica – Rotas Tecnológicas de Produção	90
<b>Figura 11</b> Rotas para o Processamento no ESS	92
<b>Figura 12</b> Desenvolvimento de Sistema de Canais e Massalotes com Ferramentas de Parametrização Interativas	93
<b>Figura 13</b> Processos de Conformação Mecânica e os Esforços Predominantes	96
<b>Figura 14</b> Linha de Produção de Latas de Pescado – Produção do Corpo Estampado	99
<b>Figura 15</b> Mapa com Recorte da Zona Oeste na Pesquisa – MRJ	126
<b>Figura 16</b> Etapas de Elaboração da Pesquisa de Campo	128

<b>Figura 17</b>	
Modelo de Matriz Demanda-Oferta de Capacitações Tecnológicas e Organizacionais	134
<b>Figura 18</b>	
Sistema Brasileiro de Tecnologia – SIBRATEC – Governança	175

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	
Optantes do Simples Nacional no Período de 2007 a 2013	29
<b>Gráfico 2</b>	
Evolução da Exportação do Setor Metalmeccânico no ERJ – Período 2000-2014	66
<b>Gráfico 3</b>	
Distribuição Agregada da Remuneração Média na Metalmeccânica por Divisão de Atividades Econômicas – Brasil, ERJ. Ano: 2014	79
<b>Gráfico 4</b>	
Percentual de Empresas que Implementaram Inovações, por Setores de Atividades, Segundo o Tipo de Inovação no Brasil – Período: 2009-2011	115
<b>Gráfico 5</b>	
Competitividade e Crescimento das MPMEs Entrevistadas: Ranking de Fatores Críticos	162
<b>Gráfico 6</b>	
SIBRATEC-ET – Avaliação das Redes Implantadas até 2012	196

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	
Tipologia de Programas de Difusão Tecnológica	35
<b>Quadro 2</b>	
Processos de Soldagem por Fusão	102
<b>Quadro 3</b>	
Desafios Tecnológicos da Metalmeccânica – Oportunidades e Ameaças à Competitividade das MPMEs	120
<b>Quadro 4</b>	
Instituições Responsáveis pelo SIBRATEC-ET Rede RJ	131

<b>Quadro 5</b> Entrevistas com Atores do SIBRATEC-ET Rede RJ	132
<b>Quadro 6</b> Percepção das Restrições à Concorrência por Ausência de Capacitação em TIB	154
<b>Quadro 7</b> Relação e Frequência de Outros Tipos de Apoio Demandados	171
<b>Quadro 8</b> SEBRAETEC – Características do Programa	184
<b>Quadro 9</b> SIBRATEC-ET– Dificuldades de execução no ERJ	188
<b>Quadro 10</b> Entrevistados – Sugestões de Medidas para Apoio Efetivo às Empresas	193
<b>Quadro 11</b> Correlação - Demandas das MPMEs de Metalmecânica da ZO-MRJ e Ofertas do SIBRATEC-ET	198
<b>Quadro 12</b> Operações de Produção e Serviços – Aspectos da Complexidade	206
<b>Quadro 13</b> SIBRATEC-ET Rede RJ – Capacidades Técnico-Administrativas	210

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Resultados PINTEC 2008 – Faixa de Pessoal Ocupado	27
<b>Tabela 2</b> Dados Econômicos do Setor Metalmecânico (MM) Brasil-ERJ – Ano: 2012	64
<b>Tabela 3</b> Evolução da Participação da Metalmecânica nas Exportações Brasileiras e do ERJ – Período: 2000-2014	65
<b>Tabela 4</b> Síntese da Metalurgia Brasileira – Base: 2010-2014	70
<b>Tabela 5</b> Evolução Quantitativa das Ocupações de Metalmecânica por Porte das Empresas – Brasil, ERJ. Anos: 2014, 2010	75

<b>Tabela 6</b>	
Evolução Qualitativa do Emprego pelo Nível de Escolaridade das Ocupações de Metalmeccânica – Brasil, ERJ. Anos: 2014, 2010	77
<b>Tabela 7</b>	
Evolução Qualitativa do Emprego pelo Nível de Remuneração Média das Ocupações de Metalmeccânica – Brasil, ERJ. Anos: 2014, 2010	78
<b>Tabela 8</b>	
PINTEC 2000-2011: Taxa Geral de Inovação; Taxa da Indústria; Taxa dos Segmentos de Atividades de Metalmeccânica	116
<b>Tabela 9</b>	
Situação e Participação das MPMEs de Metalmeccânica da Zona Oeste – MRJ na Pesquisa de Tese	130
<b>Tabela 10</b>	
Empresas de MM da ZO Participantes da Pesquisa por Região Administrativa	131
<b>Tabela 11</b>	
Localização das Empresas de Metalmeccânica da Zona Oeste – MRJ	136
<b>Tabela 12</b>	
Distribuição da Localização das Empresas de Metalmeccânica na Zona Oeste – MRJ por Atividade Econômica Principal (CNAE 2.0) (%)	137
<b>Tabela 13</b>	
Resumo – Empresas de MM da ZO Participantes da Pesquisa por Região Administrativa	138
<b>Tabela 14</b>	
Resumo – Empresas de MM da ZO Participantes da Pesquisa por Divisão de Atividades Econômicas (CNAE 2.0)	138
<b>Tabela 15</b>	
Distribuição da Qualificação dos Respondentes (%)	139
<b>Tabela 16</b>	
Distribuição por Porte e Tempo de Atividades das Empresas (%)	140
<b>Tabela 17</b>	
Distribuição por Natureza Jurídica e Perfil de Tributação (%)	141
<b>Tabela 18</b>	
Distribuição por Faixa de Receita Operacional Bruta – Evolução no Período 2012-2014 (%)	142
<b>Tabela 19</b>	
Distribuição por Linha de Produtos e Serviços Principais (%)	144
<b>Tabela 20</b>	
Distribuição por Principais Mercados, Territórios Atendidos e Exportação (%)	145

<b>Tabela 21</b>	
Distribuição dos Processos Fabris e Nível de Competitividade da Manufatura (%)	145
<b>Tabela 22</b>	
Estruturas de Produção – Demanda, Frequência de Produção e Arranjo Físico (%)	150
<b>Tabela 23</b>	
Distribuição das Capacitações em Tecnologias Industriais Básicas (TIB) (%)	152
<b>Tabela 24</b>	
Distribuição das Capacitações em Tecnologias Industriais Básicas (TIB) por Porte das Empresas de Metalmeccânica (%)	153
<b>Tabela 25</b>	
Distribuição por Infraestrutura Tecnológica – Conhecimento e Uso das Tecnologias de Gestão Industrial (%)	156
<b>Tabela 26</b>	
Distribuição da Frequência de Buscas por Informações Tecnológicas (%)	158
<b>Tabela 27</b>	
Distribuição por Uso e Importância Atribuída às Fontes de Informações Tecnológicas (%)	159
<b>Tabela 28</b>	
Distribuição das Parcerias Estratégicas Interempresariais e Setoriais (%)	163
<b>Tabela 29</b>	
Distribuição da Identificação de Demandas/Gargalos Tecnológicos e Organizacionais para melhoria do Desempenho Empresarial (%)	163
<b>Tabela 30</b>	
Distribuição da Utilização do Apoio Institucional para Acesso à Mecanismos de Melhoria e Superação de Gargalos Tecnológicos e Organizacionais (%)	165
<b>Tabela 31</b>	
Distribuição da Identificação do Apoio Institucional Financeiro para Desenvolvimento Tecnológico	168
<b>Tabela 32</b>	
Importância da Demanda por Tempo e Qualificação de Recursos Humanos	169
<b>Tabela 33</b>	
Distribuição das Instituições Utilizadas para Capacitação dos Trabalhadores	170

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice 1</b>	
Pesquisa de Campo: Listagem das Empresas de Metalmeccânica da Zona Oeste	232
<b>Apêndice 2</b>	
Questionário de Entrevista com Empresas de Metalmeccânica da Zona Oeste	234
<b>Apêndice 3</b>	
Termo de Confidencialidade	242
<b>Apêndice 4</b>	
Questionário de Entrevista sobre o SIBRATEC-ET Rede RJ	243
<b>Apêndice 5</b>	
Ferro-Gusa e Ferroligas – Grupo 24.1	244
<b>Apêndice 6</b>	
Siderurgia – Grupo 24.2	247
<b>Apêndice 7</b>	
Produção de Tubos, Exceto sem Costura – Grupo 24.3	251
<b>Apêndice 8</b>	
Metalurgia dos Metais Não-Ferrosos – Grupo 24.4	253
<b>Apêndice 9</b>	
Fundição – Grupo 24.5	258
<b>Apêndice 10</b>	
Tecnologia Industrial Básica – TIB	259

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b>	
Marcos do Desenvolvimento da Área de Gestão de Operações	260
<b>Anexo 2</b>	
Nota Metodológica – Classificação do Porte dos Estabelecimentos	262

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACERB	Associação Comercial e Empresarial da Região de Bangu
ACICG	Associação Comercial e Industrial de Campo Grande
ACIRA	Associação Comercial e Industrial de Realengo e Adjacências
AEDIN	Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências
AMN	Asociación Mercosur de Normalización
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APEX-BRASIL	Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
API	American Petroleum Institute
APL	Arranjo Produtivo Local
ASM	American System of Manufacturing
ASTM	American Society for Testing and Materials
BIRD	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEBRAE	Centro Brasileiro de Apoio à Pequena e Média Empresa
CEFET-RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
CGV	Cadeia Global de Valor
CLP	Controlador Lógico Programável
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNC	Comando Numérico Computadorizado
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
DIN	Deutsches Institut für Normung
ECIB	Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
ERJ	Estado do Rio de Janeiro
ERP	Enterprise Resource Planning
FDM	Fused Deposition Modeling
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro



FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNCEX	Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior
GEM	Global Entrepreneurship Monitor
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBOPE	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
ICT	Instituição de Científica e Tecnológica
IHM	Interface Homem-Máquina
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in Time
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MM	Metalmecânica
MME	Ministério de Minas e Energia
MPE	Micro e Pequena Empresa
MPME	Micro, Pequena e Média Empresa
MRJ	Município do Rio de Janeiro
MRP	Material Requirement Planning
MRP-II	Manufacturing Resource Planning
Mt	Milhões de toneladas métricas
NBR	Norma Técnica Brasileira
NSF	National Science Foundation
OECD	The Organisation for Economic Co-Operation and development
OMC	Organização Mundial de Comércio
ONIP	Organização Nacional da Indústria de Petróleo
PAC	Plano de Aceleração do Crescimento
PACTI	Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação
PBM	Plano Brasil Maior
PBQP	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P&G	Petróleo e Gás Natural
PEIEX	Programa Extensão Industrial Exportadora

PIB	Produto Interno Bruto
PICE	Política Industrial e de Comércio Exterior
PIM-PF	Pesquisa Industrial Mensal - Índice de Produção Física)
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PITCE	Diretriz de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PME	Pequena e Média Empresa
PROGEX	Programa de Apoio à Exportação
PROMINP	Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural
ProQP	Programa da Qualidade e Produtividade
PRUMO	Programa de Unidades Móveis
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RBC	Rede Brasileira de Calibração
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios
REDESIST	Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEBRAETEC	Serviços em Inovação e Tecnologia
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SIBRATEC-ET	Componente de Extensão do SIBRATEC
SINMETRO	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
SLA	Stereolithography Apparatus
SLM	Selective Laser Melting
SLS	Selective Laser Sintering
SME	Small and Medium-Sized Enterprise
SMS	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
SPIL	Sistema Produtivo e Inovativo Local
SPRU	Science Policy Research Unit
TEA	Taxa de Empreendimento em Estágio Inicial
TIB	Tecnologia Industrial Básica
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UFRJ	Universidade federal do Rio de Janeiro

UE	União Europeia
UEZO	Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VBPI	Valor Bruto da Produção Industrial
VIM	Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais da Metrologia
VTI	Valor da Transformação Industrial
ZO	Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	22
1.1 CONTEXTO	22
1.2 O PROBLEMA DE PESQUISA	26
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	36
1.4 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA	36
1.5 HIPÓTESES	37
1.6 CONTRIBUIÇÃO DA TESE	38
1.7 ESTRUTURA DA TESE	39
<b>2 O CONTEXTO TEÓRICO E EMPÍRICO</b>	40
2.1 MARCOS TEÓRICOS: INSTITUCIONALISMO E INOVAÇÃO	41
2.1.1 Teoria institucional	41
2.1.2 Inovação - abordagem evolucionária neo-schumpeteriana	48
2.1.3 A firma e o seu crescimento	55
2.2 MARCO EMPÍRICO: O SETOR METALMECÂNICO	60
2.2.1 Definição, escopo e fotografia do setor	61
2.2.2 Setor metalmeccânico – emprego e renda	74
2.2.3 Metalmeccânica e tecnologia industrial básica (TIB)	80
2.2.4 Avanços tecnológicos e organizacionais	89
2.2.5 Estágio inovativo atual do setor metalmeccânico	115
2.2.6 Desafios atuais do setor – oportunidades e ameaças	118
<b>3 METODOLOGIA</b>	122
3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS	122
3.2 DA NATUREZA, DOS FINS E DOS MÉTODOS	123
3.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA	128
3.3.1 Coleta de dados das empresas	128
3.3.2 Coleta de dados – atores do arranjo SIBRATEC-ET Rede RJ	131
3.4 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	132
3.4.1 Arranjo SIBRATEC-ET Rede RJ	132
3.4.2 Demandas das empresas	134
3.4.3 Análise: demanda x oferta	134
3.4.4 Programa SEBRAETEC	135

<b>4 RESULTADOS DA PESQUISA</b>	136
4.1 EMPRESAS DE METALMECÂNICA – RESULTADO DAS ENTREVISTAS	136
4.2 INSTITUIÇÕES DE APOIO – RESULTADOS DAS ENTREVISTAS	172
<b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	197
<b>6 CONCLUSÃO</b>	212
<b>REFERÊNCIAS</b>	222
<b>APÊNDICES</b>	232
<b>ANEXOS</b>	260

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTO

Esta tese tem como motivação o rico debate político-econômico contemporâneo sobre desenvolvimento. Essa discussão ganhou novo impulso pós-Consenso de Washington. Neste novo cenário, volta ao centro da discussão o papel do Estado e das instituições em todo esse processo, com a busca de um novo ‘desenho’ de estratégias desenvolvimentistas para os países emergentes e em desenvolvimento, lastreadas em análises críticas dos processos de desenvolvimento dos países desenvolvidos (EVANS, 2004, 2010; CHANG, 2009; MAZZUCATO, 2011).

A temática abordada na tese é a do desenvolvimento local induzido, particularmente a partir de políticas de apoio às empresas industriais. Considerando-se a natureza complexa deste fenômeno, constata-se que a literatura especializada não apresenta ainda uma teoria unificada, que permita uma abordagem conceitual unívoca e consensual do assunto.

A temática integra várias dimensões: espacial, econômica, social, cultural e política, cuja dinâmica conjugada pode redundar em prosperidade de longo prazo, indo além de mero crescimento do produto interno bruto (PIB) local. O fenômeno tem uma ampla gama de elementos componentes capazes de explicar ou conformar o desenvolvimento local, entre os quais se destacam: a melhoria pelos efeitos de aglomeração; intensificação das economias de proximidade; a ancoragem física de empresas; programas de criação de emprego e renda; apoio à modernização do tecido empresarial; os esforços de elevação da qualificação e competências e ações que facilitem a incorporação e difusão de inovações; e o acionamento de governança local com envolvimento das esferas públicas e privadas. Tais ações envolvem a criação de instrumentos institucionais capazes de lidar com a organização dos atores e a coordenação deles, sendo esta, em parte, responsável pelo desempenho e resultados dos planos e programas de desenvolvimento (FAURÉ & HASENCLEVER, 2005; 2007).

Mais especificamente, com relação ao fenômeno das aglomerações geográficas e/ou setoriais de empresas, vários pesquisadores o têm estudado, sob diversos ângulos, para o entendimento: de sua caracterização, organização, do desempenho das firmas, bem como acerca do impacto para o desenvolvimento econômico e social, com ênfase crescente a partir da década de 1990 (BECATTINI, 1979; PIORE & SABEL, 1984; PORTER, 1990; SAXENIAN, 1994; KRUGMAN, 1991; SCHMITZ, 1997; BELUSSI & CALDARI, 2009).

Uma revisão do tema feita por Rocha (2004), além de citar o aumento da publicação de livros sobre o tema (*Clusters*),<sup>1</sup> evidencia o aumento de publicações de organismos internacionais, como a UNIDO – *United Nations Industrial Development Organization* (2001), Nadvi (1995), a OECD – *The Organisation for Economic Co-operation and Development* (1996, 1999, 2000, 2001) e o *Observatory of European Small and Medium Enterprises* (2002), todas relacionadas ao estudo de *clusters*. As razões principais para o crescente interesse nesse tema, segundo Rocha, é o presumido impacto sobre o desempenho das firmas, o desenvolvimento econômico regional e a competitividade nacional. Isso tem levado os organismos internacionais (OECD, UNIDO, Banco Mundial) a utilizar a estratégia de estruturação de *clusters* como ferramenta de desenvolvimento econômico. O artigo desse autor contribui com uma investigação do impacto dos *clusters* para o desenvolvimento. Sem ser conclusivo a respeito, evidencia ainda uma grande diversidade de abordagens e metodologias adotadas nesses estudos.

Assim, diversos focos de análise têm sido utilizados para tratar da origem e natureza da abordagem que considera o desenvolvimento, tanto no âmbito local quanto regional. A própria metodologia de identificação de aglomerações não é simples e nem consensual. Estudos de diversos autores denotam a necessidade da complementação da metodologia com uso, por exemplo, de 'quociente locacional' – utilizada por economistas para estudos de desenvolvimento regional – por meio do 'Gini locacional' (SUZIGAN *et al*, 2003) e ainda por análise qualitativa que capture as motivações e interações entre atores locais, que não é possível só ao se identificar uma especialização. Zissimos e Hasenclever (2006) apresentam exemplos desse esforço metodológico no Brasil, indicando que faltam mais estudos empíricos das realidades das aglomerações, a fim de subsidiar a criação de um modelo de identificação das configurações produtivas locais e a construção de taxonomia que permita o desenho de políticas e estratégias de desenvolvimento local mais adequadas à realidade brasileira.

Uma caracterização do fenômeno de aglomeração produtiva, sob as terminologias de 'arranjo produtivo local' (APL) e 'sistemas produtivos e inovativos locais' (SPIL) tem sido utilizada na estruturação de políticas públicas de fomento ao desenvolvimento local no Brasil. Uma rede de estudos (REDESIST)<sup>2</sup> foi implementada, em torno dessa caracterização, sediada no Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e que conta com a participação de várias universidades e institutos de pesquisa no Brasil, além de manter parcerias com outras instituições da América Latina, Europa e Ásia.

---

1 Usado aqui como generalização para a aglomeração produtiva e também pela terminologia citada por Rocha.

2 Acerca da atuação da REDESIST, pode-se utilizar o link: <<http://www.redesist.ie.ufrj.br/>>. Acesso em 13 jun. 2014.

Vê-se que a abordagem do desenvolvimento envolve análises que vão além do processo macroeconômico, necessitando, dada a reestruturação produtiva em curso no mundo, de aprofundamento nos aspectos meso e microeconômicos da dinâmica produtiva, tanto em termos setoriais e de encadeamentos produtivos, como também por abordagem com ênfase no território e em processos de capacitação e aprendizado para a inovação no âmbito das empresas, *locus* da inovação.

A crise internacional de 2008, a ascensão da China como potência econômica, com um modelo próprio de desenvolvimento de sua economia, por meio de instrumentos institucionais construídos a partir de pensamento estratégico próprio,<sup>3</sup> diverso de um modelo dominante de receituário padronizado, evidencia uma oportunidade para se pensar a promoção do desenvolvimento brasileiro a partir de suas características socioeconômicas específicas e de sua trajetória histórico institucional, em especial de seu desdobramento mais recente.

Após um longo período sem políticas industriais e tecnológicas explícitas, o país volta-se, a partir de 2003, para a busca de novos caminhos de intervenção do Estado em prol do desenvolvimento. Há um esforço em fortalecer a estrutura produtiva do país e o crescimento econômico com base em políticas industriais explícitas, que focam diretamente a inovação como elemento-chave do processo de desenvolvimento nacional. Há ênfase também no fortalecimento dos atores econômicos locais, no âmbito das políticas nacionais de ciência, tecnologia e inovação imbricadas com a política industrial, dado que há um espraiamento das ações entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

Há, nessa concepção de políticas de desenvolvimento, o entendimento atual do papel central da inovação como mais importante componente estratégico do desenvolvimento (CASSIOLATO e LASTRES, 2005), sendo, portanto, elemento-chave para a competitividade tanto empresarial quanto dos Estados nacionais (DOSI *et al.*, 1988; OECD, 1992). Esta abordagem, denominada neo-schumpeteriana, dá ênfase à relação entre agentes econômicos, com foco na apropriação do conhecimento pela capacitação de recursos humanos, via aprendizado (*learning: by doing, by using, by interacting*; P&D), tanto no interior das empresas como nas suas relações externas, como formas de construção de competências para a inovação (LUNDVALL, 1988; 2007).

Vê-se, assim, que a capacitação é elemento que fortalece a competitividade das empresas (FLEURY, 1991). Mas possuir as competências para a absorção, uso e apropriação do conhecimento, gerado intra ou extrafirma, visando à inovação organizacional e em produtos e

---

<sup>3</sup> Visão detalhada desse processo, na perspectiva da sociologia da modernização, pode ser vista em Souza (2012).



serviços, não é condição dada, mas sim construída endogenamente, o que exige o engajamento das empresas em processos de aprendizagem, na construção e acúmulo de capacidades tecnológicas e organizacionais (LALL, 1992; HASENCLEVER & CASSIOLATO, 1998; FIGUEIREDO, 2003).

Pensar, pois, o desenvolvimento nacional sustentado de longo prazo, com apoio no desenvolvimento regional e local, passou a ser discurso recorrente entre os *policy makers* no Brasil a partir da década de 2000, com o fortalecimento do papel do Estado na promoção do desenvolvimento. Substituiu-se a visão de que políticas econômicas e mudanças estruturais apenas orientadas ao mercado eram adequadas ao bom desempenho da economia brasileira, enfatizadas ao longo da década de 1990, período em que se abandonou a política industrial e tecnológica mais vertical, com ação do Estado só se justificando onde há falhas de mercado (LA ROVERE, HASENCLEVER & ERBER, 2004) e, mesmo nestes casos, adotando-se uma política horizontal.

Um pressuposto desta tese é que, com a posse do Presidente Luís Inácio Lula da Silva,<sup>4</sup> coloca-se uma nova agenda de desenvolvimento, com a institucionalização desse pensamento desenvolvimentista se materializando parcialmente nas novas políticas industrial e de ciência, tecnologia e inovação, a partir da implantação da Diretriz de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), em 2004. Posteriormente, prossegue com essa perspectiva estratégica, através da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), lançada em maio de 2008 e tal agenda se consolida no governo da Presidente Dilma Rouseff, com o Plano Brasil Maior, lançado em agosto de 2011 (PBM). Outro argumento que reforça esta visão de um possível novo modelo desenvolvimentista de política pública é a adoção de programas indutores do crescimento econômico nos governos Lula e Dilma (Programas de aceleração do crescimento - PAC).

O desafio da tese se coloca, então, na temática do desenvolvimento local, abordando um tema ligado às políticas de apoio a esse desenvolvimento: as políticas de apoio à inovação na indústria.

Especificamente, a pesquisa de tese se concentra em determinar em que medida programas de extensão tecnológica,<sup>5</sup> que se constituem parte do escopo das políticas de desenvolvimento em ciência e tecnologia, articuladas com a política industrial brasileira, são efetivos como elementos de suporte à competitividade das micros, pequenas e médias empresas (MPME) industriais brasileiras. Assim, a tese analisa a questão da extensão tecnológica, pelo lado da oferta de apoio à capacitação tecnológica e organizacional, materializado no arranjo institucional do Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC), seu componente de extensão tecnológica no estado do Rio

---

4 Ressalte-se que os fundos setoriais e os fóruns de competitividade, implantados no governo anterior, foram mantidos no governo Lula, bem como foi mantida a orientação macroeconômica (ABDI, 2011).

5 Atualmente denominada no Brasil de 'extensão tecnológica'. Anteriormente era denominada de 'extensão industrial', como aparecerá algumas vezes na tese em referência a situações anteriores.

de Janeiro (SIBRATEC-ET Rede RJ); e, pelo lado da demanda, na dimensão dialógica, indo ao encontro dos atores econômicos, buscando as MPMEs que necessitam incorporar novas tecnologias organizacionais, de produtos e de processos industriais, que lhes dê dinamismo inovativo e capacidade competitiva no atual ambiente concorrencial do sistema econômico em que se inserem, caracterizado por uma fragmentação geográfica e reorganização da atividade produtiva em cadeias globais de valor (CGV), com a discussão da inserção internacional do sistema produtivo nacional (BAUMANN & PINELI, 2014).

Considerando os objetos da pesquisa, esta será realizada:

- com foco na mudança institucional no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação, a partir de 2007, com relação aos programas de extensão industrial, no âmbito do Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (PACTI 2007-2010) e das prioridades mais recentes da PDP (2008-2011), bem como do seu desdobramento na política industrial seguinte (Plano Brasil Maior – PBM 2011-2015). As ações de extensão estão contempladas nas atividades do SIBRATEC, instituído em 2007, objetivando o apoio ao desenvolvimento tecnológico do setor empresarial nacional.
- com foco nas demandas de capacitação tecnológica e organizacional das MPMEs do setor metalmeccânico da zona oeste do município do Rio de Janeiro.

## 1.2 O PROBLEMA DE PESQUISA

### **Pelo lado da demanda**

No cenário industrial brasileiro, as MPMEs são a maioria dos empreendimentos produtivos, mas a literatura econômica apresenta várias dificuldades quanto ao desempenho econômico adequado dessas empresas e sua contribuição para o desenvolvimento econômico.

No setor industrial, MPMEs são significativas apenas no número absoluto de empresas e empregos: mais de 295 mil empresas (98,8% do total do setor), que empregam 4 milhões de pessoas (51,6% do total do setor). A participação, porém, das micros e pequenas empresas, tanto no valor bruto da produção industrial (VBPI) quanto no valor adicionado, foi de cerca de 10%, menor do que a das médias empresas (14% do VBPI e 12% de valor adicionado).<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> VBPI: vendas de produtos e serviços industriais (receita líquida industrial) mais a variação dos estoques dos produtos acabados e em elaboração mais a produção própria realizada para o ativo imobilizado; valor adicionado: valor bruto da produção industrial menos os custos das operações industriais.

O resultado conjunto das MPMEs mostra a sua pouca representatividade na criação de valor para a economia brasileira, se comparado às grandes empresas, responsáveis pela geração de mais de 75% em todos esses indicadores econômicos (LA ROVERE *et al.*, 2014).

O mesmo se dá com relação às exportações. No ano de 2013, das empresas que exportaram, o número de MPMEs exportadoras brasileiras representou 68,1% do total, porém, com relação ao valor exportado, foi de apenas 4,1% a participação desse conjunto de empresas, indicando que, no Brasil, ainda não é significativa a participação das MPMEs em termos de valor exportado (MDIC, 2014).

A Tabela 1 apresenta resultados da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC 2008, que evidencia uma correlação positiva entre inovação e porte das empresas (IBGE, 2010, p. 39), conforme já teorizado por Schumpeter (1984). A partir desses dados, pode-se verificar que, apesar das pequenas e médias empresas (PME) representarem a maioria das empresas pesquisadas (98,3%), observa-se que, do ponto de vista da atividade inovadora, as grandes empresas industriais<sup>7</sup> são relativamente mais inovadoras: 71,9% foram inovadoras em produto ou processo, 26,9% lançaram produto inovador para o mercado nacional e 18,1% implementaram processo inovador para o seu setor no Brasil.

**Tabela 1 – PINTEC 2008 – Participação Percentual do Número de Empresas que Implantaram Inovações por faixa de pessoal ocupado e Porte (2006-2008)**

Porte	Faixas de pessoal ocupado	Taxa de inovação			Produto			Produto novo para o mercado nacional		
		Indústria	Serviços selecionados	P&D	Indústria	Serviços selecionados	P&D	Indústria	Serviços selecionados	P&D
	Total	38,1	46,2	97,5	22,9	37,4	85,0	4,1	9,1	72,5
Pequeno	De 10 a 29	36,9	45,6	66,7	21,7	36,9	33,3	3,3	7,7	33,3
	De 30 a 49	35,2	46,5	0,0	20,9	36,5	0,0	3,2	13,1	0,0
	De 50 a 99	40,1	40,8	100,0	24,0	34,9	83,3	4,6	9,8	50,0
Médio	De 100 a 249	43,0	54,4	100,0	26,7	43,5	72,7	6,4	12,4	63,6
	De 250 a 499	48,8	56,2	100,0	31,8	44,1	100,0	9,0	16,4	100,0
Grande	Com 500 e mais	71,9	67,2	100,0	54,9	54,6	100,0	26,9	24,3	83,3

Porte	Faixas de pessoal ocupado	Processo			Processo novo para o setor no Brasil		
		Indústria	Serviços selecionados	P&D	Indústria	Serviços selecionados	P&D
	Total	32,1	30,9	82,5	2,3	2,8	60,0
Pequeno	De 10 a 29	30,7	29,9	66,7	2,0	1,7	33,3
	De 30 a 49	30,6	31,0	0,0	1,6	1,5	0,0
	De 50 a 99	33,7	27,6	66,7	2,2	5,7	33,3
Médio	De 100 a 249	36,9	39,8	81,8	3,1	5,2	54,5
	De 250 a 499	40,1	42,3	87,5	4,5	10,9	75,0
Grande	Com 500 e mais	64,0	54,2	91,7	18,1	22,5	75,0

Fonte: Adaptado de IBGE – Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008.

Nota: porte conforme metodologia SEBRAE (Anexo 2).

<sup>7</sup> Empresas com 500 ou mais pessoas ocupadas, conforme a PINTEC 2008.

O mesmo diferencial inovativo se repete na mais recente pesquisa sobre inovação publicada pelo IBGE – PINTEC 2011, que apresenta mesmo peso quantitativo das PMEs (98,3%), mas que assinala uma queda ampla das taxas de inovação no período da pesquisa (2009-2011), refletindo a crise financeira mundial de 2008. Houve queda mais acentuada da taxa para as empresas de grande porte (de 16 pontos percentuais) em relação às de menor porte (de 3,1 pontos percentuais), provavelmente evidenciando também a relevância da taxa de inovação para as grandes empresas (IBGE, 2013).

Estes indicadores mostram algumas dificuldades das MPMEs em obterem resultados econômicos satisfatórios seja por sua escala de produção (tamanho), seja por sua participação nas exportações, bem como pela dificuldade de realizar atividades inovativas. Joseph Schumpeter também chamou a atenção para a importância do empreendedorismo e da inovação para o desenvolvimento, entretanto as MPMEs, no Brasil, não são empreendedoras no sentido de Schumpeter, mas empreendem basicamente por necessidade (GEM, 2012).

Esta situação está mudando, como pode ser observado pela pesquisa do *Global Entrepreneurship Monitor* – GEM, publicado em 2012, em que o Brasil permanece, segundo a classificação adotada na pesquisa – de acordo com a fase do desenvolvimento econômico –, no grupo de países 'impulsionados pela eficiência', com taxa de empreendedores iniciais 'por oportunidade', como percentual da TEA,<sup>8</sup> passando de 42,0% para 69,2%. Entretanto, apesar do avanço, o Brasil ainda está muito distante de outros países desse grupo, como México e Chile (85,2% e 82,2%, respectivamente) (GEM, 2012).

A baixa competitividade econômica das MPMEs brasileiras não é regra mundial, considerando a situação bem diversa de vários outros países. É o caso, por exemplo, das pequenas e médias empresas da União Europeia (UE). Como no Brasil, as MPMEs da UE são a maioria das empresas, correspondendo a 99,8% das empresas não financeiras e por 67,4% dos empregos. Entretanto, respondem por 58,1% do valor adicionado bruto. Diferentemente do Brasil, essas empresas têm sido vistas como possíveis motores da economia europeia, em especial as empresas industriais de alta e média-alta tecnologia e as empresas de serviços intensivos em conhecimento (ECORYS, 2012), devido ao seu melhor desempenho econômico de mais do dobro do valor adicionado bruto em relação às brasileiras.

No caso brasileiro, essas diferenças podem ser o reflexo da inferioridade técnica e organizacional das MPMEs nacionais, além das dificuldades de ordem financeira. De fato, verifica-se uma deficiência na modernização do parque produtivo das MPMEs, sem renovação adequada de máquinas e de equipamentos, dadas as dificuldades de obtenção de crédito, de fato

---

8 Taxa de Empreendedores em Estágio Inicial – TEA. Para detalhes sobre a metodologia ver GEM (2012).

inacessíveis às MPMEs, tendo em vista as exigências impostas (LA ROVERE, 2001), mesmo após o advento do Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte.<sup>9</sup>

Nesse escopo de apoio às micro e pequena empresas (MPE), cabe ressaltar a criação, em 1990, do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), instituição técnica de apoio ao desenvolvimento da atividade empresarial, voltada para o fomento e difusão de programas e projetos que visam à promoção e ao fortalecimento das MPEs nacionais (VIOL e RODRIGUES, 2000).

Com o advento da Lei complementar nº 123/2006 (alterada e complementada pelas Leis complementares nº 127/2007, 128/2008, 133/2009 e 139/2011), houve uma substancial melhoria das condições de desenvolvimento dos pequenos negócios no Brasil, do ponto de vista tributário, pela consolidação do Simples Nacional, que é o regime compartilhado de arrecadação, cobrança e fiscalização de tributos, aplicável às Microempresas e Empresas de Pequeno Porte, previsto na Lei Complementar nº 123/2006. O Gráfico 1 apresenta a evolução no número de optantes pelo novo regime tributário.



**Gráfico 1 – Optantes do Simples Nacional no período de 2007 a 2013 (abril)**

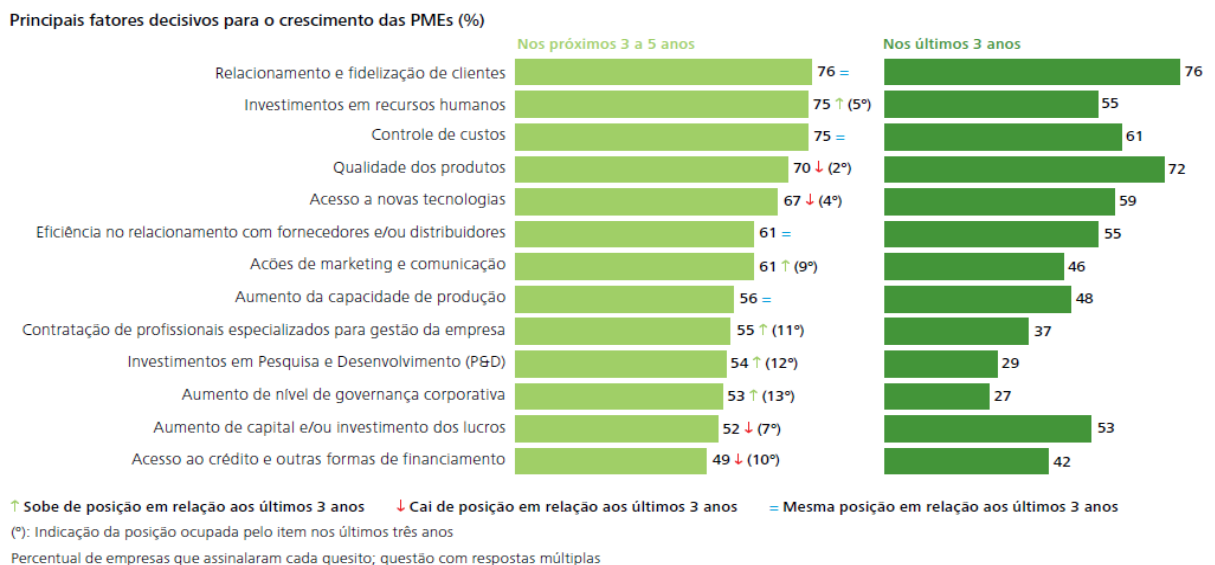
Fonte: SEBRAE (2013) a partir de dados da Receita Federal.

<sup>9</sup> Normas gerais de tratamento diferenciado e favorecido dispensado às microempresas e empresas de pequeno porte no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (Lei Complementar nº 123/2006).

Como pode ser constatado pelo Gráfico 1, houve um aumento de 77% das MPes optantes pelo Simples entre 2007 e 2012 (SEBRAE, 2013). Porém, do ponto de vista das demais dificuldades sobre as MPMEs, o quadro não se modificou de forma tão pronunciada como a que foi evidenciada no aspecto tributário. La Rovere (2001) destaca as dificuldades das MPMEs para gerar e adotar inovações. As grandes corporações têm maior vantagem inovativa, dada sua capacidade em P&D, enquanto as MPMEs são mais flexíveis, com melhor adaptação às mudanças no mercado, com mais facilidade em atuar em nichos de maior taxa de inovação. Porém, destaca-se que o maior potencial inovativo das MPMEs se perde, dado seu menor acesso à informação tecnológica e uma taxa de risco maior para inovar, levando-se em conta a dificuldade de financiamento.

Ressalta La Rovere (2001) as seguintes deficiências e dificuldades das MPMEs: percepção tardia para adoção de inovações ou adoção compulsória por pressão de clientes e fornecedores; baixa capacitação gerencial e curto horizonte de planejamento dos administradores e proprietários, dificultando visão de longo prazo e inovação, bem como prospecção de novos mercados.

Um estudo conjunto recente, da Deloitte Touche Tohmatsu e da revista Exame PME (Deloitte, 2010), para o ranqueamento das 200 pequenas e médias empresas que mais crescem no Brasil, aponta que há uma percepção crescente entre as PMEs das mudanças do cenário competitivo da economia e dos fatores que podem mantê-las com seus tamanhos atuais ou permitir seu crescimento. A Figura 1 apresenta o resultado da pesquisa acerca dos principais fatores para o crescimento na visão do conjunto de empresas PMEs participantes.



**Figura 1 – Principais fatores para o crescimento das PMEs**

Fonte: Deloitte, 2010.

Dos três fatores decisivos que eram apontados pelas empresas na edição do estudo em 2007 (relacionamento e fidelização dos clientes, qualidade dos produtos e controle de custos), a qualidade dos produtos deixou de ser o segundo fator mais importante, com os empresários reconhecendo a emergência do investimento em recursos humanos como segundo fator mais importante para o êxito competitivo do negócio. Este era apenas o quinto fator em 2007. Isto pode sinalizar o entendimento da necessidade da construção das capacitações tecnológicas e organizacionais novas, que necessariamente passa pela qualificação dos recursos humanos, considerando que parte dos conhecimentos adquiridos permanece na empresa sob a forma de conhecimento tácito.

### **Pelo lado da oferta**

A extensão começou, no Brasil, por experiências na agricultura, a partir da década de 1930, ganhando impulso nacional somente a partir de 1975, com a organização de empresas públicas de extensão, vinculadas ao Ministério da Agricultura. Já a extensão industrial, acredita-se que tenha inspiração dessa experiência agrícola, datando de meados dos anos de 1980 as primeiras iniciativas de política industrial, como a criação do Programa Tecnologia Industrial Básica (TIB), de 1985, e do Programa da Qualidade e Produtividade (ProQP), em 1986 (DARÓS, 1997). Posteriormente, no escopo de programas da Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE), na década de 1990, surge o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP).

Dentre os principais programas com as características de extensão industrial de nível nacional e caráter continuado, alguns ainda em vigor, estão: o Projeto Extensão Industrial Exportadora – PEIEX; o Programa SEBRAE de Consultoria Tecnológica – SEBRAETEC; o Programa de Unidades Móveis – PRUMO; o Programa de Apoio à Exportação – PROGEX; e o Programa Inovar para Competir.

São programas abrangentes, do ponto de vista de suas áreas de atuação e formas de intervenção. Quanto ao aspecto institucional, três deles estavam vinculados diretamente a ministérios do governo federal (PROGEX e PRUMO, ao MCTI; e PEIEX, ao MDIC); dois por instituições do Sistema “S”: o SEBRAETEC, coordenado pelo SEBRAE; e o ‘Inovar para Competir’, coordenado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

O resultado, porém, da atuação dos programas nacionais de extensão em atendimento às demandas das MPMEs não tinha sido satisfatório. De forma abrangente, acerca dos programas de extensão industrial brasileiros, Madeira (2009) identificou que a sua não continuidade era um dos principais pontos negativos dos mesmos. Este fato os distanciava de experiências internacionais, como a norte-americana e japonesa, cujos programas são permanentes e apoiados em arcabouço institucional estável, persistindo por anos, servindo de elemento básico para o desenvolvimento da

estrutura produtiva nacional. Nesses países, o principal fator de sucesso foi exatamente a continuidade e estabilidade dos programas ao longo dos anos (SHAPIRA, 1990).

Ressalta ainda Madeira (2009) que faltava, aos programas nacionais de extensão, um padrão associado ao desenvolvimento dos mecanismos de coordenação institucional, como verificado nas experiências norte-americana e japonesa, que definisse as características e diretrizes gerais dos programas de extensão. Além disso, a falta de continuidade dos programas comprometeu a geração de resultados pela falta de aprimoramento continuado do escopo de serviços realizados, o que teve impacto direto na evolução da base de conhecimento dos produtores locais (FAURÉ & HASENCLEVER, 2005).

A restrição do escopo dos serviços prestados também é apontada como uma das deficiências dos programas por limitar o alcance dos projetos, uma vez que a diversidade das demandas das empresas não é atendida. Outra dificuldade é que os programas oferecem serviços semelhantes (por exemplo, o PEIEX e o PROGEX, na preparação para exportação), culminando no oferecimento duplicado dos mesmos, o que mostra a falta de uma articulação entre as alternativas extensionistas existentes.

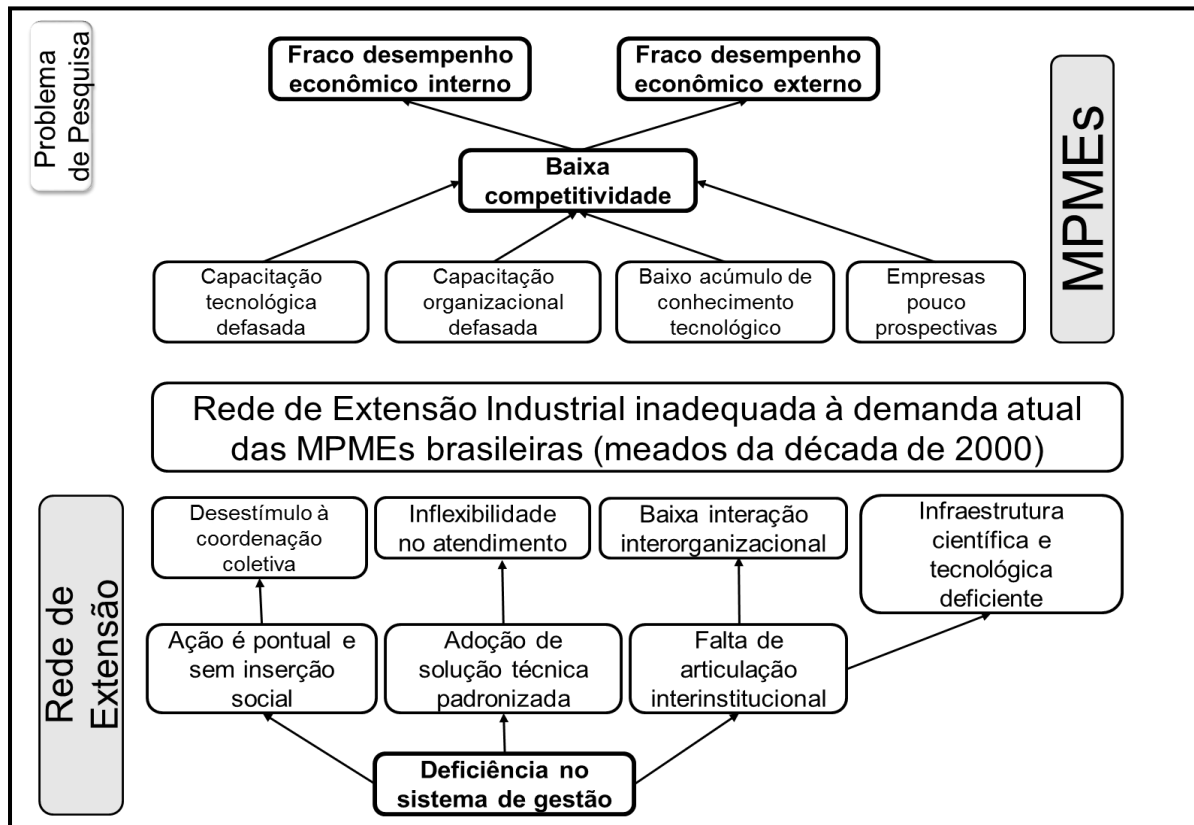
### **O problema da oferta - demanda**

Tendo em vista o problema das MPMEs industriais – a dificuldade de capacitação organizacional e tecnológica por várias razões já apontadas – e as falhas dos programas de extensão tecnológica, já diagnosticadas por Madeira (2009), pode-se esquematizar o problema através da Figura 2, usando a representação em forma de 'árvore explicativa de problema', um instrumento de planejamento orientado por problemas.

Esta ferramenta facilita a leitura da realidade que envolve a questão do suporte à melhoria do desempenho das MPMEs industriais. Nela coloca-se como problema, pelo lado da oferta, o modelo de extensão tecnológica, até então com os programas ainda denominados de extensão industrial, como realizado até meados da década de 2000. A partir do problema identificado, elencam-se a montante as possíveis causas do problema, buscando-se chegar a uma (ou mais) causa raiz. E a jusante do problema, estão possíveis consequências ou impactos, retratados no problema das MPMEs industriais brasileiras menos competitivas.

Na representação da Figura 2, os impactos finais dessa baixa competitividade das empresas, isto é, seu fraco desempenho nas exportações, bem como o seu fraco desempenho no mercado interno podem estar associados a uma deficiência no apoio que lhes é oferecido, que não possibilita uma adequada capacitação tecnológica e organizacional, tendo como causa crítica da inadequação do modelo de extensão industrial a deficiência no sistema de gestão dos programas.





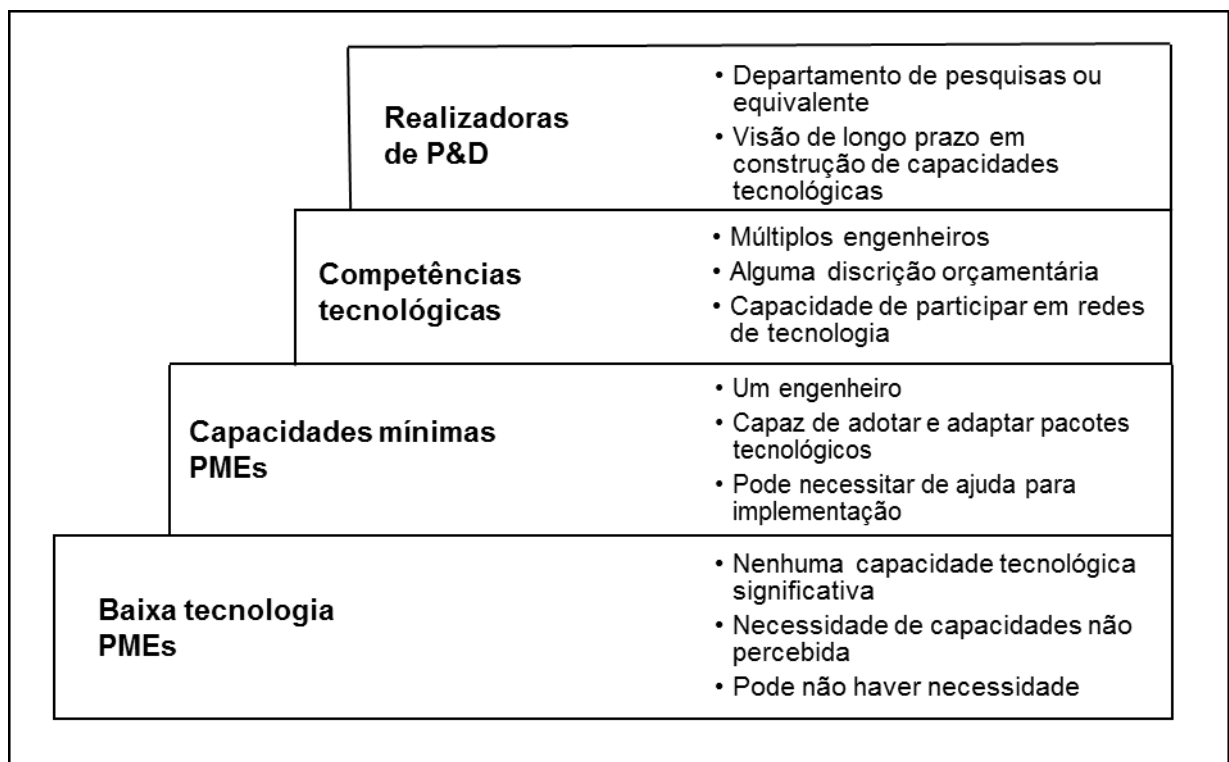
**Figura 2 – Árvore do Problema: Extensão Tecnológica Brasileira – MPMEs Industriais**  
 Fonte: elaboração própria.

Toda essa problemática, que cerca as MPMEs brasileiras, se verificava também nessa categoria de empresas em países desenvolvidos. Para mudar esse quadro foram utilizadas políticas de apoio ao desenvolvimento das competências organizacionais e tecnológicas que emprestassem às MPMEs condições de se manterem competitivas. Houve uma mudança gradual de medidas tradicionais de difusão do lado da oferta para políticas que se coadunam com um modelo mais interativo de inovação, pois perceberam que o impacto do desenvolvimento tecnológico sobre a produtividade, o crescimento e a geração de empregos era dependente do nível de capacitação tecnológica e inovativa das MPMEs (OECD, 1997).<sup>10</sup>

Isto levou às mudanças nas políticas de difusão de tecnologia, dado que nem todas as empresas tinham as mesmas capacidades de absorção e uso de conhecimentos, apresentando diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico. Com foco, então, em programas de difusão pelo lado da demanda, buscou-se atender às reais necessidades de cada grupo de empresas. A Figura 3 apresenta uma tipologia que retrata diferentes níveis de capacitação das empresas.

<sup>10</sup> Nos textos da OECD, em geral, não se usa MSME para designar as micros, pequenas e médias empresas, cuja sigla no Brasil é MPME. A sigla mais adotada é SME (*Small and Medium-Sized Enterprises*).

Portanto, não se oferece um pacote fechado de soluções para melhorar a capacitação das *small and medium-sized enterprises* (SME), dado que elas têm perfis de competências tecnológicas diferenciados. Aquelas que estão no estágio identificado como “Baixa tecnologia PMEs” (*Low-technology SMEs*), muitas vezes sequer têm noção de suas deficiências operacionais e, portanto, não têm como solicitar ajuda externa. Já as do estágio imediato, “Capacidades mínimas PMEs” (*Minimum-capability SMEs*), são capazes de utilizar um pacote de soluções tecnológicas, mas podem requerer suporte na implementação. E assim, de nível a nível, há uma escala crescente de progresso técnico e de maior independência no uso, desenvolvimento e adoção de novas tecnologias, chegando até ao nível de competência de gerar novos conhecimentos e de inovar, a partir de seu sistema de pesquisa e desenvolvimento.



**Figura 3 – Hierarquia de Empresas por Capacidades em Engenharia e Pesquisa**

Fonte: Adaptado de OECD (1997). Original de: Arnold, E. and Thuriaux, B. (1997), *Supporting Companies' Technological Capabilities, Technopolis report to the OECD*.

Essa tipologia é útil para analisar a diversidade de desafios que se apresentam a cada momento do desenvolvimento de uma empresa e possibilitar um desenho mais aberto de mecanismos de apoio, sem perder de vista o caráter individual de cada uma delas e a não linearidade com que se dá a mudança de estágios de progresso empresarial e, ainda, que podem estar presentes numa mesma empresa características de diferentes desses patamares. E é dada ênfase à presença de engenheiros como recurso humano capaz de impactar favoravelmente o desenvolvimento tecnológico das empresas

Tendo em consideração essa realidade plural das capacidades tecnológicas das MPMEs, foram desenvolvidos programas de difusão tecnológica adequados aos diversos públicos usuários. O Quadro 1, apresenta o conjunto de tipologias de programas de difusão tecnológica, classificados conforme o critério de atendimento às diferentes necessidades das MPMEs. Tradicionalmente os programas eram destinados a facilitar a transferência de tecnologia de instituições de pesquisa ou de fornecedores de equipamentos para os utilizadores (nível 1). Mas, considerando a diversidade de níveis existentes, passaram a oferecer outros programas que vão além da solução dos problemas técnicos imediatos, para estimular as empresas a desenvolverem e implementarem uma atualização mais estratégica (níveis 2 e 3).

<b>Meta</b>	<b>Tipos de Programa</b>	<b>Objetivos</b>
Nível 1: aprimorar a adoção e adaptação de tecnologias específicas	Tecnologias; institucionais ou específicos de cada setor Demonstração	Difundir uma tecnologia específica para um amplo número de firmas e setores; promover transferência de tecnologia de instituições específicas; ou difundir tecnologia para um setor industrial particular
Nível 2: aprimorar a capacidade das firmas de absorver tecnologias	Assistência técnica Redes de informações Assistência para projetos de pequena escala em P&D	Assistir as firmas em diagnósticos de demandas tecnológicas e em solução de problemas
Nível 3: construir a capacidade de inovação das firmas	Ferramentas de diagnóstico Berchmarking Rotas tecnológicas setoriais Colaboração universidade-empresa	Assistir as firmas no desenvolvimento da gestão orientada à inovação (incluindo mudança organizacional) Transmitir as melhores práticas disponíveis Planejamento sistemático para futuros investimentos estratégicos em tecnologia Atualização da base de conhecimentos da firma

**Quadro 1 – Tipologia de Programas de Difusão Tecnológica**

Fonte: Adaptado de OECD (1997). Original em inglês.

Essas dificuldades foram enfrentadas com o uso de programas de extensão industrial, um mecanismo institucional que pode ser definido, a partir de seus objetivos, como um programa de difusão tecnológica, voltado à transmissão de conhecimentos, capacitando um grande número de firmas à adoção de novas tecnologias (OECD, 1997). Um aspecto importante desses programas, útil para o caso brasileiro, é que se pode melhorar o desempenho das MPMEs por meio da transferência de tecnologias mais simples, como aspectos básicos de gestão, tecnologias de produção já maduras, disponíveis no mercado, porém novas para as MPMEs (MADEIRA, 2009). Países que podem ser citados como exemplo no uso desses mecanismos institucionais de

capacitação de empresas são os Estados Unidos e o Japão, que desenvolveram sistemas próprios de apoio às empresas.

### 1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A principal motivação da pesquisa da tese foi a constatação de que há poucos estudos sobre a contribuição dos programas de extensão industrial no Brasil e o entendimento do papel relevante que estes programas podem desempenhar no suporte ao setor produtivo. O papel dos programas de extensão industrial é proeminente, no sentido de apoiar as MPMEs na sua capacitação para a gestão de aquisição, uso e absorção de tecnologias novas, bem como auxiliá-las em termos de estrutura organizacional, que possa criar condições de maior perenidade na gestão de novos conhecimentos, mantendo uma dinâmica de aprendizado continuado como parte da cultura organizacional. Essa capacitação está na gênese do processo inovativo.

Considera-se o tema deste projeto relevante em razão da exígua produção acadêmica nacional articulando desenvolvimento local, extensão tecnológica<sup>11</sup> e capacitação tecnológica e organizacional das empresas, o que torna o tema original. E, uma vez que já existe um diagnóstico socioeconômico da região selecionada (LA ROVERE & SILVA, 2010) – e um projeto piloto de metodologia de fortalecimento da interação universidade-empresa da qual o pesquisador participou –,<sup>12</sup> a pesquisa do tema lança novas luzes sobre mecanismos institucionais de apoio ao processo de desenvolvimento da zona oeste do município do Rio de Janeiro.

### 1.4 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA

O objetivo geral da tese foi analisar a oferta de apoio institucional do modelo brasileiro de extensão tecnológica como instrumento de suporte ao desenvolvimento tecnológico e organizacional das MPMEs vis-à-vis as demandas dessas empresas, através de um estudo de caso: as demandas por capacitações tecnológicas e organizacionais das MPMEs do setor metalmeccânico (MM) da zona oeste (ZO) do município do Rio de Janeiro (MRJ).

Além deste objetivo geral, a pesquisa teve os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar o setor metalmeccânico no contexto econômico brasileiro e do estado do Rio de Janeiro e os desafios tecnológicos atuais do setor;

---

11 Houve a transição do termo ‘extensão industrial’ para ‘extensão tecnológica’, como será tratado na tese.

12 Trata-se do projeto: Método de desenvolvimento do capital inovativo no Setor metalmeccânico na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, uma parceria do Sebrae, Redetec e com coordenação de execução do Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO) (DIREITO, 2012).

2. Caracterizar as MPMEs de metalmeccânica da zona oeste do MRJ, por meio de suas demandas tecnológicas e organizacionais;
3. Avaliar a implementação do arranjo institucional SIBRATEC-ET Rede RJ, em termos da efetividade da oferta de capacitação tecnológica e organizacional.
4. Analisar a correlação oferta-demanda por capacitação tecnológica e organizacional entre o SIBRATEC-ET Rede RJ vis-à-vis as MPMEs de metalmeccânica da zona oeste do MRJ e no contexto da finalidade deste mecanismo de apoio para as MPMEs do ERJ.

A pesquisa de tese pretendeu responder a seguinte questão: A oferta de apoio institucional, por meio da rede de extensão tecnológica do programa SIBRATEC está adequada para atender às demandas por capacitação tecnológica e organizacional das micros, pequenas e médias empresas industriais de metalmeccânica, visando superar as principais dificuldades das MPMEs com relação ao desenvolvimento tecnológico e à manutenção da competitividade no atual ambiente concorrencial?

## 1.5 HIPÓTESES

As hipóteses que são utilizadas como premissas na tese, para responder à questão de pesquisa, são:

1. O programa de extensão tecnológica poderá atender as demandas se seus instrumentos de apoio – modelagens de atendimento – forem flexíveis e acionados pelas demandas das empresas.
2. O arranjo institucional do programa de extensão poderá facilitar a correlação entre a oferta e a demanda por capacitações se as capacidades administrativas e técnicas atuarem coordenadamente e orientadas para o atingimento dos fins do programa. E poderá dificultar, se atuarem inversamente.

A empresa é considerada na tese como agente individual por suas capacidades organizacionais únicas, acumuladas ao longo do tempo por meio de rotinas, que incorporam o conhecimento empresarial e que lhe imprime a distinção no ambiente concorrencial. As suas capacitações são forjadas pelo contínuo aprendizado ao participar da disputa por mercados para seus produtos e serviços. As suas possibilidades de crescimento se vinculam à sua habilidade em acumular capacidades e recursos, que são o resultado das estratégias que adota para enfrentar os problemas decorrentes das suas atividades.

O apoio institucional em capacitações tecnológicas e organizacionais se apresenta como instrumento que tem por objetivo junto às empresas apoiar a solução de pequenos gargalos na gestão tecnológica, adaptação de produtos e processos e a melhoria da gestão da produção das micros, pequenas e médias empresas. Entende-se esse apoio como extensão tecnológica, anteriormente definido conforme a OECD (1997) (ver página 35), então ainda denominado extensão industrial. Especificamente no caso brasileiro, este apoio está organizado pelo Sistema Brasileiro de Teconologia, através de um dos seus componentes: as redes de extensão tecnológica, aqui considerada SIBRATEC-ET. Maiores informações a respeito desse sistema e sua rede de extensão serão fornecidas na página 173 e seguintes.

As hipóteses direcionam a pesquisa no sentido de busca de evidências em torno dos pressupostos que expõe. Em se encontrando nos resultados da pesquisa as evidências que comprovem as hipóteses, será respondida a pergunta formulada em torno da relação entre os objetos estudados: as ações de extensão tecnológica e as demandas das MPMEs de metalmeccânica.

## 1.6 CONTRIBUIÇÃO DA TESE

A principal contribuição esperada da pesquisa será dada ao se fazer um diagnóstico dos serviços ofertados pelos programas de extensão e sua adequação à necessidade evidenciada no levantamento das demandas das MPMEs industriais do setor metalmeccânico da Zona Oeste do município do Rio de Janeiro.

Ao reconhecer a importância da Tecnologia Industrial Básica (TIB) como elemento basilar da capacitação tecnológica empresarial, esta pesquisa fomenta novas pesquisas em torno do papel da TIB no conjunto de capacitações fundamentais para o *catching up* tecnológico das empresas, com isso contribuindo para o fortalecimento da competitividade do tecido industrial brasileiro tanto internamente, quanto a nível internacional, considerando-se que houve um deslocamento das barreiras comerciais internacionais das barreiras tarifárias para barreiras não-tarifárias, em particular as barreiras técnicas (GALLINA, 2009).

Isto abre possibilidades de linhas de investigação da contribuição de conjuntos de tecnologias e seus impactos nos diversos setores, tanto industriais quanto os de serviços tecnológicos crescentemente impactantes na economia nacional, o que pode ser constatado a partir da pesquisa de Chacon (2012), em que busca, por meio da análise do balanço de transações correntes brasileiro e dos fluxos tecnológicos, verificar a correlação entre a aquisição de tecnologia e o esforço inovativo das empresas nacionais. Kupfer (2003) identificou, a partir da década de 1990, a tendência crescente do coeficiente de importações de setores de maior conteúdo

tecnológico e maior elasticidade-renda, ao passo que a pauta de exportações se concentrava em setores da indústria tradicional e de menor elasticidade-renda. Estes resultados do período dão indícios de redução da capacitação tecnológica industrial nos setores de maior conteúdo tecnológico.

Assim, reforça-se a necessidade de se buscar mecanismos de fortalecimento da capacidade inovativa nas empresas e de avaliação dos instrumentos de apoio empresarial existentes, neste caso, em particular, será avaliado o novo programa de extensão tecnológica brasileiro, componente em rede do Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC).

## 1.7 ESTRUTURA DA TESE

A tese está estruturada em cinco capítulos, além do capítulo introdutório, das referências bibliográficas e dos apêndices e anexos. O capítulo dois trata do contexto teórico e empírico da tese. O capítulo três apresenta a metodologia de pesquisa da tese. No capítulo quatro são apresentados os resultados da pesquisa de campo. No capítulo cinco é feita a discussão dos resultados obtidos. E, no capítulo seis, são apresentadas as conclusões da tese, apresenta as limitações do trabalho e aponta novos campos de pesquisa para enriquecer a análise da tese.

## 2. O CONTEXTO TEÓRICO E EMPÍRICO

O ser humano é reconhecido como um ser dotado da capacidade de pensar, sentir e agir. Portanto, vive com base em suas análises do ambiente, que são realizadas por um conjunto de possibilidades perceptivas de caráter cognitivo, sensitivo e demonstra e/ou exerce suas escolhas, define suas preferências com o uso da sua capacidade volitiva, que se expressa no mundo real por meio de sua ação no campo social. Isto denota que a ação humana se dá por canais ou meios de expressão muito amplos. Assim sendo, uma teoria com potencial explicativo para a ação humana deve levar em conta uma ampla interrelação de variáveis de caráter tanto objetivo quanto subjetivo.

Esse introito justifica o seguinte argumento: não é possível encontrar, em apenas uma teoria, de apenas um campo do conhecimento humano, uma explicação para qualquer ação humana. Necessariamente, na explicação de um fenômeno de origem humana, é preciso combinar o poder explicativo de diversas teorias e/ou abordagens científicas.

A tese, portanto, utilizará um conjunto de teorias e abordagens comuns à economia, mas que se utiliza de conhecimentos advindos de abordagens sociológicas e da biologia evolutiva como arcabouço conceitual, além de aspectos comportamentais comuns nas ciências humanas. Outro aspecto importante a considerar é que o uso da teoria tem por finalidade servir à análise do problema, como um modo de organizar a análise, o que Nelson e Winter (2005) chamam de estilo teórico apreciativo:

"Em sua função de um arcabouço para apreciação, uma teoria é um instrumento de pesquisa, e, na pesquisa aplicada eficiente, esse instrumento é utilizado com flexibilidade, ajustado para servir ao problema e complementado por quaisquer outros instrumentos que porventura estejam disponíveis e que pareçam ser úteis. O foco é sobre o propósito para o qual os instrumentos teóricos são aplicados" (Nelson & Winter, 2005, p. 77-78).

Nesta tese, os marcos teóricos principais de apoio à análise do problema estudado foram o institucionalismo e a inovação, com abordagem a partir da teoria evolucionária da mudança econômica. E a visão de empresa se apoia também na abordagem dada pela teoria do crescimento da firma. Assim, esta tese parte do pressuposto da firma como o *locus* da inovação e, portanto, da aplicação dos programas brasileiros de extensão tecnológica. Este contexto teórico e o objetivo de seu uso na tese são apresentados nesta seção.

Como o estudo de caso selecionado foi baseado nas MPMEs do setor metalmeccânico, o contexto empírico define o escopo do setor, traz uma fotografia deste setor a nível Brasil e do estado do Rio de Janeiro e analisa o seu estado da arte tecnológico e organizacional. Portanto,



também nesta seção será contextualizado o estudo de caso das MPMEs de metalmeccânica, que tem como amostra as empresas localizadas na zona oeste do município do Rio de Janeiro.

## 2.1 MARCOS TEÓRICOS: INSTITUCIONALISMO E INOVAÇÃO

### 2.1.1 Teoria Institucional

A abordagem da economia institucional será utilizada como referencial teórico. Esta abordagem coloca as instituições no centro do sistema econômico e de sua análise, bem como reconhece sua importância para o desenvolvimento (HODGSON, 1988; NORTH, 1990; EVANS, 2004; CHANG, 2003). Por essa perspectiva, os agentes do sistema econômico atuam sob um sistema construtivo de regras, normas e convenções formais e informais<sup>13</sup> que exercem influência nos seus comportamentos e estes agentes, por meio de suas ações e interações, exercem influência nas mudanças institucionais.

O estudo das instituições então se coloca como abordagem necessária, já que essas são regras que as sociedades elaboram para a promoção da cooperação e a redução dos conflitos no processo de coordenação das atividades econômicas, além de buscar a redução dos desperdícios no emprego dos recursos disponíveis (FIANI, 2011).

O conceito de instituição não é consensual, havendo também uma ampla variedade de abordagens que se caracterizam como institucionalistas, com variados níveis de análise da institucionalidade das economias capitalistas (PONDÉ, 2005).

É adequado, portanto, apresentar alguns conceitos estruturados por diversos autores acerca de como definir o que seja instituição. Em seguida, será feita uma análise do papel das instituições no funcionamento do sistema econômico.

Segundo Pondé (2005, p. 126), em sua tentativa de construir um conceito mínimo de instituição, aproveita-se sua identificação dos elementos básicos para a construção de uma definição de instituição, que são: "as regularidades nas ações e interações sociais; o seu caráter socialmente construído; e seu papel no ordenamento ou organização das atividades e processos econômicos".

Uma primeira definição de Langlois (1986, p. 17), identifica instituição como "uma regularidade no comportamento que especifica ações em situações particulares recorrentes".

---

13 As normas sociais e as convenções informais não serão consideradas como instrumentos institucionais promotores do desenvolvimento. Uma argumentação adequada, que fundamenta essa premissa da tese, pode ser vista em Fiani (2011).

Outra definição, na mesma linha que enfatiza a questão das regularidades de comportamento é a de Rutherford (1994, p. 182) que considera que "uma instituição é uma regularidade de comportamento ou uma regra que tem aceitação geral pelos membros de um grupo social, que define comportamentos em situações específicas e que se autopolicia ou é policiada por uma autoridade externa".

Com semelhante abordagem, a definição de Hodgson (1988, p. 10) entende instituição "como uma organização social que, mediante a operação de tradições, costumes ou restrições legais, tende a criar padrões de comportamento duráveis e rotineiros. É esta mesma durabilidade e caráter rotineiro, em um mundo complexo e algumas vezes volátil, que torna possível uma ciência social com alguma aplicação prática".

Segue-se a definição de Dosi (1991, p. 354), para quem instituições são "conjuntos particulares de normas que são socialmente compartilhadas, socialmente impostas (*enforced*) em diferentes graus, e tendem a se reproduzir inercialmente através do tempo".

Considerando um papel de coordenação entre os agentes, Vanberg (1993, p. 189) pondera que as instituições seriam "sistemas ou redes de rotinas que se estabilizam mutuamente".

Na abordagem de Douglass North, está relacionada ao caráter regulatório, ao definir as instituições como "as regras do jogo em uma sociedade ou, de modo mais formal, [...] as restrições arquitetadas pelos homens que dão forma a sua interação" (NORTH, 1990, p.3).

Também como regras é a aceção de instituições formulada por Knudsen (1993, p. 269), para quem elas são "regras sociais formais e informais (em contraposição a regras pessoais) que podem solucionar vários problemas de interação social".

Aproveitando-se de todas essas definições oferecidas por diversos pesquisadores do tema, Pondé (2005, p. 126) expressa a sua conceituação 'mínima' como segue: "Instituições econômicas são regularidades de comportamento, social e historicamente construídas, que moldam e ordenam as interações entre indivíduos e grupos de indivíduos, produzindo padrões relativamente estáveis e determinados na operação do sistema econômico".

Como último conceito, apresentamos o de Scott (1995, p. 33), que, segundo Pondé, seria uma definição *omnibus* de instituição, complementando a dele: "instituições consistem em estruturas e atividades cognitivas, normativas e regulativas que proporcionam estabilidade e sentido ao comportamento social. As instituições são transportadas por vários portadores – culturas, estruturas e rotinas – e estes operam em níveis múltiplos de jurisdição".

O aspecto da teoria institucional do sistema econômico que ilumina a tese está relacionado ao modo como esta abordagem define o papel das instituições no funcionamento do sistema econômico para uma análise do desenvolvimento. Segundo Fiani (2011), o funcionamento do sistema econômico é dependente do modo como as instituições ajudam a organizá-lo. Uma

primeira questão teórica que se apresenta para o propósito da tese é acerca da coordenação das atividades no sistema econômico de modo a se aumentar o bem-estar social de uma nação, desenvolvida ou não.

Se o sistema econômico não pode ser organizado unicamente por mercados, não há possibilidade de uso da Teoria do Equilíbrio Geral como base explicativa para o funcionamento do sistema econômico. Assim, a promoção do desenvolvimento não pode se dar a partir do funcionamento de mercados livres (FIANI, 2011). Portanto, outros tipos de instituição são necessários para garantir estabilidade do funcionamento da economia, para além dos mercados.

Qual seria, pois, o modo mais adequado de se coordenar as atividades econômicas de agentes independentes, mas interdependentes, com interesses divergentes e conhecimento disperso? Essa questão foi colocada por Ha-Joon Chang (1996).

Um dos pontos centrais dessa discussão é a da participação do Estado como coordenador do sistema econômico. O Estado é considerado como tendo papel importante na coordenação do sistema econômico (NORTH, 1989; CHANG, 2003; EVANS, 2004; MAZZUCATO, 2011). Há, porém, na literatura institucional, divergências, tanto sobre o modo como o Estado deve exercer este papel, bem como até que nível deve atuar e/ou intervir no sistema econômico.

Dado o ambiente de elevada complexidade onde as trocas feitas pelos agentes econômicos ocorrem e a necessidade de uma terceira parte, que especifique direitos e garanta contratos com a manutenção de um conjunto de regras que incentivem e ao mesmo tempo moderem as interações entre as partes, Douglas North (1989) considera explicitamente que o governo exerça esse papel, com uma ação moderadora para viabilizar a cooperação e agir na eliminação ou minimização dos conflitos que surjam para a manutenção do funcionamento do sistema econômico, mas essa atuação do Estado deve ser feita de forma indireta, no âmbito macroeconômico, moderando o ambiente institucional.

Para outros autores, não obstante sua atuação necessária ao nível macroeconômico, o Estado pode exercer um papel de empreendedor de mudança no sistema econômico, ao oferecer uma visão de futuro, que direcione os agentes para uma ação combinada, promotora de mudança estrutural positiva do ponto de vista do desenvolvimento (CHANG, 2003).

No estudo institucional da participação do Estado na economia, Peter Evans (2004; 2010) e Ha-Joon Chang (2003; 2009) são autores que apresentam, como Douglass North, um entendimento quanto a ser o Estado um elemento fundamental na estruturação do sistema econômico e discutem o seu papel institucional no desenvolvimento. Porém consideram (ao contrário de North) que não há somente um tipo de arranjo institucional no sistema econômico (o mercado) que promova o desenvolvimento e que somente com a garantia dos direitos das

liberdades dos indivíduos (e dos seus direitos de propriedade), por meio da manutenção do ambiente institucional favorável, se conduz, de forma eficiente, uma nação ao desenvolvimento.<sup>14</sup>

A visão de Chang (2003), de um Estado ciente de seu papel na gestão dos conflitos, inerentes aos processos desenvolvimentistas, e também de um Estado Empreendedor, que atua nas bases do sistema econômico, de certo modo é complementada pela análise de Evans (2004) sobre as condições para que o Estado desempenhe esses papéis, ao abordar o caráter de interventor do Estado na economia como ator-chave na coordenação de ações de transformação econômica, e delinear o papel da estrutura do Estado com autonomia, calcada numa burocracia weberiana, frente aos agentes econômicos, com os quais deve atuar em parceria na promoção do desenvolvimento, particularmente industrial, ação essa que deve estar inserida no contexto social do qual faz parte. Este seria o caráter de um Estado Desenvolvimentista, capaz de promover o desenvolvimento social.

A influência do Estado e seu protagonismo na visão de Peter Evans ficam claros nesta sua assertiva, no livro “Autonomia e Parceria: Estados e transformação industrial”: “*Do país mais pobre do Terceiro Mundo ao mais avançado exemplo de bem-estar social capitalista, o ponto em comum na história do século XX é a influência cada vez maior do Estado como instituição e ator social*” (Evans, 2004, p. 28).

Nesta concepção, há uma intervenção necessária do Estado no sistema econômico – com uma racionalidade administrativa que se contrapõe à racionalidade (limitada) dos indivíduos – por três motivos: superação de falhas de mercado; superação de resistências sociais ao processo de desenvolvimento econômico; superação de resistências sociais à distribuição de renda na sociedade (RUESCHEMEYER e EVANS, 1985 *apud* FIANI, 2011).

Essa atuação intervencionista do Estado difere, porém, da que é abordada pela Teoria da Busca de Renda – *rent seeking*, pois aquela considera o Estado como um ator social com objetivos próprios, cuja atuação deve ser analisada quanto às condições determinantes da forma pela qual esse Estado exerce o papel que a sociedade demanda dele. A questão aqui é como o Estado deve atuar para conseguir integrar interesses particulares com objetivos gerais da sociedade a serem atendidos (FIANI, 2011).

Essa atuação, na concepção de Evans se dá com autonomia e parceria. Isto está relacionado às diferentes formas de intervenção do Estado, que, por sua vez, dependem das variadas formas que o Estado poderá assumir. Esses tipos estruturais são sintetizados por Evans (2004), numa idealização histórica, como Estados Predadores e Estados Desenvolvimentistas. E entre esses tipos polares estariam os diversos tipos estruturais intermediários.

Sua síntese conceitual desses pólos típicos pode ser assim expressa (EVANS, 2004, p. 37):

---

14 North *et al.* (2009). Estudo crítico dessa questão é feito por Fiani (2011).

“Os Estados Predadores conseguem, à custa da sociedade, refrear deliberadamente o processo de desenvolvimento, mesmo em sua dimensão mais estreita de acumulação de capital. Os Estados Desenvolvimentistas, por sua vez, não apenas direcionam a transformação industrial, mas também, como pode ser argumentado de forma plausível, são em grande parte responsáveis pelo desenvolvimento”.

No Estado Predador não há autonomia que “implica a habilidade de formular objetivos coletivos em vez de permitir que os dirigentes públicos busquem seus interesses particulares” (EVANS, 2004, p. 78). Também não há parceria para favorecer uma transformação industrial. “Pelo contrário, as energias do Estado são direcionadas para prevenir o surgimento de grupos sociais que possam ter interesse na transformação” (EVANS, 2004, p. 80).

O Estado Desenvolvimentista atua com autonomia e parceria, numa imbricação da sua estrutura burocrática de caráter weberiano com as relações sociais que estimulam a participação dos diversos grupos de interesse na transformação industrial. Os exemplos usados por Evans aqui são o Japão, A Coreia do Sul e Taiwan. Concordando totalmente com Fiani (2011, p. 210), quanto à clareza da conceituação de Peter Evans deste tipo de Estado, aqui um trecho é transcrito, mas com alguns recortes:

“A organização interna dos Estados Desenvolvimentistas assemelha-se mais à burocracia weberiana. [...] A coerência dá a este aparato um certo tipo de “autonomia”. Entretanto, eles não são isolados da sociedade como Weber achava que deveriam ser. Ao contrário, estão inseridos em um conjunto concreto de alianças sociais que ligam o Estado à sociedade e provêm canais institucionalizados para negociação contínua de objetivos e planos de ação. [...] Um Estado inteiramente autônomo não teria capacitação suficiente, nem habilidade necessária, para implementar seus objetivos de forma descentralizada e privada. Em contrapartida, quando redes muito densas de interesse não encontram um Estado com estrutura interna robusta, este se torna incapaz de resolver os problemas de “ação coletiva” e de transcender os interesses individuais de suas contrapartes privadas. Somente quando há uma combinação entre a incorporação de interesses coletivos e a autonomia, um Estado pode ser chamado de desenvolvimentista. São imprescindíveis tanto autonomia como parceria” (EVANS, 2004, p. 37-8).

Entre esses extremos estão os Estados intermediários, com burocracia em parte weberiana, mas com autonomia ainda fragmentada por essa estrutura não plenamente consistente. Também não há formação de parceria com a sociedade como um todo, pois ainda há relações fortes com setores tradicionais oligárquicos, que se fundem com o aparato do Estado, buscando seus interesses próprios clientelistas (EVANS, 2004).

Ha-Joon Chang (2003) apresenta uma base teórica do papel do Estado no sistema econômico e no desenvolvimento. Parte de um sistema econômico com elevados custos de transação, em que há ameaça de conflitos e a cooperação não é óbvia nem imediata. Inicia por reconhecer o papel importante, e em certos casos mesmo fundamental para os investimentos, dos

ativos específicos, nesse caso, com uma importante consequência para o funcionamento do sistema econômico: a coordenação *ex post* do mercado por meio do sistema de preços pode ser fonte de desperdício de recursos econômicos. E como a possibilidade de decisões equivocadas está presente, dada a racionalidade limitada dos indivíduos, a complexidade e incerteza decorrentes das transformações da economia, Chang argumenta da necessidade de um mecanismo de coordenação *ex ante* que previna a ocorrência de consequências negativas para a economia e para o desenvolvimento. O Estado atuaria então para evitar essas ocorrências negativas, agindo positivamente como gestor de conflitos.

A outra função que Chang preconiza é a de Estado Empreendedor. Devido à característica do sistema econômico moderno, em que há uma grande interdependência das atividades econômicas, decorrente da maior divisão do trabalho, mas com permanência da propriedade dispersa entre agentes privados independentes, há uma necessária coordenação para que as mudanças estruturais ocorram. Não é possível que essa coordenação seja feita por um dos agentes privados, por falta de visão sistêmica e/ou por incerteza estratégica do comportamento a esperar dos demais agentes. E, como se trata de processo de desenvolvimento, onde não se sabe com exatidão das possibilidades, esse processo não só altera a estrutura econômica, mas também cria novos elementos nessa estrutura. Assim, caberia ao Estado, na função de empreendedor fornecer a visão dos objetivos do desenvolvimento e as instituições necessárias para alcançá-lo (FIANI, 2011, p. 221).

Mais recentemente, Mazzucato (2011) reforça a tese de um Estado com ação direta no sistema econômico, ao evidenciar empiricamente que, com um Estado 'mínimo' nas ações de política econômica, as nações não são capazes, apenas pela ação dos mercados, incentivados pela busca de lucro, realizar as inovações que as movam a um patamar superior de crescimento e não sustentam o processo inovativo, que as levem para áreas com alto potencial de crescimento – presente hoje em áreas como internet, bioengenharia, nanotecnologia etc. – e as mantenham na vanguarda do desenvolvimento tecnológico. Segundo essa autora, o Estado é o agente principal nesse caso, podendo criar estratégias para o desenvolvimento dessas áreas, por meio de financiamento da fase inicial e mais incerta de novas pesquisas, já que os empresários em geral são avessos ao risco. Nesse caso, o Estado atua como um empreendedor, indo muito além de regulador e coordenador de ambiente econômico, tornando-se mesmo 'criador' de novos mercados. Assim, o Silicon Valley com a emergência das tecnologias de informação e a biotecnologia são alguns dos casos de novos setores de alta tecnologia que não foram criados por iniciativa de empreendedores geniais, mas por aplicação de fundos públicos que propiciaram o

surgimento desses setores ou mesmo de desenvolvimentos realizados por instituições públicas que foram os nucleadores de uma nova área de alta tecnologia.<sup>15</sup>

O que Mazzucato evidencia é que o Estado – ao assumir riscos e atuar diretamente no sistema econômico – é o agente estruturador que articula os demais agentes do sistema na formação de redes que vão atuar em torno de interesses nacionais. Isso coloca o Estado como construtor de visões de futuro, em formulador de estratégias de desenvolvimento de longo prazo. Um Estado que efetivamente cria novas oportunidades tecnológicas e, ao fomentar articulações em redes de atores, capacita os agentes para a ação sistêmica e dinâmica por meio dos mercados existentes e dos novos, viabilizados pela ação institucional estatal.

Assim, tanto Ha-Joon Chang, Mariana Mazzucato quanto Peter Evans consideram que o Estado deve atuar diretamente no sistema econômico, ao nível dos arranjos institucionais, agindo até mesmo na estruturação de novos mercados, como um Estado empreendedor, com protagonismo na condução do sistema econômico.

Nesta tese, utilizamos esta abordagem institucional evidenciada por Evans, Chang e Mazzucato, que percebe o Estado como o agente institucional central no processo de desenvolvimento econômico, a nível macro e mesoeconômico.

Portanto, a teoria institucional ilumina a tese na medida em que podemos, com os elementos da abordagem institucionalista, analisar as características dos arranjos institucionais e seus impactos sobre o desempenho das empresas. Além disso, o tratamento da mudança institucional requer "uma teoria da concorrência de inspiração schumpeteriana, que tenha como elemento essencial o processo de introdução e difusão de inovações por parte das empresas" (PONDÉ, 2005, p. 152). No caso desta tese, os programas e todas as ações de extensão industrial, inseridos nas estratégias das políticas industriais e de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) (vigentes no período temporal considerado), são objeto da pesquisa, sendo analisados no processo de formação de arranjos institucionais voltados ao suporte das demandas de capacitação tecnológica e organizacional das MPMEs industriais.

A abordagem evolucionária é adotada como arcabouço teórico para a integração com elementos da abordagem institucional na análise do processo histórico de evolução das empresas, entendidas como populações em arranjos institucionais e na dinâmica de suas relações nos mercados, em processo de concorrência com os demais agentes econômicos que visam lucro.

---

15 Mazzucato (2011) cita o financiamento da *National Science Foundation* (NSF), dos Estados Unidos, na origem do algoritmo do Google e da descoberta dos anticorpos moleculares, base de fundamentação da biotecnologia, feita nos laboratórios públicos do Medical Research Council (MRC), no Reino Unido.

A variação dos agentes, pelo processo seletivo é dinamizado por mecanismos de aprendizado e inovação (PONDÉ, 2005).

### 2.1.2 Inovação - Abordagem Evolucionária Neo-Schumpeteriana

Como visto no item anterior, considera-se nesta pesquisa uma abordagem heterodoxa de instituições, propondo-se que "a análise de uma economia de mercado deve se fazer a partir de um conjunto variado de padrões de interação entre os agentes que não são adequadamente tratados por extensões dos modelos de equilíbrio" (PONDÉ, 2005, p. 146).

No plano meso e microeconômico, há necessidade de se explicar a mudança institucional de empresas (no caso da tese, das MPMs industriais), por meio da identificação dos seus mecanismos causais, o que pode ser alcançado por um recorte específico da institucionalidade das economias capitalistas. Importa, no caso conceber: os fenômenos econômicos como resultado do aprendizado dos agentes no tempo; seus comportamentos como racionais, ainda que não maximizadores; e reconhecer que a coordenação das atividades econômicas envolve, além de transações de mercado – de preço e quantidade –, um espectro amplo de instituições socioeconômicas (LANGLOIS, 1986).

A teoria evolucionária da mudança econômica, desenvolvida por Nelson e Winter (2005), também embasa a tese, uma vez que se enfatiza a incorporação da inovação (tecnológica e organizacional) ao rol das variáveis fundamentais da teoria do desenvolvimento e como elemento gerador da mudança institucional, tanto nas empresas quanto nos arranjos institucionais. E nessa perspectiva, são considerados os esforços governamentais de implementação de políticas industriais explícitas, que consideram a mudança econômica, não só pela variação na oferta de fatores nas condições de demanda de produtos e serviços, mas também como resultante de inovações por parte das empresas.

A tese, então, utilizará também como arcabouço teórico a visão evolucionária da mudança econômica, a partir do marco conceitual desenvolvido por Nelson e Winter e apresentado em 1982, com o lançamento do livro: Uma teoria evolucionária da mudança econômica.

Trata-se de uma teoria evolucionária das capacidades e do comportamento das firmas que operam num ambiente de mercado.<sup>16</sup> A teoria busca oferecer visão ampliada da mudança econômica, partindo-se da análise dos fatores: deslocamento das funções de demanda pelo produto; da oferta de fatores; da inovação feita pelas empresas. Com base nesta teoria, são desenvolvidos modelos para análise de diferentes aspectos da mudança econômica, como: as

---

<sup>16</sup> Todo desenvolvimento deste tópico da tese está baseado no livro de Nelson e Winter (2005): Uma teoria evolucionária da mudança econômica (An evolutionary theory of economic change [1982]).



respostas das firmas e dos setores<sup>17</sup> de atividades às alterações do mercado; o crescimento econômico e a concorrência através da inovação.

Com a teoria e os modelos, portanto, pretende-se compreender a evolução econômica no tempo; e a natureza da firma: agentes motivados pelo lucro, comprometidos com a busca de formas de ampliar seus lucros, mas não necessariamente por ações maximizadoras a partir de um conjunto 'dado' de escolhas, bem como as razões para a sua entrada e saída do mercado (NELSON & WINTER, 2005).

Não se supõe um estado de 'equilíbrio coletivo' das firmas lucrativas, nem que estas tenham um tamanho ideal desejado. Na verdade, as firmas são modeladas com um conjunto de capacidades e regras de decisão num dado momento, mas que se alteram no tempo como resultado de ações para solução de problemas ou por condições ambientais aleatórias. Inserem os autores a analogia da seleção natural do evolucionismo biológico, exercida, neste caso, pelo mercado, que determina as firmas que seguem operando (as lucrativas) e as que são separadas e tendem a não sobreviver (as não-lucrativas). Aqui sinalizam uma das características centrais da teoria evolucionária: a 'seleção natural' econômica, nos ambientes de mercado, em que o sucesso das firmas é análogo à habilidade de sobrevivência e crescimento dos organismos naturais.

Outra especificidade da teoria é a visão de uma 'genética organizacional', por meio do processo analítico que desenvolvem, segundo o qual, essas firmas lucrativas transmitem suas habilidades de geração de produtos e de lucratividade ao longo do tempo. Também incorporam o conceito de estabilidade num desempenho superior nas condições ambientais constantes ou quando as mudanças ocorrem na direção de sua trajetória, mas que tem seu desempenho dificultado em ambientes em grandes mudanças de cenário econômico.

A teoria evolucionária usa como conceito operacional básico as 'regras de decisão', com característica similar às das técnicas de produção, mas não são tratadas como elemento constante, e sim como "rotinas historicamente dadas que governam as ações de uma empresa" (NELSON & WINTER, 2005, p.36).

Adotam a terminologia geral 'rotinas' para todos os padrões comportamentais regulares e previsíveis das firmas. Aqui colocam a analogia com o papel dos 'genes' na teoria evolucionária biológica, dado que essas rotinas são hereditárias e selecionáveis pelos mecanismos do ambiente econômico concorrencial. Assim, "firmas lucrativas crescerão e firmas não-lucrativas minguarão, e as características operacionais das firmas mais lucrativas representarão uma crescente parcela das atividades do ramo em questão" (NELSON & WINTER, 2005, p. 37).

A teoria considera a adoção de uma hierarquia dessas regras de decisão, com os procedimentos de alto nível que podem atuar para a modificação das regras de nível inferior. E

---

17 Aqui trataremos como 'setores' o que Nelson e Winter (2005) denominam 'ramos'.

essas regras são consideradas no âmbito do conceito formulado por Nelson e Winter para as rotinas e as mudanças nas rotinas como análoga à ideia de mutação na biologia. As rotinas aqui são entendidas como resultado do processo evolucionário que as moldou e podem, de certo modo, ser categorizadas em classes, com:

- um primeiro conjunto de rotinas que governa o comportamento de curto prazo, que eles denominam de 'características operacionais';
- um segundo conjunto que possibilitam à firma lidar com as decisões quanto ao estoque de capital, com as questões de crescimento num contexto previsível;
- e, por último, as rotinas relacionadas a mudanças das características operacionais ao longo do tempo. São rotinas que guiam os processos de análise das operações e de sua de revisão ou ainda as mudanças radicais.

Tais processos rotinizados e com modificadores de rotinas são modelados pelos autores como formas de buscas, que são análogas à mutação na biologia evolucionária. Assim, parcialmente as buscas são determinadas pelas rotinas, com uso de um critério de avaliação das mudanças, em geral pelo lucro antecipado. Tais 'mutações' predispõem as firmas a melhores condições de sobrevivência e de crescimento no ambiente econômico.

Na teoria evolucionária tanto os padrões de comportamento das firmas (as rotinas) quanto os resultados de mercado ao longo do tempo são o resultado de processos dinâmicos, ou seja, as rotinas diversas das firmas num dado tempo agem como elementos determinantes dos seus níveis de insumos e de produtos, que se combinam com as condições de oferta e demanda do mercado, condições essas exógenas à essas firmas. E os conjuntos de decisões das firmas determinam os preços de mercado dos insumos e dos produtos no período. Com a lucratividade de cada firma resultando desses processos dinâmicos no período, essa lucratividade também será o critério de expansão ou contração das firmas, conforme suas 'regras' de investimento daquele período. Isto altera dinamicamente o tamanho das firmas ao longo do tempo, formando o contexto de seleção do ambiente econômico, onde os níveis de preços de cada 'ramo' de atividades são dinamicamente alterados, dadas as condições agregadas dos insumos e da produção no período.

Outra questão, que é ponto central na análise dos programas de extensão como instrumentos de apoio ao desenvolvimento das firmas, é quanto à importância da inovação para a sobrevivência e crescimento das firmas. Há o reconhecimento entre os especialistas de que o progresso tecnológico está no centro das mudanças econômicas atuais (FREEMAN, 1982; DOSI *et al.*, 1988; LALL, 1992; NELSON & WINTER, 2005). A teoria evolucionária propõe que a inovação seja tratada em modelo de crescimento alimentado pelos avanços técnicos, modelo este capaz de fornecer integração entre os aspectos micro e macroeconômicos (NELSON & WINTER,

2005, p. 44), com a presença de diversidade das características e da experiência das firmas e da interação cumulativa desta diversidade com a estrutura produtiva (NELSON & WINTER, 2005, p. 56).

Portanto, o uso da teoria evolucionária na tese é útil, tendo em vista sua preocupação analítica com a mudança econômica, com a ênfase que é dada aos processos que relacionam as mudanças das regras de decisão e dos procedimentos das firmas – incluso o progresso técnico – ao ambiente econômico que se altera (NELSON & WINTER, 2005, p. 63).

A questão das habilidades organizacionais das firmas, na teoria evolucionária, está presente na forma de rotinas da organização, que representam a forma da firma lidar de forma eficiente com dado contexto. Mas essas habilidades não são totalmente explicitáveis em rotinas que possam capturar o padrão de conhecimento para uma reprodução plena, pois parte desse conhecimento tem caráter tácito, análogo ao que apresentou Michael Polányi (1967 *apud* NELSON & WINTER, 2005), em seu esquema geral do conhecimento humano.

Essa consideração da questão da explicitação do conhecimento é central na análise das questões de transferência de tecnologia, do aprendizado organizacional e tecnológico das firmas, com reflexos diretos na capacidade inovativa destas (HASENCLEVER & CASSIOLATO, 1998).

A teoria evolucionária é útil ainda porque se aplica à organizações produtoras de "bens e serviços que se mantêm visivelmente 'os mesmos' ao longo de extensos períodos [...] e para os quais as rotinas bem definidas estruturam uma grande parte do funcionamento da organização a qualquer momento" (NELSON & WINTER, 2005, p. 150).

Os processos de buscas, na teoria evolucionária, representam conjuntos de atividades realizadas endogenamente: um conjunto de atividades permite à firma descobertas relacionadas aos atributos tecnológicos e econômicos de uma tecnologia, o que representa 'fazer pesquisas'; outro conjunto explica os detalhes e o desenvolvimento da tecnologia. Com essas rotinas bem estruturadas na firma, o tomador de decisões pode decidir, com relativo grau de certeza, os resultados da execução de atividades a vários níveis de utilização dos insumos. Assim, a teoria evolucionária se diferencia da concepção neoclássica, pois, com relação às buscas, "o fato de que as diferenças de julgamento e de percepção entre as pessoas e entre as organizações importam muito, e ignorando o fato de que de maneira alguma existe clareza ex ante sobre qual é a coisa certa a ser feita" (NELSON & WINTER, 2005, p. 362).

Portanto, no caso das regras de decisão relacionadas à pesquisa e desenvolvimento (P&D), a teoria evolucionária de Nelson e Winter identifica as estratégias geralmente utilizadas pelas firmas, que levam à definição das regras de decisão de investimentos em P&D. Tais estratégias consideram tanto os fatores internos, que dizem respeito à oferta ou ao custo de P&D, quanto aqueles do lado da demanda, considerando a suposição das empresas de que o tamanho do

mercado "esteja positivamente relacionado com o montante de pesquisa e desenvolvimento que vale a pena realizar" (NELSON & WINTER, 2005, p. 364). Mas nessa construção dos processos de buscas relacionadas a esses tipos de investimentos, o argumento básico da teoria evolucionária, diferentemente da teoria neoclássica, é que não se deve esperar encontrar uma estratégia ótima, já que não se pode considerar todas as alternativas possíveis, mas sim que se possa chegar mecanicamente a um conjunto razoável de opções que possam ser avaliados.

Na teoria evolucionária os processos de produção também são rotinizáveis e têm seus processos de busca que conduzem o seu aperfeiçoamento continuado. Vê-se que o avanço tecnológico é cumulativo,<sup>18</sup> com base no pressuposto de que "a rodada de projetos de amanhã é independente da que ocorre hoje, exceto pelo fato do que for conseguido hoje tender a impor um padrão mais elevado para os esforços de amanhã" (NELSON & WINTER, 2005, p.371). O elemento-chave aqui é o conhecimento acumulado, que serve de base aos novos desenvolvimentos. Uma trajetória de aperfeiçoamento pode ser seguida em detrimento de outras por falta de conhecimento adequado e adotando-se as regras de decisão vigentes então, que indicam a razoabilidade daquela direção de busca, conforme a estratégia já citada anteriormente. Isto não significa que as outras trajetórias não possam ser reconsideradas mais a frente, quando um novo conjunto de conhecimentos adquiridos no curso de um projeto de P&D estiver disponível à firma.

Quanto ao ambiente de seleção, a teoria evolucionária, propõe uma modelagem geral que se constrói a partir de quatro elementos: a definição de valor ou lucro eficiente para as firmas no setor; os modos como o consumidor e a sua preferência bem como as regras reguladoras influenciam a lucratividade; os processos de investimento; e os processos de imitação envolvidos. Levam-se em conta as diferenças qualitativas dos ambientes setoriais de seleção e também se reconhece a existência de fatores extramercado que influem em alguns ambientes de seleção setorial.

Há uma distinção de ambiente de seleção 'de mercado' e 'extramercado'. Nas considerações de ambientes de mercado, parte-se da concepção de concorrência schumpeteriana, em que há estímulos e imperativos de sobrevivência que levam as firmas a inovar, introduzindo melhores métodos de produção e produtos. O critério básico é o lucro. O resultado desse processo de seleção é assim descrito: "A inovação bem-sucedida leva tanto a um lucro mais alto para o inovador como a lucrativas oportunidades de investimento. Portanto, as firmas lucrativas crescem.

---

18 Nelson e Winter utilizam aqui a base desenvolvida pelos estudos de Hirsch (1952) sobre 'curvas de aprendizado' para a evolução dos processos produtivos; desenvolvem, então, o conceito de 'regime tecnológico' para uma dada tecnologia, com base em suas trajetórias naturais e os ascendentes cognitivos que cercam o fazer industrial. Uma discussão que reflete sobre irregularidades presentes no ritmo e no padrão do progresso técnico (p. 371-381).

Ao fazê-lo, desviam mercados das não-inovadoras e reduzem sua lucratividade, o que, por sua vez, força-as a se contraírem" (NELSON & WINTER, 2005, p. 386).

Em relação ao investimento, Nelson e Winter evidenciam que havia, então (início da década de 1980), poucos estudos empíricos da relação de investimentos com inovação, e as poucas exceções estavam orientadas pelas interações schumpeterianas.<sup>19</sup> O estudo de Mansfield (1968 *apud* NELSON & WINTER, 2005) conclui que a inovação era a variável explicativa mais significativa para explicar os investimentos a nível setorial. E sua conclusão ainda mais significativa foi a que identifica as firmas mais inovadoras como as que crescem mais rapidamente do que as mais defasadas tecnologicamente. Essa vantagem, porém, tende a se perder a medida que a inovação se difunde no tempo, pela imitação por parte das outras firmas, o que leva a redução da sua lucratividade.

Já nos setores extramercado não há rigidamente uma delimitação entre os interesses da firma e dos clientes, tornando-se complexa a determinação de valor, e na maioria dos casos, "a firma tem um poder discricionário com relação ao que deve fornecer, e o cliente pode ter pouco poder direto para premiar ou punir seu desempenho" (NELSON & WINTER, 2005, p. 390-391). Nesse caso não é pelo mecanismo da concorrência que se controla o fornecedor, dada a pouca distância entre ofertantes e demandantes, como na medicina e nas agências estatais.

Na tese, trata-se das firmas que atuam no mercado competitivo da teoria schumpeteriana, portanto os aspectos da teoria evolucionária são os que poderão responder às questões relativas ao desempenho das firmas num ambiente de seleção de mercado, com o conceito de inovação amplo, compreendendo as combinações novas evidenciadas por Schumpeter (1997), que abrangem também, além das mudanças técnicas, aquelas mudanças de ordem organizacional.

O aspecto do desenvolvimento econômico dos países 'menos desenvolvidos' também é abordado de forma específica pela teoria de Nelson e Winter (2005), em que o processo de crescimento econômico é apresentado como um processo puro de seleção. Esta abordagem também é interessante para o desenvolvimento da tese, já que esta se relaciona com o desenvolvimento econômico. E particularmente pela abordagem nova que propõem para explicar as diferenças entre os países em termos de desenvolvimento, que afasta a possibilidade de uso do arcabouço explicativo neoclássico.

Vão então situar o problema do desenvolvimento com pressupostos distintos, isto é, para além do uso de uma tecnologia mais produtiva, que eleva a produtividade e a renda, com base na razão capital-trabalho. Desenvolvem, então, a abordagem evolucionária, que considera o crescimento econômico resultado da combinação de firmas que empregam diferentes conjuntos de tecnologias em dado período. Assim, a diferença entre países é resultante das diferentes

---

19 Os trabalhos de Mueller (1967) e Grabowski e Mueller (1972) são exemplos que Nelson e Winter citam.

combinações das tecnologias que suas firmas utilizam em cada período e pelas proporções dos fatores de que fazem uso.

A consequência disso é que não existe uma função de produção mundial do tipo neoclássico e muitas razões podem ser evocadas. A primeira que relacionam é a da diferença dos estoques de capital entre países que lhes permita incorporar a nova tecnologia, por meio dos equipamentos novos. Uma segunda razão é especialmente interessante do ponto de vista da discussão desta tese: "os trabalhadores num país menos desenvolvido levam tempo para adquirir as habilidades requeridas pela tecnologia moderna; conseqüentemente, o uso desta encontra-se restringido pela escassez de habilidades, assim como pelas limitações do investimento físico" (NELSON & WINTER, 2005, p. 345). E ainda complementam, que essa aprendizagem é cara para firmas que estão habituadas com uma tecnologia mais antiga, além disso, a competência e a avaliação das firmas acerca da adoção ou não de nova tecnologia varia entre elas, conforme a informação disponível para cada empresa.

Outro aspecto da teoria se relaciona à questão da concentração sob concorrência schumpeteriana. Há um mecanismo causal básico que está relacionado ao lucro supranormal decorrente da inovação bem-sucedida. As firmas inovadoras crescem mais em relação às outras. Se são frequentemente bem-sucedidas em inovar, ou têm uma de suas inovações dominante, isso pode levar a uma estrutura setorial extremamente concentrada. Mas não há inevitabilidade nisso, como no caso em que as estratégias dominantes das firmas do setor centram suas buscas na imitação, aproveitando-se do fato que firmas inovadoras tendem a crescer mais rapidamente, mas suas vantagens decrescem ao longo do tempo.

Uma ilação importante, resultado da análise da dinâmica concorrencial schumpeteriana que advém da abordagem evolucionária é que os diversos setores econômicos evoluem de formas diversas, dado que atuam sob ambientes de seleção qualitativamente diferentes em qualquer dado período. A partir dos argumentos schumpeterianos de que as firmas grandes tendem a gastar mais em P&D do que as pequenas, sob as condições dos modelos desenvolvidos por Nelson e Winter, alguns resultados são compatíveis com estudos empíricos e que podem ser sintetizados aqui (p. 498-499):

- Onde atividades de P&D são lucrativas, as firmas que gastam em P&D inovadoras tendem a crescer com relação às imitadoras, mas as firmas pequenas tendem a ser eliminadas em tal cenário.
- Onde atividades de P&D inovadoras não são lucrativas, mas as estruturas de mercado permitem que sobrevivam, as firmas intensivas em P&D tendem a ser pequenas.

- Os ramos com progresso técnico rápido devem ser marcados por uma intensidade média alta de P&D, e, a medida que o ramo amadurece, por uma estrutura setorial mais concentrada do que os ramos cujo progresso técnico é mais lento.
- É provável que a concentração aumente ao longo do tempo num ramo tecnologicamente progressista.
- A relação entre o dispêndio em P&D e a taxa de crescimento da produtividade de um ramo pode depender do caráter do avanço técnico do ramo.

Uma sugestão de Nelson e Winter é a de se criar uma taxonomia por regimes de mudança tecnológica, onde os ramos seriam classificados e se poderiam testar as diferenças (se há) entre os regimes para as relações entre o progresso técnico e o dispêndio interno em P&D. E também sugerem que se pode tentar medir a 'oportunidade tecnológica', explorando diretamente as relações com os altos dispêndios de P&D inovador e estruturas concentradas nos ramos em que as oportunidades têm expansão rápida (p. 499).

A abordagem evolucionária será, assim, uma segunda abordagem teórica para iluminar a tese. Permite entender o papel da firma no ambiente econômico concorrencial, as características dos diversos setores em que as firmas atuam e que as especificidades que caracterizam esses setores são resultado das diferenciações que ocorreram ao longo do tempo, conforme as atividades das diversas firmas sob diversas condições do ambiente institucional, dos diversos mecanismos competitivos adotados, das especificidades estratégicas que foram adotadas pelas firmas.

Um aspecto importante agora será conhecer melhor a firma, sua evolução histórica e o entendimento que se tem de sua natureza e de suas funções no sistema econômico. E mais especificamente, entender as especificidades das MPMEs industriais no cenário econômico atual.

### 2.1.3 A firma e o seu crescimento

A concepção de firma tem variado ao longo do tempo. Muitas aceções são aqui apresentadas, dentro da construção de um marco conceitual da firma, para uso nesta tese.

Uma primeira concepção, sinteticamente remontando a Adam Smith, considera a firma como um ente produtivo formado pela reunião de trabalhadores sob a direção de um capitalista. Esta é a concepção com base na argumentação das economias internas advindas do aumento das forças produtivas como resultado da divisão do trabalho a tal ponto de se tornar vantajosa sua estruturação num *locus* (KERSTENETZKY, 1995). Esta aceção coloca a firma como uma organização capitalista que reúne em seu interior um conjunto de habilidades e capacidades, disponibilizadas pela alocação do capital.

A segunda acepção é a de Alfred Marshall (1996), também um economista clássico – como Smith, em sua análise da natureza da firma inglesa do século XIX.<sup>20</sup> Marshall enxergava a firma muito além de uma ‘caixa preta’ transformadora de *inputs* em *outputs*.

Marshall apresenta um conceito da firma como o agente capitalista da produção, o *locus* em que se agregam recursos produtivos sob direção e supervisão direta do empresário, que é também o fornecedor de capital; ele cuida da gerência e da produção em muitos casos; é também o idealizador das melhorias técnicas, projetando ou se apropriando do que está disponível no mercado, com o qual está em permanente contato. Este trecho em Marshall (1996), em que discute a questão dos aperfeiçoamentos da pequena firma pelos industriais, frente às vantagens da produção em grande escala, mostra que este considerava a existência de mecanismos internos de melhoria e inovação na firma, considerando também a questão crucial da propaganda, fator que não estava no ideário econômico de então:

[...] Em todas essas indústrias, as novas máquinas e os novos processos são na maior parte ideados pelos industriais para seu próprio uso. Cada inovação é uma experiência que pode fracassar. As que logram sucesso devem pagar os gastos originados por elas mesmas e pelas que fracassaram, e, ainda que o pequeno industrial conceba algum aperfeiçoamento, tem que contar que terá de submetê-lo à prova, com risco e despesa consideráveis, interrompendo o seu trabalho corrente; e mesmo que o leve a efeito, não é provável que tire disso grande proveito. Por exemplo, ele pode ter concebido uma nova especialidade, que teria uma grande venda se fosse amplamente divulgada. Mas para isso seriam precisos muitos milhares de libras esterlinas [...] (MARSHALL, 1996, Livro IV, Capítulo XI, §2).

Essas pequenas firmas têm crescimento limitado, por conta da ausência de capacitações organizacionais adequadas para lidar com uma estrutura de vendas, que necessitaria de uma base gerencial estruturada. Quanto à diferenciação de produtos, vista sob a ótica das relações entre produtores e intermediários e compradores finais, há uma tendência entre economistas de caracterizar o caráter homogêneo das mercadorias comercializadas por grande parte do século XIX, porém, ressalta Kerstenetzky (1995), diferentes ambientes institucionais são passíveis de trazer resultados diferentes para mesmas suposições teóricas, neste caso a diferenciação de produtos.

A explicação para essa caracterização das firmas, que em geral são familiares, estaria na estrutura empresarial não voltada para o crescimento, buscando-se obtenção de lucros a partir dos limites de organização da firma, tanto em relação aos recursos gerenciais quanto financeiros. Era uma diferenciação associada ao não-crescimento pela ocupação de nichos de mercados tanto a

---

20 Com base na análise de Kerstenetzky (1995) sobre a natureza da firma.



nível nacional quanto local. Assim, a firma inglesa do século XIX, ou “a visão marshalliana de firma corresponde à de um agente que, ao longo do tempo acumula capital, estabelece conexões com fornecedores e clientes, reúne e faz crescer conhecimentos em várias áreas (técnica, comercial, organizacional), tudo isto dentro de uma hierarquia que trabalha de forma internamente coordenada” (Kerstenetzky, 2001, p.390).

A terceira concepção de firma é a proposta por Coase (1937 *apud* Kerstenetzky, 1995): a firma como um elemento alocador de recursos, que realiza serviços destes fatores, a partir de um relacionamento duradouro com um comprador, aí embutida a definição de incerteza. Assim a firma é vantajosa ao mercado no limite dos custos internos de organização das transações. Aí estaria delimitado seu espaço econômico.

Na quarta acepção da firma, Penrose (2006) a define como coleção de recursos produtivos com unidade de planejamento autônomo, em que as atividades são interrelacionadas e coordenadas por políticas adequadas aos efeitos sobre a empresa como um todo. Os recursos produtivos são combinados e recombinaos e dão a ela seu caráter único, a individualiza. A autora a coloca sob a perspectiva do seu crescimento, e nisto, o conjunto de suas capacidades gerenciais<sup>21</sup> é responsável pelo limite de crescimento, dado que a capacitação desses recursos para a gestão está subordinado ao aprendizado, demandante de tempo, que adquiriram experiência por seu trabalho na firma. É assim um mix de conhecimentos tácitos que lhes permitem prover serviços de valor unicamente para o contexto da firma em que trabalham. Trata-se aqui de uma visão evolucionária da firma e que envolve a necessidade de aprendizado no tempo, remetendo à ideia das capacitações organizacionais (KERSTENETZKY, 1995).

A quinta concepção é a de Nelson e Winter (2005), a firma é vista como uma organização que cresce e se adapta às mudanças do ambiente em que atua, baseada na sua capacidade de adequação no uso dos fatores de produção a partir de "várias operações de “buscas” por meio das quais descobrem, julgam e avaliam mudanças possíveis de suas maneiras de fazer as coisas" (NELSON & WINTER, 2005, p. 304). Está (a firma) estruturada num conjunto de conhecimentos e capacidades organizacionais como rotinas que se enraízam com a experiência e agem como elementos de coordenação das atividades internas. Mas essas rotinas ‘evoluem’ na medida em que problemas detectados são passíveis de ações de rotina para solução, que podem demandar mudanças na própria rotina. Assim também a questão da inovação pode ser consistente com rotinas de busca de solução de problemas por cientistas e corpo técnico e gerencial da firma.

Finalmente, a última concepção que é apresentada por Alfred Chandler (1992), que se refere às grandes empresas industriais que surgiram no final do século XIX (década de 1880) e que tornou-se o centro de uma nova forma de capitalismo. Nos Estados Unidos, estas empresas

---

21 Para Penrose, são parte dos serviços administrativos que são específicos a cada firma e que as diferenciam.

passaram a desempenhar papel significativo na economia do país, diferentemente de outros países. Baseadas em economias de escala, suas operações e decisões de investimento são tomadas por uma hierarquia gerencial assalariada e dirigidas por um conselho de administração. Caracterizando-se por uma estrutura verticalizada e produção crescentemente padronizada por meio de equipamentos especializados, "a grande firma industrial transformou-se, dessa maneira, num agente primário de distribuição e produção em larga escala, sendo, com efeito, um elo crítico que ligava as duas" (Chandler, 1992, p.235).

O marco teórico conceitual, acerca da firma, que será utilizado na tese, pode ser representado pela evolução das abordagens para um conceito de firma<sup>22</sup> que é delineado por Edith Penrose (2006) e que encontra um desdobramento em Nelson e Winter (2005). Além da sua conceituação, já apresentada neste item da tese, Penrose (2006) faz outra abordagem conceitual ao discutir a questão do limite ao tamanho da firma, como estabelecia a teoria da firma neoclássica. Rebatendo essa teoria, em que o mercado era fator limitante do tamanho da firma, Penrose argumenta que, "a partir de outro conceito de firma, torna-se possível reconhecer que uma "firma", com recursos adequados à sua disposição, passa a ser capaz de produzir qualquer coisa para a qual se possa encontrar ou criar uma demanda, [...]" (2006, p. 46).<sup>23</sup>

A 'firma industrial moderna', apresentada em perspectiva histórica por Chandler (1992), possibilitada pela execução do 'triplo investimento',<sup>24</sup> com as vantagens em custo pela economia de escala e escopo, tem suas características e regularidades explicadas a partir do conceito-chave das capacidades organizacionais. Chandler, além de centrar sua análise na firma, compartilha, assim como Penrose, visão semelhante acerca dos mecanismos que possibilitam o crescimento da firma, baseados nas características específicas dos ativos da firma, especialmente de suas habilidades e competências em aprendizado organizacional.

Esta visão chandleriana da firma, conforme ele mesmo reconhece, tem similaridades com a teoria evolucionária da firma, explicitada por Nelson e Winter (2005), cuja ênfase se dá mais na produção do que nas trocas, com o conceito central das rotinas (Chandler, 1992).

Assim, torna-se adequada, para a análise da firma nesta pesquisa, utilizar a definição de Penrose para a firma:

“[...] simultaneamente uma organização administrativa e um conjunto de recursos produtivos; seu propósito geral é organizar o uso de seus "próprios" recursos junto com outros adquiridos fora da firma para a produção e venda de bens e serviços com lucro; seus recursos físicos

22 Considera-se este conceito como algo diferenciado em relação à abordagem neoclássica.

23 O desenvolvimento deste tópico está baseado na obra de Edith Penrose "Teoria do crescimento da firma" (2006).

24 "[...] *the three-pronged set of investments in manufacturing, marketing, and management* [...]" (Chandler, 1992, p. 486).

proporcionam serviços essenciais para a execução dos planos de seu pessoal, cujas atividades são coordenadas por sua estrutura administrativa. A estrutura administrativa da firma é uma criação de pessoas que a controlam; essa estrutura pode ter sido desenvolvida meio ao acaso, em resposta às necessidades imediatas surgidas no passado, ou ela pode ter sido moldada, em boa parte, através de tentativas para alcançar uma organização "racional". Ela pode consistir de apenas duas pessoas que dividem entre si as tarefas administrativas; ou pode ser complexa, a ponto de todas as suas ramificações não serem passíveis de ilustração sequer por meio dos mais amplos gráficos" (PENROSE, 2006, p. 71).

A natureza da firma a ser considerada na tese é, pois, a do agente econômico que administra recursos de forma única, dada a sua capacidade em combiná-los e recombina-los com base nas tecnologias de domínio do seu corpo de recursos humanos, ou seja, de acordo com a competência empresarial na criação de valor econômico para o mercado. O seu tamanho ou sua possibilidade de crescimento é uma característica relevante, do ponto de vista econômico, haja vista que quanto maior for essa 'unidade produtiva administrativa' – a firma – menos sujeita às forças de mercado na alocação de recursos produtivos, com maior espaço para planejamento de suas atividades econômicas (PENROSE, 2006).

Por tudo o que foi previamente apresentado, justifica-se ter a firma como foco de análise na presente pesquisa de tese. A firma da visão de Penrose encontra respaldo na perspectiva econômica evolucionária e, como pode ser visto na citação a seguir, também em Chandler:

“[...] estou convencido de que a unidade de análise no desenvolvimento de uma teoria relevante da firma deve ser a firma, e não os acordos ou transações contratuais que realiza. Somente com foco na firma, uma teoria microeconômica pode explicar por que essa entidade legal, que contrata e realiza transações, tinha sido, no passado, o instrumento das economias capitalistas para a realização dos processos de produção e distribuição, melhorando (ou dificultando) a produtividade, o crescimento econômico e a transformação. Somente com foco na firma, uma teoria pode prever o papel continuado da firma como um instrumento de crescimento econômico e de transformação, e ser de valor para políticas de desenvolvimento e para procedimentos de manutenção da produtividade industrial e da competitividade em uma economia cada vez mais global" (CHANDLER, 1992, p. 492).

A abordagem institucional e a visão evolucionária do sistema econômico são, portanto, os marcos teóricos que embasam a tese, servindo de marcos analíticos para o desenvolvimento metodológico.

Ao longo da tese, portanto, a capacidade tecnológica e organizacional é tida como endógena às firmas e passível de aprimoramento, pelo processo contínuo e cumulativo de

aprendizado, que capacita as firmas à aquisição, uso e absorção de tecnologias, isto é, permite construir capacitações dinâmicas para o uso estratégico dos recursos, da gestão das competências da firma e sua capacidade de readequação desse conjunto de competências para a manutenção dinâmica da competitividade da firma.

Levando em conta a fragilidade relativa já enfatizada na tese, as MPMEs são objeto de análise nesta tese, com foco em suas demandas por capacitação tecnológica e organizacional e sobre os mecanismos institucionais de apoio ao esforço de desenvolvimento deste conjunto de empresas.

## 2.2 MARCO EMPÍRICO: O SETOR METALMECÂNICO

O setor metalmeccânico é composto de vários segmentos industriais e processos industriais. Cabe, portanto, apontar a abrangência e escopo do setor adotado na tese. Outra questão relevante é que vários destes segmentos e processos industriais estão inter-relacionados e se constituem em insumos para a produção de outros segmentos (DANTAS *et al.*, 2002). Desta forma, optou-se por adotar a abordagem de cadeias produtivas (relações de compra e venda entre setores de atividades) para definir o setor metalmeccânico, ao invés de uma abordagem setorial.

Na tese, esta denominação é entendida como a reunião de conjunto de atividades produtivas industriais que formam encadeamentos produtivos derivados das matérias-primas básicas – aço e outros metais (alumínio, zinco etc.) – e que são produtoras de bens intermediários para outras indústrias e bens de consumo, além dos bens de capital, principalmente derivados dessas matérias-primas. Estão presentes a fundição de metais e o processamento de semiacabados, que inclui como processos industriais principais: laminação e relaminação (planos e longos); trefilação e outras operações de conformação (dobra, extrusão, forjamento e estampagem); usinagem, metalurgia do pó e corte de metais. Também estão no escopo da pesquisa a fabricação de máquinas e equipamentos e artigos de metal para consumo final.

Outras perspectivas metodológicas podem ser utilizadas, conforme os objetivos da pesquisa que se pretenda realizar. Por exemplo, no projeto de pesquisa coordenado pelos professores Luciano Coutinho e João Carlos Ferraz na década de 1990, acerca da competitividade da indústria brasileira (ECIB),<sup>25</sup> adotou-se a denominação de 'complexo metalmeccânico'.<sup>26</sup> Neste

---

25 Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB), elaborado entre 1992 e 1993. Projeto financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (MCT/BIRD); executado pelo consórcio formado por entidades do meio técnico (Coopers & Leybrand Consultores, Ernest & Young, IBOPE e FUNCEX), do meio empresarial (Fundação Dom Cabral e Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial); e do meio acadêmico (UNICAMP, UFRJ, SPRU/Universidade de Sussex, Instituto Equatorial da Cultura Contemporânea e UFBa) (UNICAMP, 2014).

26 Para um detalhamento sobre a abordagem conceitual de 'complexo industrial' ver Haguenaer *et al.* (1984).

caso, a abrangência de setores ou segmentos industriais que foram considerados era muito ampla, porque visava um diagnóstico abrangente da competitividade, que permitisse a formulação de diretrizes para um projeto voltado a dar maior competitividade para toda a indústria brasileira. Para tanto, o ECIB enfocou o conjunto de fatores em estudos setoriais e temáticos: foram produzidos 34 estudos setoriais e 32 estudos temáticos, com a elaboração de treze sínteses parciais e a síntese final (KUPFER, 1994). Para um tratamento adequado por um único pesquisador, que é o caso desta tese, não é adequado, pois trata-se de um escopo muito abrangente.

Outro exemplo de critério metodológico foi adotado nos estudos do projeto “Perspectiva do Investimento no Brasil” (Projeto PIB),<sup>27</sup> em que se adotou uma metodologia de análise por áreas de pesquisa, blocos de investimento e nas quais as atividades produtivas foram agrupadas em sistemas produtivos. Neste projeto, sistemas produtivos são caracterizados como "clusters de atividades produtivas que, além de manterem relações de compra e venda, também estão articulados pelo mesmo processo causal dinamizador das decisões de investimento, em vista da existência de alguma uniformidade nos padrões tecnológicos ou de demanda que lhes caracteriza" (KUPFER & LAPLANE, 2010, p. 9, versão não editorada). Mas, nesse caso, os sistemas não abrangem o conjunto de empresas por atividades que se apresentam como aglomeração na zona oeste do MRJ, ou melhor, elas estariam em diferentes sistemas, o que não seria adequado para a análise que se pretende realizar nesta pesquisa.

A seguir define-se e apresenta-se o perfil do setor no país e no estado do Rio de Janeiro (ERJ) no período 2000-2014, permitindo-se ter um panorama da trajetória recente de seu desenvolvimento.

### **2.2.1 Definição, Escopo e Fotografia do Setor**

O setor metalmeccânico, nesta tese, compreende as empresas industriais cuja atividade econômica principal pertence aos segmentos da indústria de transformação, classificados segundo as divisões da Classificação Nacional por Atividades Econômicas (CNAE 2.0): 24 (metalurgia), 25 (fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos), 28 (máquinas e equipamentos). Os segmentos envolvidos estão contidos no núcleo central da Figura 4.

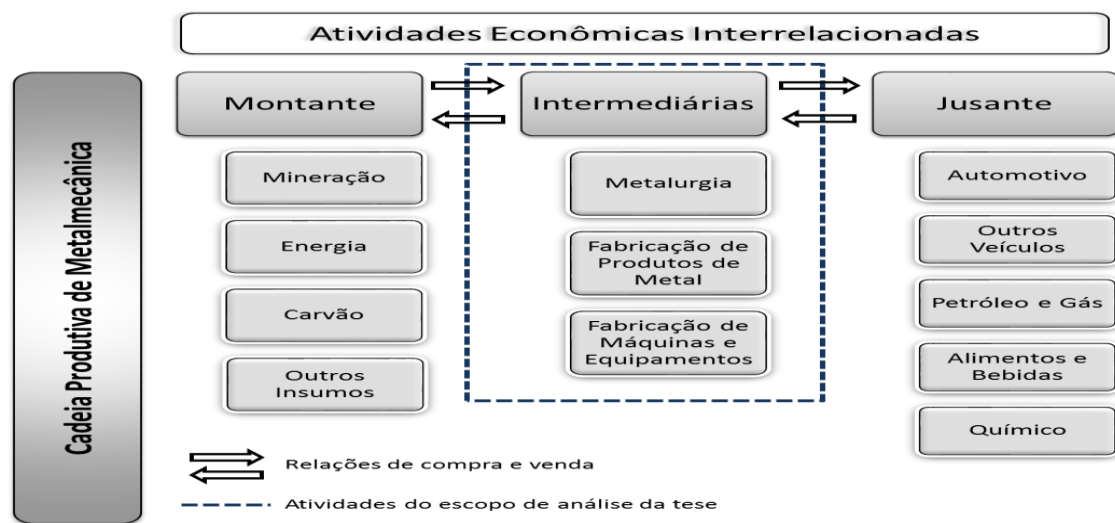
A metalurgia, primeira transformação dos bens minerais, é uma das atividades humanas mais antigas, iniciada de forma prática e acidental, a partir da fusão dos metais contidos em minérios na forma de pedras postas em contato com o calor (o fogo) utilizado pelos homens

---

27 Projeto desenvolvido pelo IE-UFRJ e IE-Unicamp para o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2014).

primitivos. Sua influência foi tão profunda no desenvolvimento humano, que períodos de tempo histórico receberam a denominação de metais que lhe moldaram a trajetória.

A 'idade dos metais' sucedeu a 'idade da pedra' e encerra a pré-história da humanidade. Em torno de 5000 a. C., começou-se a utilização do cobre, sendo um dos primeiros metais descobertos e utilizados. O estanho e o chumbo foram outros metais de uso difundido nesse período, que progressivamente, pelas experimentações incidentais ou intencionais levou o homem a criar as primeiras ligas com combinação de 'pedras coloridas' dos minerais diferentes. O bronze, liga de cobre e estanho, foi a primeira liga de largo uso pelo homem.



**Figura 4 – Modelo de Encadeamento Produtivo Metalmeccânico**

Fonte: Elaboração própria.

Com os metais e ligas, que desenvolveu pela via da metalurgia e com o uso de um processo de conformação, o forjamento (aplicação de força sobre o metal quente, ou frio, por golpes sucessivos), o homem desenvolveu as suas primeiras ferramentas metálicas: facas, lanças, flexas. A idade dos metais ficou dividida em: idade do bronze (3000 a 1800 a. C.) e idade do ferro (por volta de 1200 a. C.), sendo esta considerada o último estágio tecnológico e cultural da pré-história.<sup>28</sup> Do desenvolvimento progressivo da metalurgia do ferro chegou-se à criação do aço.

Do ponto de vista conceitual, metalurgia é o ramo da engenharia voltada aos meios de extração e transformação dos metais. As atividades econômicas englobadas pela metalurgia, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE, versão 2.0), adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é a divisão 24 e é composta pelos seguintes grupos: 24.1- Produção de ferro-gusa e de ferroligas; 24.2- Siderurgia; 24.3- Produção de tubos de

<sup>28</sup> Fontes: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Idade\\_Metals/idade\\_metals.html](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Idade_Metals/idade_metals.html)>. Acesso em 12 dez. 2015; e Rodrigues & Martins (2010).

aço, exceto tubos sem costura; 24.4- Metalurgia dos metais não-ferrosos; e 24.5- Fundição (ferro e aço; não-ferrosos e suas ligas).

A segunda divisão que compõe o escopo da metalmecânica como definido nesta pesquisa de tese é a divisão 25 (CNAE 2.0), que engloba seis grupos de atividades econômicas: 25.1- Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada (inclui esquadrias de metal); 25.2- Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras; 25.3- Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais; 25.4- Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas; 25.5- Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições; 25.9- Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente.

Esse conjunto de atividades da divisão 25 é o núcleo central da produção metalmecânica de bens intermediários para as demais indústrias para frente no seu encadeamento produtivo, como: o segmento de fabricação de máquinas e equipamentos; fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias; fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores; e outros setores da economia, com destaque para o encadeamento produtivo de extração de petróleo e gás, dadas as exigências de conteúdo local (Cláusula de Conteúdo Local) para a contratação dos operadores de blocos de exploração e de desenvolvimento da produção de petróleo e gás natural nas rodadas licitatórias promovidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).<sup>29</sup>

Finalmente, a divisão de máquinas e equipamentos, divisão 28 (CNAE 2.0), completa o conjunto das divisões analisadas na tese. É composta pelos grupos de atividades: 28.1- Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão; 28.2- Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral; 28.3- Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária; 28.4- Fabricação de máquinas-ferramenta; 28.5- Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção; 28.6 Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico.

Temos, assim, o escopo de atividades industriais que, para efeitos desta pesquisa de tese compõem o setor metalmecânico, que tem caráter estratégico na economia brasileira, dados seus efeitos encadeantes com outros setores e por atuar na geração e difusão de novas tecnologias.<sup>30</sup>

A Tabela 2 apresenta dados econômicos da produção e de geração de emprego e da massa de remuneração que o setor metalmecânico movimenta no Brasil e no estado do Rio de Janeiro.

---

29 A Política de Conteúdo Local no setor tem os seguintes objetivos: incremento da participação da indústria nacional em bases competitivas; incremento da capacitação e do desenvolvimento tecnológico nacional; incremento da qualificação profissional; e geração de emprego e renda (ANP, 2014).

30 P. ex. novas classes de materiais (ligas com memória de forma, aços inox endurecíveis por dispersão de óxidos) para indústrias de alta tecnologia (nuclear, aeronáutica e bélica); novas máquinas e equipamentos.

Em 2012, em termos industriais nacionais, as empresas do setor foram responsáveis por 14,4% do valor bruto da produção industrial (VBPI), com um valor da transformação industrial de 12,7% (VTI)<sup>31</sup> e uma receita líquida de vendas de 13,7% do total nacional. As 56.134 empresas do setor (17,1% do total) responderam pela ocupação de cerca de 1,3 milhões de pessoas (14,5%) e por uma remuneração da ordem de R\$ 40,4 bilhões (16,7%).

**Tabela 2: Dados Econômicos do Setor Metalmeccânico (MM) Brasil-ERJ – Ano: 2012**

BASE: PIA 2012								Ano:2012
BRASIL								
1000 R\$								
ITEM	CNAE 2.0	EMPRESAS	PESSOAL OCUPADO Em 31.12 *	REMUNERAÇÃO (Salários e outras)	RECEITA LÍQ. VENDAS	VBPI	VTI	
1	24	3.379	250.008	10.889.926	138.513.343	135.673.635	44.920.728	
2	25	40.006	579.085	13.014.280	77.652.088	74.837.360	35.538.616	
3	28	12.749	448.775	16.520.023	113.179.558	103.632.330	46.143.087	
<b>SUBTOTALS - MM</b>		56.134	1.277.868	40.424.229	329.344.989	314.143.325	126.602.431	
<b>TOTAL BRASIL</b>		328.735	8.784.581	241.383.874	2.410.387.630	2.179.549.195	993.352.361	
<b>% TOTAL</b>		<b>17,1%</b>	<b>14,5%</b>	<b>16,7%</b>	<b>13,7%</b>	<b>14,4%</b>	<b>12,7%</b>	
RIO DE JANEIRO								
1000 R\$								
ITEM	CNAE 2.0	EMPRESAS	PESSOAL OCUPADO Em 31.12 *	REMUNERAÇÃO (Salários e outras)	RECEITA LÍQ. VENDAS	VBPI	VTI	
1	24	153	26.165	1.157.095	18.488.736	18.203.950	7.562.586	
2	25	936	33.110	922.152	5.652.430	5.252.373	2.251.161	
3	28	285	14.696	725.428	3.558.527	3.526.879	1.878.819	
<b>SUBTOTALS - MM</b>		1.374	73.971	2.804.675	27.699.693	26.983.202	11.692.566	
<b>TOTAL ERJ</b>		9.845	476.710	22.395.034	177.090.499	184.315.567	109.835.563	
<b>% TOTAL</b>		<b>14,0%</b>	<b>15,5%</b>	<b>12,5%</b>	<b>15,6%</b>	<b>14,6%</b>	<b>10,6%</b>	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PIA 2012.

\* Uma ou mais pessoas ocupadas (Brasil). Cinco ou mais pessoas ocupadas (ERJ). Aplica-se também ao quantitativo de empresas.

Nota: não inclui indústria da construção civil.

Já no caso do ERJ, em 2012, o VBPI teve participação relativa de 14,6%, com um VTI relativo de 10,6% e receita líquida de vendas de 15,6% do total estadual. As 1.374 empresas do setor metalmeccânico no estado foram responsáveis por 15,5% do total de pessoas ocupadas no ERJ (73.971 postos de trabalho), com volume de remuneração totalizando R\$ 2,8 bilhões (12,5%).

A Tabela 3 apresenta a evolução das exportações do Brasil, do ERJ, bem como a participação relativa do setor metalmeccânico.

Do ponto de vista da contribuição do setor na geração de receita no comércio exterior, a nível nacional, o setor metalmeccânico reduziu sua participação na pauta exportadora em 4,4 pontos percentuais entre 2000 e 2014, apesar de ter até ampliado um pouco entre 2004 e 2007, beneficiado pelo crescimento da China, a participação sofreu queda expressiva a partir de 2008, ano da crise financeira internacional, prosseguindo a queda da participação nas exportações até 2013. Em 2014, houve leve recuperação em relação ao ano anterior, fechando a sua contribuição relativa nas exportações em 13,5% do total.

<sup>31</sup> O Valor da transformação industrial é uma proxy do valor adicionado industrial.



Em valores absolutos, houve um aumento na receita das exportações do setor metalmeccânico nacional de US\$ 9,8 bilhões em 2000, para US\$ 30,3 bilhões em 2014, um crescimento relativo das exportações de 209% no período, enquanto o crescimento relativo da receita das exportações brasileiras foi de 308%.

**Tabela 3: Evolução da Participação da Metalmeccânica nas Exportações Brasileiras e do ERJ – Período: 2000-2014**

10 <sup>6</sup> (US\$) FOB						
BRASIL				ERJ		
EXPORTAÇÃO				EXPORTAÇÃO		
ANO	Total	MM <sup>1</sup>	MM/Total (%)	Total	MM <sup>1</sup>	MM/Total (%)
2000	55.119	9.842	<b>17,9</b>	1.840	520,4	<b>28,3</b>
2001	58.287	8.880	<b>15,2</b>	2.406	414,0	<b>17,2</b>
2002	60.439	9.928	<b>16,4</b>	3.659	570,4	<b>15,6</b>
2003	73.203	12.696	<b>17,3</b>	4.849	1.043,5	<b>21,5</b>
2004	96.677	17.904	<b>18,5</b>	7.033	1.261,7	<b>17,9</b>
2005	118.529	22.133	<b>18,7</b>	8.202	1.280,0	<b>15,6</b>
2006	137.807	25.563	<b>18,5</b>	11.485	1.227,4	<b>10,7</b>
2007	160.649	29.010	<b>18,1</b>	14.316	1.491,2	<b>10,4</b>
2008	197.942	34.172	<b>17,3</b>	18.714	948,1	<b>5,1</b>
2009	152.995	22.285	<b>14,6</b>	13.519	1.216,4	<b>9,0</b>
2010	201.915	27.610	<b>13,7</b>	20.022	1.100,8	<b>5,5</b>
2011	256.040	35.135	<b>13,7</b>	29.446	3.471,5	<b>11,8</b>
2012	242.578	33.409	<b>13,8</b>	28.761	3.645,9	<b>12,7</b>
2013	242.034	29.307	<b>12,1</b>	21.273	2.876,7	<b>13,5</b>
2014	225.101	30.286	<b>13,5</b>	22.619	3.250,8	<b>14,4</b>

[1] MM - Setor Metalmeccânico.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados brutos de MM - Brasil: MDIC-SECEX, Tabelas 'setores industriais por intensidade tecnológica'.

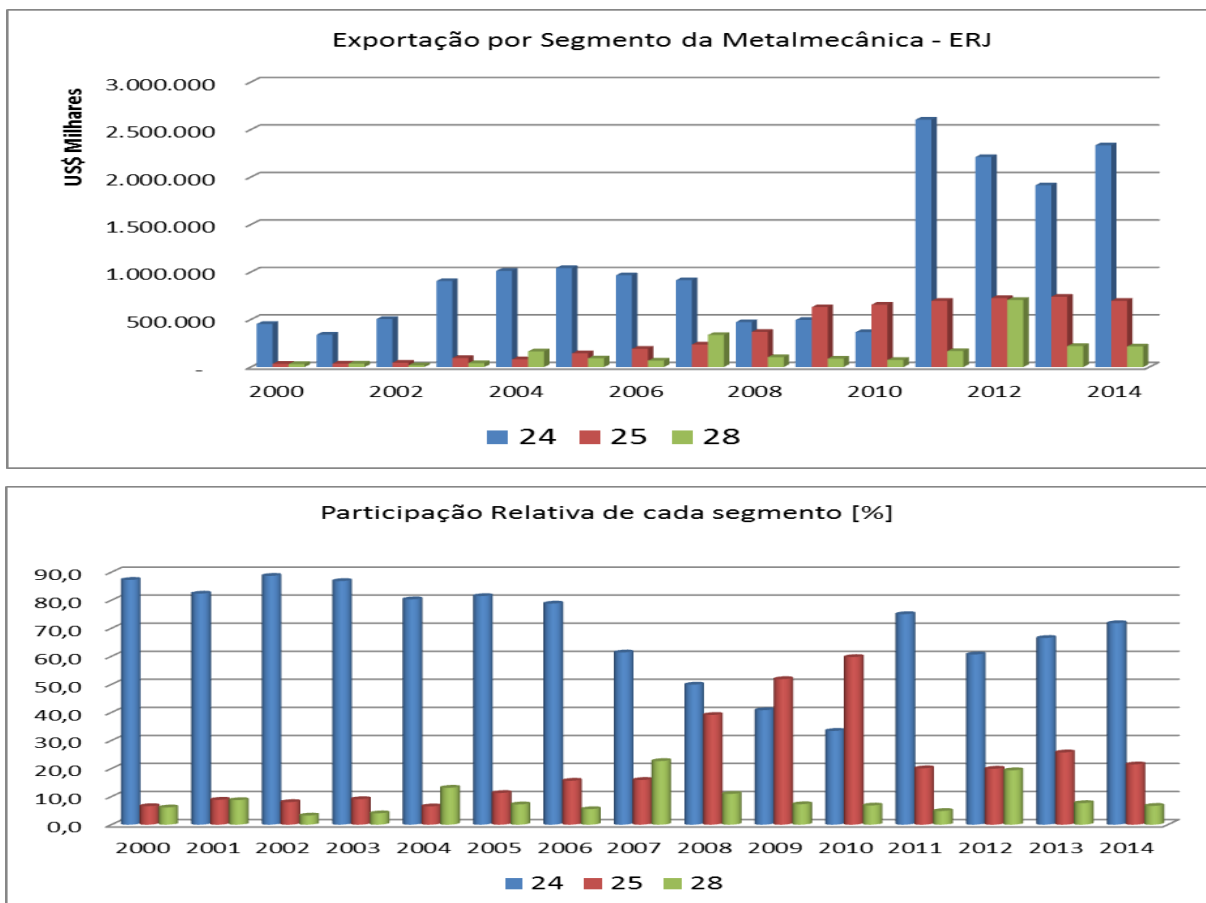
US\$ (Corrente).

Analisando-se os dados do ERJ, observa-se que as exportações totais do estado do Rio de Janeiro tiveram, no período 2000-2014, um crescimento relativo do valor exportado de 1.129%, passando de US\$ 1,840 bilhões, em 2000, para US\$ 22.619 bilhões, em 2014. Já a receita do setor metalmeccânico do estado com exportações teve um crescimento relativo de 525% entre 2000 e 2014. Nesse período, o setor reduziu sua participação relativa na pauta exportadora do estado de 28,3% (ano 2000) para 14,4% (ano 2014). Houve uma variação acentuada da participação do setor, mas com viés de queda, entre 2000 e 2007. Esta queda se acentuou ainda mais em 2008, quando a participação relativa do setor nas exportações do estado foi a menor de todo o período

(2000-2014), com oscilações entre 2009 e 2010, retomando um viés de aumento da participação na pauta das exportações do estado a partir de 2011.

O setor metalmeccânico tem a segunda participação na pauta exportadora do estado, considerando-se os doze principais setores exportadores (93,7% do total) e agrupando eles a dois dígitos na classificação utilizada no estudo da Apex-Brasil (CNAE 1.0), com uma participação que se ampliou de 9,7%, em 2007 para 12,4% em 2012. Nesse setor, o segmento de maior destaque exportador é a siderurgia, segunda na pauta a três dígitos no ranking do ERJ em 2012, atrás apenas do setor de 'extração de petróleo e gás natural'. Já em 2007, esse setor ocupava o primeiro lugar no ranking, concentrando 58,7% do total exportado, que ainda se ampliou na década seguinte, atingindo 64,2% em 2012. Somado com 'produtos derivados de petróleo' (6,1% do total em 2012), a participação salta para 70,3%, contra 7,7% da siderurgia, que aparecia na segunda posição no ranking de exportações no estado em 2012 (APEX-BRASIL, 2013).

O Gráfico 2 apresenta a evolução da participação da metalmeccânica no estado do Rio de Janeiro, agrupada segundo a classificação CNAE 2.0 a dois dígitos (divisão).



**Gráfico 2: Evolução da exportação do setor Metalmeccânico no ERJ – Período 2000-2014**

Fonte: Elaboração própria com base em dados do MDIC-SECEX: Exportação Brasileira – Rio de Janeiro.

Proxy para Metalmeccânica, a partir das tabelas consolidadas dos principais produtos exportados (100 produtos = 95% do total exportado por ano).

A divisão de metalurgia teve vigoroso crescimento das exportações de 2001 a 2005, com ligeiro declínio nos anos de 2006 e 2007, experimentando queda abrupta em 2008 e manteve-se em queda até 2010. Tal declínio coincide com o surgimento da crise financeira internacional de 2008. A partir de 2011, houve uma forte recuperação das exportações dos produtos metalúrgicos, que voltava a liderar a pauta exportadora de metalmeccânica. Em verdade, a pauta da metalurgia é dominada por produtos siderúrgicos (aços e semi-acabados de ferro e aço), como será visto mais adiante, ao se discutir o perfil da metalurgia brasileira.

Já a divisão 25, dos produtos de metal, apresentou trajetória de aumento de exportações no período 2000-2014. Sua participação na pauta de metalmeccânica evoluiu em participação relativa entre as três divisões consideradas (24, 25 e 28), de 6,6% do total exportado em 2000, para cerca de 21,5% em 2014, um crescimento de quase 15 pontos percentuais no período. O que pode explicar tal desempenho é a maior participação de produtos para utilização na indústria de exploração de petróleo e gás natural (P&G), uma vez que, por força contratual, as operadoras de blocos de exploração de P&G devem cumprir uma cláusula de conteúdo local nos equipamentos a serem utilizados em suas atividades. A instituição do 'Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural' (PROMINP), em 2003 pelo governo federal brasileiro (Decreto nº 4.925/2003), objetivou respaldar essa ação, buscando fomentar a participação da indústria nacional de bens e serviços na implantação de projetos no Brasil e no exterior (BRASIL, 2003; PROMINP, 2015; HASENCLEVER *et al.*, 2015).

Já o segmento que agrega maior valor aos produtos de metalmeccânica, a divisão 28 (máquinas e equipamentos), foi o setor que, no período analisado, ocupou a última posição no setor, com participação relativa de apenas 6,1%, em 2000, e com cerca de 6,7% em 2014.

Esse desempenho não foi linear ao longo do período, mas reflete a média da participação do segmento de máquinas e equipamentos na metalmeccânica no estado. O segmento foi o segundo maior exportador em apenas dois anos: em 2004, com 13,1% de participação setorial e em 2007, quando exportou cerca de 22,7% do total de produtos de metalmeccânica no ERJ. Em 2012 o segmento de máquinas e equipamentos teve bom desempenho exportador também, com participação muito próxima do segundo melhor segmento, atingindo 19,4% do total, ante cerca de 20% dos produtos de metal.

A importância do setor metalmeccânico para a economia do ERJ é muito distorcida pelo efeito de escala da siderurgia no estado. De fato, se abstrairmos esta do setor, por exemplo na exportação, vê-se que o setor metalmeccânico, exceto siderurgia, respondeu por apenas 6,6% das exportações do estado em 2000 e por cerca de 4,2% em 2014. Isto mostra a fragilidade da pauta exportadora recente do estado, altamente dependente de apenas dois produtos básicos e alguns de seus derivados de baixa intensidade tecnológica: aço bruto e semimanufaturado; petróleo bruto e

seus derivados, estes ocupando o primeiro lugar no ranking exportador do ERJ, com cerca de 70% do total em 2012.

Com o *boom* da exploração de P&G, surgiram, então, desafios para ampliar a participação do setor nacional de metalmeccânica no encadeamento produtivo que se destacava no estado, com os fortes investimentos em construção nacional de plataformas *offshore* e com o ressurgimento no Brasil do setor de construção naval, na década de 2000.<sup>32</sup>

### **Metalurgia – divisão 24**

A produção dos produtos metalúrgicos, como informado, se distribui por cinco grupos: produção de ferro-gusa e ferroligas (24.1); siderurgia (24.2); produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura (24.3); metalurgia dos metais não-ferrosos (24.4); e fundição (24.5). Nesta divisão, os principais materiais metálicos, que compõem o rol de produtos metalúrgicos do setor metalmeccânico são os metais ferrosos, com destaque para o aço, seguido pelos não ferrosos, em que o destaque é o alumínio. A metalurgia dos metais preciosos não faz parte do escopo da tese.

Ferro-gusa e ferroligas – grupo 24.1. A produção de ferro-gusa, no Brasil, de 32 milhões de toneladas em 2014, se dá majoritariamente (84,4%) por meio das usinas integradas a coque ou a carvão vegetal, sendo o restante – 5 Mt – proveniente das usinas independentes. São produzidos três tipos de gusa, denominados: gusa de aciaria, gusa de fundição e gusa nodular. Em geral, o gusa de aciaria, produzido nas usinas integradas, são para consumo próprio (produção de aço), enquanto as usinas independentes abastecem o mercado com a oferta do gusa de aciaria, em geral usados por siderúrgicas semi-integradas, na complementação da carga metálica. Os outros dois tipos são consumidos pelas indústrias de fundição, outro grupo de atividades da cadeia produtiva metalúrgica, sendo estes gusas insumos utilizados na fundição de peças predominantemente para a indústria automotiva (MME, 2015; DE PAULA, 2014). Maior detalhamento sobre esse grupo de atividades pode ser encontrado no Apêndice 5.

Siderurgia – grupo 24.2. A atividade de produção do aço é denominada siderurgia, termo usado para classificar todas as indústrias de transformação que convertem minérios ferrosos em produtos metalúrgicos a base de ferro. O aço é o produto siderúrgico obtido a partir do processo de redução do minério de ferro e da conversão e sua composição básica é ferro e carbono, sendo também produzidos aços com outros elementos químicos, denominados aços-liga ou aços ligados e especiais. O Brasil, apesar de não figurar no rol dos países impulsionadores do consumo de aço no mundo atualmente, teve uma taxa de crescimento do consumo anual de aço per capita, no período 1998-2007, de 3,3% (Deloitte, 2010). O Brasil é um dos maiores produtores de aço, tendo se mantido como o 9º maior produtor mundial em 2013 e 2014 e como primeiro no ranking da

---

<sup>32</sup> Para entender essa retomada do setor naval, sugerimos a leitura de Campos Neto e Pompermayer (2014).

América Latina, com uma produção de aço bruto de 34,2 milhões de toneladas em 2013 e de 33,9 milhões de toneladas em 2014. Mas estas marcas representam apenas 2% da produção mundial. A China lidera o ranking mundial de produtores, responsável por 49,3% da produção mundial, seguida por Japão e Estados Unidos, respectivamente com 6,6% e 5,3% do volume mundial produzido (WORLDSTEEL, 2015). Maior detalhamento sobre esse grupo de atividades pode ser encontrado no Apêndice 6.

Produção de tubos, exceto sem costura – grupo 24.3. Os tubos sem costura são produzidos em escala por siderúrgicas no Brasil e estão classificados como atividades destas. Já os demais tubos, são produzidos por um diversificado conjunto de empresas de variado porte para consumo bem diverso também. Há uma ampla gama de aplicações e a classificação dos tubos atendem aos interesses de consumo específicos: tubos condutores, estruturais, industriais, eletrodutos. Mas também podem ser classificados conforme o tipo de revestimento: tubos pretos, galvanizados ou ainda com revestimentos especiais. A depender do material, são classificados em: tubos de aço, de ferro fundido, de cobre, alumínio etc. E são classificados segundo normas específicas tanto nacionais (ABNT), quanto de organismos normalizadores internacionais, como *American Petroleum Institute* (API), *American Society for Testing and Materials* (ASTM) e *Deutsches Institut für Normung* (DIN). Maior detalhamento sobre esse grupo de atividades pode ser encontrado no Apêndice 7.

Metalurgia dos metais não-ferrosos – grupo 24.4. A indústria produtora de metais não-ferrosos no Brasil vem tornando-se mais madura e conseguindo manter-se competitiva em alguns setores. Os principais metais não-ferrosos são alumínio, cobre, chumbo, estanho, níquel, silício metálico e zinco. Também de grande importância econômica, mas já considerado na análise do grupo de ferroligas, é o nióbio, elemento estratégico para aplicações de alta tecnologia. O destaque econômico deste grupo é o alumínio, com o Brasil ocupando posição entre os dez maiores produtores mundiais, que tem a China como país líder na produção, com uma participação em 2011 em torno de 41% do total produzido – 44,6 milhões de toneladas. Nesse ano, a produção brasileira foi de 1,4 milhões de toneladas, superior em 9% a do ano anterior. Maior detalhamento sobre esse grupo de atividades pode ser encontrado no Apêndice 8.

Fundição – grupo 24.5. O último grupo de atividades econômicas da metalurgia é o das empresas de fundição. Os métodos de fundição são muito antigos, sua importância é fundamental para o desenvolvimento tecnológico desde os primórdios da humanidade. Seu aperfeiçoamento é contínuo, partindo desde pequenas peças fundidas artesanalmente às técnicas de metalurgia de não-ferrosos e de siderurgia. Trata-se de um processo produtivo situado a montante na cadeia produtiva metalmeccânica e um dos primeiros processos, quando a produção do bem envolve múltiplos processos de fabricação (fundição, usinagem, tratamentos superficiais etc.). São

produzidos no Brasil fundidos de ferro (ferro fundido), aço, metais e ligas não-ferrosas. É segmento intensivo em mão-de-obra, que emprega em torno de 61 mil pessoas (2014), caracterizado por empresas em sua maioria de pequeno e médio porte, de um total de 1.340 unidades produtivas, com base no ano de 2014. Seu principal mercado no país é a indústria automotiva, que consome em torno de 58% da produção nacional de fundidos. A evolução na década atual retrata a dependência acentuada do setor automobilístico. Após manter nível crescente de produção de 2010 para 2011, houve queda de 12% na atividade produtiva em 2012, com certa recuperação em 2013, mas voltando a se reduzir a menor nível de atividade no período em 2014, quando a produção brasileira de fundidos foi de 2,7 milhões de toneladas, uma queda relativa de 15,5%, entre 2010 e 2014. Maior detalhamento sobre esse grupo de atividades pode ser encontrado no Apêndice 9.

A Tabela 4 apresenta uma síntese de indicadores da metalurgia, que permite analisar o desenvolvimento do segmento.

**Tabela 4: Síntese da Metalurgia Brasileira – Base: 2010-2014**

	Material	Unidade	2010	2011	2012	2013	2014	2014/2010 (%)
Consumo Aparente per Capita	Aço bruto	kg/hab.	152	147	149	155	140	-7,9
	Alumínio		6,7	7,4	7,4	7,5	7,0	4,5
	Cobre Refinado		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	-9,5
	Estanho		0,042	0,016	0,04	0,05	0,024	-42,9
	Níquel		0,113	0,103	0,094	0,125	0,321	184,1
	Zinco		1,3	1,3	1,0	1,2	1,2	-7,7
Faturamento*		10 <sup>9</sup> US\$	73,1	50,0	54,9	53,8	54,3	-25,7
Empregos Diretos		10 <sup>3</sup>	254	260	254	251	236	-7,1
PIB Setorial		10 <sup>9</sup> US\$	52,1	51,1	36,1	36,3	34,3	-34,2
PIB Industrial		10 <sup>9</sup> US\$	601,6	591,0	610,4	622,1	613,1	1,9
PIB Brasil		10 <sup>9</sup> US\$	2.173,0	2.232,0	2.279,0	2.342,0	2.345,0	7,9
Participação - PIB Indústria		(%)	8,7	8,6	5,9	5,8	5,6	
Participação no PIB Brasil		(%)	2,4	2,3	1,6	1,5	1,5	
Exportações do Setor		10 <sup>9</sup> US\$	15,9	21,8	19,9	17,5	19,0	19,5
Exportações do Brasil		10 <sup>9</sup> US\$	201,9	256,0	242,6	242,0	225,1	11,5
Participação - Exportações		(%)	7,9	8,4	8,2	7,2	8,4	
Saldo - Produtos Metalúrgicos		10 <sup>9</sup> US\$	4,6	9,8	8,2	6,6	8,1	76,1
Saldo Comercial Brasileiro		10 <sup>9</sup> US\$	20,3	29,8	19,5	2,6	-4	-119,7
Investimentos		10 <sup>9</sup> US\$	7,8	8,2	7,8	2,1	2,4	-69,2

Fonte: Anuário do Setor Metalúrgico 2013 (Base 2012) e 2015 (Base 2014) / MME.

(\*) Valores para todas as ligas e metais.

Como exposto anteriormente, ao analisarmos os vários grupos de atividades vinculadas à metalurgia, percebe-se que ela está na base de vasto encadeamento produtivo com expressiva importância econômica, por seus elos com as duas outras divisões estudadas nesta tese (25 e 28), que são também elos com os setores automobilístico, aeroespacial, de construção civil, de bens de capital, petróleo e gás, de alimentos e bebidas e outros.

Do ponto de vista econômico, o PIB da metalurgia reduziu sua participação a nível da indústria, passando de 8,7%, em 2010, para 5,6%, em 2014, índice apenas 0,3 pontos maior do que a participação setorial em 2000. Isso ocorreu não apenas em função da crise interna, política e econômica do país, mas também é influenciado pelo menor vigor do crescimento chinês e de sua ascensão ao nível de maior produtor de aço do mundo nesta década. A nível nacional, a participação da metalurgia no PIB do país retrocedeu praticamente ao mesmo nível de 2000, passando de 2,5%, em 2010, para 1,5%, em 2014.

O nível de emprego da metalurgia no período 2010-2014 sofreu queda de 7,1%, enquanto o consumo aparente *per capita* de produtos metalúrgicos apresentou resultados variados em função do tipo de metal considerado. Houve aumento de consumo para alumínio (4,5%) e níquel (184,1%); e queda de consumo para o aço (bruto) (-7,9%), cobre refinado (-9,5%), estanho (-42,9%) e zinco (-7,7%). Mesmo considerando o consumo crescente de alguns materiais, o seu consumo per capita no Brasil ainda estava, em 2012, entre 3 e 6 vezes menor que nos países de maior industrialização (MME, 2015).

O PIB setorial sofreu retração de 34,2%, ante um aumento do PIB industrial brasileiro de 1,9% e do PIB nacional de 7,9%. Com isso, a participação do setor metalmeccânico na formação do PIB industrial recuou para 5,6% e para 1,5% no PIB nacional.

Já a exportação do setor, que é uma das mais representativas para o resultado positivo do saldo comercial brasileiro, apresentou uma evolução positiva de 19,5% no período 2010-2014, mas, apesar de ter respondido, em 2014, por 8,4% das exportações nacionais, seu saldo comercial, de US\$ 8.1 bilhões, não foi capaz de reverter o resultado da balança comercial brasileira, que terminou o ano de 2014 com déficit de US\$ 4.0 bilhões. Os investimentos setoriais, concentrados na siderurgia, mostraram-se decrescentes no período. Os efeitos da crise de 2008 e a redução do crescimento chinês, além da superabundância de aço no mercado mundial (efeito China) tiveram forte repercussão no nível de investimentos do setor.

### **Produtos de metal – divisão 25**

Este segmento de atividades econômicas engloba, como visto, seis grupos: 25.1- Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada (inclui esquadrias de metal); 25.2- Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras; 25.3- Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais; 25.4- Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas; 25.5- Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições; e 25.9- Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente. O grupo 25.5 não é analisado diretamente nesta tese, apesar de seus dados econômicos estarem integrados na análise mais agregada.

Este segmento metalmeccânico de bens intermediários em sua maior parte, ao qual está vinculado o maior número de empresas do setor (pouco mais de 40 mil no Brasil em 2012), tem uma gama muito ampla de atividades produtivas e de produtos fabricados. Assim, são apresentados os perfis de algumas atividades representativas do conjunto de fabricantes de produtos de metal brasileiros. Esta divisão de atividades teve uma queda de 9,8%, segundo a PIM-PF (índice de produção física) do IBGE, no acumulado janeiro a dezembro de 2014 sobre o mesmo período de 2013. Este grupo não é homogêneo, com resultados bem diversos em termos de atividade produtiva. No ano de 2012, o grupo 25.1 teve sua taxa de crescimento da produção positiva, enquanto o grupo 25.4 apresentou resultado negativo (respectivamente 8,9% e [-] 4,1%). Já em 2013, os desempenhos mostraram-se bem diversos: grupo 25.1 e 25.4 apresentaram taxas de crescimento da produção negativas ([-] 9,4% e [-] 1,4). Tal heterogeneidade reflete os diferentes mercados atendidos e a característica de competitividade em cada um deles.

Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada (inclui esquadrias de metal) – grupo 25.1. Este grupo é composto por três classes. Segundo dados da RAIS-estabelecimentos, em 2014, as empresas de fabricação de estruturas metálicas (classe 2511-0) eram 3.891 estabelecimentos; o segmento de esquadrias de metal (classe 2512-8) reuniam um total de 9.705 estabelecimentos; e a outra classe deste grupo – fabricação de obras de caldeiraria (2513-6) – era composta por 550 empresas. Assim, o grupo (25.1) totalizava 14.146 empresas, em 2014, o que fez deste grupo o que reunia o maior número de estabelecimentos fabricantes de produtos de metal naquele ano. Em relação à 2010, houve um crescimento relativo no número de empresas deste grupo de 27%.

Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras – grupo 25.2. Em 2014, haviam 625 estabelecimentos industriais deste grupo no Brasil, de acordo com os dados da RAIS, dos quais 85,6% eram fabricantes de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central e os outros 14,4% eram fabricantes de caldeiras geradoras de vapor, exceto para aquecimento central.

Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais – grupo 25.3. É o grupo mais central de fornecedores de produtos intermediários, contendo as empresas de usinagem, classificadas numa das classes de atividades. Em 2010 haviam no Brasil 6.365 empresas neste grupo. Este número passou a ser de 7.931 estabelecimentos em 2014, um crescimento relativo de 24,6% em relação a 2010.

Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas – grupo 25.4. A indústria de ferramentas no Brasil<sup>33</sup> se concentra quase que totalmente em duas regiões, sudeste e sul do

---

33 Informações a partir do panorama econômico do "Guia Serviços e Produtos", editado pelo Sindicato da Indústria de Artefatos de Ferro, Metais e Ferramentas em Geral no Estado de São Paulo - SINAFER



país, onde se localizam 96% das unidades produtivas. São Paulo é o estado que possui a maior quantidade de empresas com 46% do total em 2010, seguido pelo Rio Grande do Sul. Este segmento se caracteriza por ser quantitativamente formado por empresas de micro e pequeno porte (98,2%), fabricantes de ferramentas manuais, industriais, serras, molas e moldes), enquanto a geração de valor cresce e predomina em empresas com 30 empregados ou mais, onde foi gerado mais de 90% do valor da produção em 2010. Com base em dados da RAIS, em 2010, havia 1.453 empresas fabricantes de ferramentas, número que evoluiu positivamente ao longo da década, atingindo um total de 1.788 empresas em 2014, um crescimento relativo de 23,1% em relação a 2010.

O grupo 25.5 abrange as empresas de fabricação de equipamento bélico, pesado, armas de fogo e munições. No Brasil, constavam como estabelecimentos desse grupo apenas 27 empresas em 2010. Em 2014 esse número foi de 28 estabelecimentos.

O último grupo da divisão 25 é o de 'fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente' (25.9), que incorpora quatro classes de atividades de fabricação: embalagens metálicas; produtos de trefilados de metal; artigos de metal para uso doméstico e pessoal; e produtos de metal não especificados anteriormente. É um segmento muito pulverizado, que congregava, em 2010, 9.545 empresas, alcançando, em 2014, 9.863 empresas ativas.

### **Fabricantes de máquinas e equipamentos – divisão 28**

Esta divisão de atividades econômicas, como visto, é composta por seis grupos: 28.1- Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão; 28.2- Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral; 28.3- Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária; 28.4- Fabricação de máquinas-ferramenta; 28.5- Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção; 28.6 Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico.

As empresas fabricantes de máquinas e equipamentos, conforme dados do Anuário da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) 2010-2011, em 2010, tiveram um faturamento bruto de R\$ 72,8 bilhões, um resultado 9,6% superior ao do ano anterior. Como a divisão 25, os segmentos da divisão 28 têm sua própria dinâmica, com desempenhos muito variados entre si ao longo da década de 2010. No ano de 2010, numa análise mais desagregada, o segmento de maior destaque foi o de máquinas de madeira, com evolução positiva do faturamento bruto de 76,4% sobre 2009, seguido por máquinas têxteis (64,2%), máquinas para plástico (49,6%), equipamentos de hidráulica e pneumática (24%) e máquinas e implementos agrícolas (21,9%). Enquanto outros segmentos tiveram resultados desfavoráveis: bens sob encomenda (-14%). O segmento de máquinas-ferramenta, apesar do resultado favorável

no ano, com aumento do faturamento bruto de 4%, ficou abaixo da média da divisão 28, que foi de 9,6% em 2010.

O desempenho da balança comercial da divisão de 'máquinas e equipamentos' a nível nacional, em 2010, teve exportações 21,1% superiores a 2009, com valor total de US\$ 9,26 bilhões. Já as importações nesse ano cresceram 33% em relação à 2009, com valor total de US\$ 25 bilhões, o que fez com que o déficit dessas atividades continuasse evoluindo negativamente, gerando, em 2010, o déficit de US\$ 15,74 bilhões, um aumento de 41,2% sobre 2009.

A divisão 'máquinas e equipamentos' vem enfrentando cenário adverso ao longo da década de 2010, com o índice de produção física da pesquisa PIM-PF (IBGE), no acumulado de janeiro a dezembro de 2014, indicando queda da atividade produtiva de máquinas e equipamentos de 7,8%. Os resultados, em geral, foram negativos em 2014, com queda do faturamento bruto de 13,7%, sendo de 26,4% a queda devido ao mercado interno. A menor queda do faturamento bruto foi em função do resultado positivo em 7,4% das exportações do segmento. Já o consumo aparente teve queda de 15% e as importações 12,1% (TORRICO, 2015). Há crescente defasagem tecnológica no segmento por falta de investimentos, com perda de competitividade.

## 2.2.2 Setor metalmeccânico – emprego e renda

Concluindo esta análise do setor metalmeccânico, a nível de divisão de atividades, foram inseridas tabelas que resumem a evolução do emprego em termos quantitativos, da escolaridade e da remuneração média, entre 2010 e 2014. A Tabela 5 apresenta a evolução quantitativa das ocupações por porte das empresas do setor.

Desse ponto de vista, numa análise mais agregada, o setor metalmeccânico no Brasil não tem suas atividades concentradas nas grandes empresas, sendo a geração de empregos disseminada setorialmente. Na comparação entre os anos de 2014 e 2010, houve a manutenção do número global das ocupações no setor, com discreto aumento de 952 vagas, atingindo 1,154 milhão de ocupações, a nível nacional, em 2014.

No ERJ, o fenômeno foi o mesmo, com o número de empregos passando de 66.427, em 2010, para 68.439. A nível nacional, as empresas de pequeno porte são as que geram mais vagas no setor, responsáveis, em 2014, por 28,1% das ocupações, seguidas pelas empresas de médio porte, com 27,5%, vindo a seguir as empresas de grande porte com 23,1% e, finalmente as microempresas, com 21,3% das ocupações do setor. Já no ERJ, o emprego está mais concentrado nas grandes empresas, com 37,3%, seguido das médias empresas, com 24,4%, das empresas de pequeno porte, com 23%, com as microempresas fechando o quadro de ocupações, com 15,3%.

**Tabela 5: Evolução Quantitativa das Ocupações de Metalmeccânica por Porte das Empresas – Brasil, ERJ. Anos: 2014, 2010**

Porte do Estabelecimento Industrial		Ocupações por Divisão (CNAE 2.0)						Total Metalmeccânica	
		24		25		28		2014	2010
		2014	2010	2014	2010	2014	2010		
Microempresas (ME)	Brasil	17.711	18.753	160.980	141.686	67.564	61.132	246.255	221.571
	ERJ	1.032	1.287	7.264	6.328	2.141	1.879	10.437	9.494
Pequenas empresas (PE)	Brasil	38.273	42.965	172.493	176.720	113.311	113.654	324.077	333.339
	ERJ	2.091	2.004	9.792	8.999	3.858	3.906	15.741	14.909
Médias empresas (MME)	Brasil	60.423	60.922	124.539	139.327	132.616	119.393	317.578	319.642
	ERJ	2.125	2.286	9.550	9.563	5.048	5.735	16.723	17.584
Grandes empresas (GE)	Brasil	120.497	131.397	51.817	68.469	94.627	79.481	266.941	279.347
	ERJ	19.921	18.697	2.999	3.103	2.618	2.640	25.538	24.440
<b>Totais</b>	<b>Brasil</b>	<b>236.904</b>	<b>254.037</b>	<b>509.829</b>	<b>526.202</b>	<b>408.118</b>	<b>373.660</b>	<b>1.154.851</b>	<b>1.153.899</b>
	<b>ERJ</b>	<b>25.169</b>	<b>24.274</b>	<b>29.605</b>	<b>27.993</b>	<b>13.665</b>	<b>14.160</b>	<b>68.439</b>	<b>66.427</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS, MTE (2014-2010). Base CNAE 2.0.

Porte: adotou-se a Metodologia SEBRAE – 1. ME: até 19 pessoas ocupadas; 2. PE: de 20 a 99; 3. MME: de 100 a 499; 4. GE: 500 ou mais pessoas ocupadas.

Em termos mais desagregados, a distribuição do emprego por divisão de metalmeccânica, apresentava, como maior empregador a nível nacional, a divisão 'produtos de metal' (25), com 509.829 ocupações em 2014, seguido pela divisão 'máquinas e equipamentos', com 408.118 vagas e finalmente a divisão 'metalurgia', que é mais intensiva em capital, dado o peso relativo da siderurgia. A metalurgia empregou 236.904 pessoas, sendo a única divisão que teve queda de geração de vagas de 2010 para 2014 a nível nacional. A análise da distribuição das ocupações a nível estadual mostra que há distinção desta em relação à distribuição nacional, em termos de participação relativa por divisão. Na divisão metalurgia (24), a concentração de ocupações no ERJ se dava nas grandes empresas (79,2%), em 2014, o que já ocorria em 2010.

A nível nacional, as ocupações na metalurgia também estavam mais concentradas nas grandes empresas, porém com taxa de participação relativa bem menor (50,9%). Isto se dá, no caso da metalurgia no ERJ, por conta da menor diversidade das empresas em termos dos grupos de atividades de metalurgia, estando a siderurgia em maior destaque em termos de geração de empregos no estado (responde por 76,1% das ocupações de metalurgia), grupo este composto por grandes empresas. Já no país como um todo, os vínculos de trabalho na metalurgia têm participação muito menor da siderurgia (somente 36,5%), tendo um grande peso na geração de

empregos o grupo de 'fundição' (28,2%) e de 'metalurgia dos metais não-ferrosos' (20,2%), majoritariamente composto de empresas de pequeno e médio porte.

Já da divisão 'produtos de metal' (25), a situação é bem diversa. A nível nacional, as micro e pequenas empresas (MPE), com participação relativa de 65,4%, lideraram a geração de ocupações em 2014, seguidas pelas empresas de médio porte, com 24,4% das pessoas ocupadas. Quantitativamente, em 2014, 98,3% das empresas do grupo 25 eram MPEs, com 92,1% da metalurgia (24) e 94,8% do grupo 'máquinas e equipamentos'. O peso das microempresas é maior no grupo de fabricação de produtos de metal, onde representam quase 88% dos estabelecimentos.

O grupo de fabricação de máquinas e equipamentos tem a maior parte das ocupações geradas por empresas de pequeno e médio porte (PME), que contribuíram com 60,3% das ocupações em 2014, seguidas pelas grandes empresas com 23,2% dos postos de trabalho.

A Tabela 6 apresenta a evolução qualitativa do emprego pelo nível de escolaridade das ocupações. Em geral, o setor metalmeccânico brasileiro tem apresentado uma mudança do perfil de escolaridade, de um padrão de menor formação escolar para um perfil crescentemente dirigindo-se para um patamar melhor de formação em termos de escolaridade.

O maior crescimento relativo se deu entre os trabalhadores com ensino superior, que teve um aumento de 31,9% de 2010 para 2014. O grupo de trabalhadores com mestrado foi o que apresentou a segunda maior taxa de crescimento relativo: 31,1%. Já os trabalhadores com doutorado, eram 293 em 2010 e passaram a 308 pessoas com esta qualificação em todo o setor, um aumento de 5,1%. Mas o significado dessa formação de maior qualificação com potencial para as ações de pesquisa e desenvolvimento no setor metalmeccânico (mestrado e doutorado) é ainda pouco expressivo, pois representa menos de 0,2% da força de trabalho setorial.

Ainda há um elevado contingente de trabalhadores com baixa escolaridade no setor metalmeccânico no Brasil, apesar de ter havido uma redução de 22,5% de 2010 para 2014. São quase 11% de pessoas analfabetas ou sem completar o ensino fundamental, em sua maior parte concentrados nas empresas da divisão 'produtos de metal' (25), onde se concentram cerca de 50,2% destes trabalhadores com menor grau de escolaridade.

O maior contingente de trabalhadores do setor metalmeccânico, a nível nacional, têm ensino médio completo (57,3%). Desses, a maior parcela também está em empresas da divisão 'produtos de metal. Mas o melhor perfil de escolaridade se dá no grupo de empresas fabricantes de 'máquinas e equipamentos', o que era esperado, já que é o segmento que fabrica produtos com mais elevado grau tecnológico, necessitando de maior capacitação para inovar.

**Tabela 6: Evolução Qualitativa do Emprego pelo nível de Escolaridade das Ocupações de Metalmeccânica – Brasil, ERJ. Anos: 2014, 2010**

Escolaridade		Ocupações por Divisão (CNAE 2.0)						Total Metalmeccânica	
		24		25		28			
		2014	2010	2014	2010	2014	2010	2014	2010
Ensino Fundamental Incompleto ou Analfabeto	Brasil	27.393	37.259	63.269	82.706	35.476	42.728	126.138	162.693
	ERJ	1.328	1.974	4.311	5.604	1.034	1.454	6.673	9.032
Ensino Fundamental Completo	Brasil	42.992	50.900	125.170	154.203	77.820	86.438	245.982	291.541
	ERJ	3.110	4.220	8.361	9.740	2.234	3.402	13.705	17.362
Ensino Médio Completo	Brasil	136.410	138.866	290.350	264.666	234.532	204.034	661.292	607.566
	ERJ	17.544	15.028	15.065	11.212	7.396	6.899	40.005	33.139
Ensino Superior Completo	Brasil	29.466	26.496	30.540	24.217	59.378	39.761	119.384	90.474
	ERJ	3.146	3.019	1.836	1.417	2.984	2.353	7.966	6.789
Mestrado	Brasil	558	438	450	358	739	536	1.747	1.332
	ERJ	37	32	29	19	16	29	82	80
Doutorado	Brasil	85	78	50	52	173	163	308	293
	ERJ	4	1	3	1	1	23	8	25
<b>Totais</b>	<b>Brasil</b>	<b>236.904</b>	<b>254.037</b>	<b>509.829</b>	<b>526.202</b>	<b>408.118</b>	<b>373.660</b>	<b>1.154.851</b>	<b>1.153.899</b>
	<b>ERJ</b>	<b>25.169</b>	<b>24.274</b>	<b>29.605</b>	<b>27.993</b>	<b>13.665</b>	<b>14.160</b>	<b>68.439</b>	<b>66.427</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS, MTE (2014-2010).

A Tabela 7 apresenta a evolução qualitativa do emprego pela remuneração média das ocupações, tanto a nível nacional, quanto a nível do ERJ, nos anos de 2010 e 2014.

Observa-se que, do total de vínculos empregatícios da metalmeccânica a nível nacional, em 2010, mais da metade (56,5%) recebiam remuneração na faixa de ‘1 a 3 salários mínimos’, número que se reduziu apenas 0,4 pontos percentuais em 2014. O segundo maior contingente de trabalhadores do setor se situa na faixa remuneratória ‘3 a 5 salários mínimos’, número que se ampliou de 2010 (21,8%) para o ano de 2014 (22,9%). Essas duas faixas, portanto representavam os ganhos de 79% dos trabalhadores nas ocupações existentes, em 2014, no setor metalmeccânico brasileiro. Se somados ainda com a faixa de ganhos seguinte (‘5 a 10 SM’) e a de menor ganho (‘até 1 SM’), fica caracterizada a remuneração de 93,5% das pessoas ocupadas nesse setor.

Esse perfil social do setor metalmeccânico – baixa escolaridade média vis-à-vis remuneração média também baixa – certamente impacta desfavoravelmente os resultados setoriais

em termos de sua capacidade inovativa, o que pode ser visto na seção da tese em que é abordada a questão dos desafios setoriais.

**Tabela 7: Evolução Qualitativa do Emprego pelo Nível de Remuneração Média das Ocupações de Metalmeccânica – Brasil, ERJ. Anos: 2014, 2010**

Faixas Salariais (Remuneração Média)		Ocupações por Divisão (CNAE 2.0)						Total Metalmeccânica	
		24		25		28			
		2014	2010	2014	2010	2014	2010	2014	2010
Até 1 SM	Brasil	4.259	3.548	10.472	10.680	5.433	4.175	20.164	18.403
	ERJ	605	310	649	471	286	158	1.540	939
1 a 3 SM	Brasil	101.592	109.046	347.938	359.575	198.284	183.534	647.814	652.155
	ERJ	10.692	8.769	20.452	19.705	5.440	6.124	36.584	34.598
3 a 5 SM	Brasil	62.651	61.745	92.763	93.749	108.691	96.083	264.105	251.577
	ERJ	7.261	6.908	4.327	4.128	2.853	3.076	14.441	14.112
5 a 10 SM	Brasil	45.838	54.175	39.172	42.866	61.920	59.022	146.930	156.063
	ERJ	4.303	5.778	2.168	1.982	2.762	2.544	9.233	10.304
10 a 20 SM	Brasil	12.932	15.816	7.972	9.382	21.050	19.344	41.954	44.542
	ERJ	1.259	1.632	983	825	1.512	1.354	3.754	3.811
Mais 20 SM	Brasil	3.285	4.239	1.780	2.133	5.702	5.935	10.767	12.307
	ERJ	319	507	269	238	550	648	1.138	1.393
Ñ Class.	Brasil	6.347	5.468	9.732	7.817	7.038	5.567	23.117	18.852
	ERJ	730	370	757	644	262	256	1.749	1.270
Totais	Brasil	236.904	254.037	509.829	526.202	408.118	373.660	1.154.851	1.153.899
	ERJ	25.169	24.274	29.605	27.993	13.665	14.160	68.439	66.427

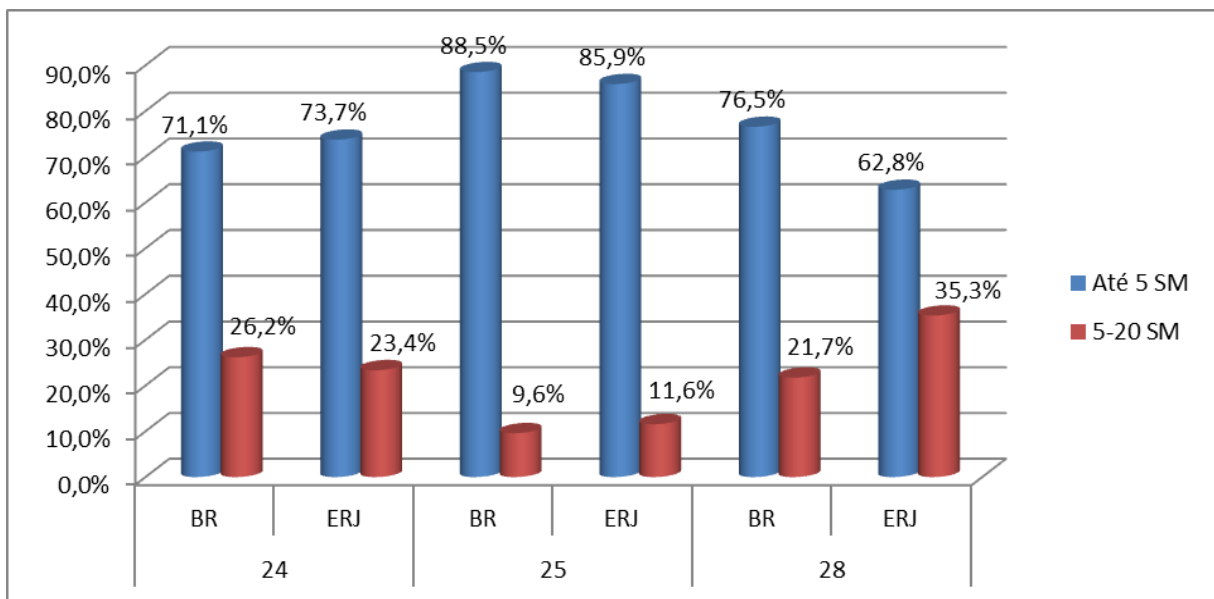
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS, MTE (2014-2010).

A mesma situação se repete no ERJ. A faixa de remuneração média ‘1 a 3 salários mínimos’ representava, em 2014, o maior contingente no estado: 53,5%. O ERJ apresentava, como a segunda faixa de remuneração com maior número de pessoas ocupadas, a faixa ‘3 a 5 salários mínimos’, com 21,1%, o que, na soma das duas faixas englobavam 74,6% das pessoas ocupadas no setor.

Esta situação indica que a remuneração média do setor metalmeccânico é baixa, não representando, portanto, um padrão de remuneração como um fator de atratividade para profissionais qualificados.

O Gráfico 3 mostra a distribuição relativa da remuneração média, em 2014, no setor metalmeccânico, a fim de se verificar o perfil de remuneração, desagregado por divisão de atividades.

Observam-se diferentes perfis do setor metalmeccânico em termos nacionais e no ERJ. No Brasil, se destaca com o melhor perfil de remuneração as empresas de ‘metalurgia’ (divisão 24), que apresenta, dentre os três grupos, o menor percentual de pessoas ocupadas com remuneração média na faixa ampla ‘até 5 salários mínimos’ – 71,1% e o maior percentual de pessoas ocupadas com remuneração na faixa ‘de 5 a 20 salários mínimos’.



**Gráfico 3: Distribuição Agregada da Remuneração Média na Metalmeccânica por Divisão de Atividades Econômicas – Brasil, ERJ. Ano: 2014**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS, MTE (2014-2010).

Já no caso do ERJ, a divisão com melhor perfil de remuneração é o de ‘máquinas e equipamentos’. No estado, na faixa de mais baixa remuneração, o percentual é de 62,8% do pessoal ocupado e na faixa mais elevada estão 35,3% das ocupações.

Já a divisão de ‘produtos de metal’ (25), situa-se na última posição, qualquer que seja o nível geográfico que seja considerado. Fica evidente que é o segmento de menor qualificação dos recursos humanos da metalmeccânica e onde se deve atuar com vistas ao aumento da capacitação de mão de obra, para melhorar a performance das empresas, uma vez que é neste grupo que se tinha, em 2014, a maior densidade de MPMEs do setor metalmeccânico.

Outros aspectos do setor metalmeccânico são tratados na seção a seguir, mais especificamente os aspectos envolvidos com um conjunto de tecnologias e seu relevo na garantia de capacidade empresarial mínima para aumento de competências tecnológicas e organizacionais,

a partir da incorporação desse conjunto de tecnologias, consideradas básicas nas rotinas de produção industrial.

### 2.2.3 **Metalmecânica e Tecnologia Industrial Básica (TIB)**

Um conjunto de tecnologias está na base do processo industrial e é considerado infraestrutural para as empresas, estende-se pelos processos industriais, desde o início das operações fabris até a finalização das atividades de obtenção dos produtos. Essa incorporação aos processos industriais se dá desde a etapa de início do projeto – envolvendo desenvolvimento de conceito, planejamento e engenharia do produto/processo e produção piloto – até a introdução no mercado, com a crescente e efetiva produção de um determinado produto, cujas características de fornecimento são aceitas pelos compradores.

Esse conjunto de atividades técnicas essenciais é estruturado no Brasil, a partir de 1984, e foi denominado de TIB,<sup>34</sup> sendo consequente com a estratégia governamental de implantação de um sistema que assegurasse o estudo científico dos aspectos tecnológicos interdependentes e de crescente importância econômica, indo além da metrologia legal.<sup>35</sup> Um breve resumo de sua implantação no Brasil é apresentado no Apêndice 10.

Mas a TIB não corresponde apenas a uma sistematização de uma infraestrutura tecnológica externa de apoio ao desenvolvimento das empresas industriais, mas está intrínseco em sua estruturação o caráter endógeno que cada um dos aspectos tecnológicos abrangidos pelo programa TIB deve ter nas empresas industriais, que necessitam incorporar o uso desses saberes técnicos nas suas rotinas de trabalho. Por isso é colocada nesta seção como requisito tecnológico de base para o setor metalmecânico.

Sem a adoção de rotinas e práticas voltadas à melhoria dos resultados operacionais, que maximizem a eficácia e a eficiência dos processos, a competitividade de qualquer empresa do setor metalmecânico fica comprometida. Assim, é preciso garantir um mínimo de operacionalidade aos sistemas produtivos da empresa, que está ancorado na busca de aprimoramento continuado, o que requer o esforço de aprendizado empresarial, aqui entendido como a capacidade de retenção, a nível organizacional, de conhecimentos tecnológicos absorvidos pelas pessoas da organização por diversos meios (estudos formais e informais; observação e

---

34 O termo TIB foi concebido durante a concepção de programa inovador de apoio à ciência e tecnologia – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, PADCT (MCTI, 2005).

35 Um circunstanciado histórico sobre a estruturação da metrologia e posteriormente do programa TIB no Brasil pode ser obtido no livro de Dias (2007). E também outros aspectos podem ser obtidos em IEL (2005) e MCTI (2001).



experimentação etc.),<sup>36</sup> e postos em prática nas atividades produtivas, a partir de rotinas que vão sendo formalizadas para incorporar os novos conhecimentos.

Isto demonstra o domínio pela empresa de um conjunto de tecnologias de apoio a um processo de melhoria contínua. São competências fundamentais, alicerçadas em conhecimentos básicos e que devem estar presentes em qualquer empresa industrial para garantia de sobrevivência e de suporte ao progresso técnico: a normalização, a metrologia, a regulamentação técnica (autorização, aprovação, registro, licença e homologação) e a avaliação da conformidade (acreditação, inspeção, ensaios, certificação e suas funções correlatas).

Essas tecnologias básicas para a atividade industrial são apresentadas a seguir.

### **Normalização, regulamentação técnica e certificações**

A normalização é um fenômeno recente, que se origina com a formação dos mercados mundiais de produtos industriais e do desenvolvimento de novas tecnologias nas últimas décadas do século XIX, principalmente com as escalas e a complexidade advindas com o uso das novas tecnologias siderúrgica e de uso generalizado da energia elétrica que movimentava as economias norte-americana e dos países europeus. Discutia-se os ganhos que se poderia ter com um mínimo de harmonização nas especificações de produtos e serviços (DIAS, 2007).

Acrescente-se que era crescente a padronização no seio do sistema industrial norte-americano, com a estruturação do Sistema Americano de Manufatura (American System of Manufacturing – ASM), que se baseia na padronização crescente, tanto das máquinas e equipamentos utilizados nos processos de fabricação, na padronização das peças e garantia de suas características finais, com a efetiva intercambialidade entre peças de um produto. Isso alavancou o processo industrial norte-americano, ao permitir a reprodutibilidade em larga escala das peças componentes dos produtos, a maior divisão do trabalho e a sua execução por trabalhadores não especializados, o que não se verificava antes, quando a produção de uma arma, por exemplo, era toda executada por cada artesão especializado (BEST, 1990; CORREA, 2003).

Conforme definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), órgão responsável pela normalização técnica no Brasil, normalização é (ABNT, 2015a):

"O processo de formulação e aplicação de regras para a solução ou prevenção de problemas, com a cooperação de todos os interessados, e, em particular, para a promoção da economia global. No estabelecimento dessas regras recorre-se à tecnologia como o instrumento para estabelecer, de forma objetiva e neutra, as condições que possibilitem que o produto, projeto, processo, sistema, pessoa, bem

---

36 *Learning: by doing, by using, by interacting*, P&D (LUNDVALL, 2007).

ou serviço atendam às finalidades a que se destinam, sem se esquecer dos aspectos de segurança".

Normalizar, pois, está relacionado, no âmbito industrial, com o estabelecimento de consenso quanto a temas de interesse das empresas e, mais amplamente de interesse da economia em termos nacionais e internacionais. Seus possíveis ganhos estão relacionados à redução de incertezas nas relações humanas, industriais e comerciais, bem como na redução de desperdícios, contribuindo ainda para um melhor intercâmbio com os clientes nacionais e internacionais (OLIVEIRA, 2011).

O sistema normativo é estruturado por níveis, que representam o alcance geográfico, político ou econômico de envolvimento com a normalização, geralmente representados na forma piramidal, como representado na Figura 5, tendo em sua base a normalização empresarial, seguida da nacional (de um país específico), da regional (região geográfica, política ou econômica), chegando ao topo, onde se representa a normalização internacional (os vários países com interesses comuns), podendo ter outros níveis intermediários a estes.

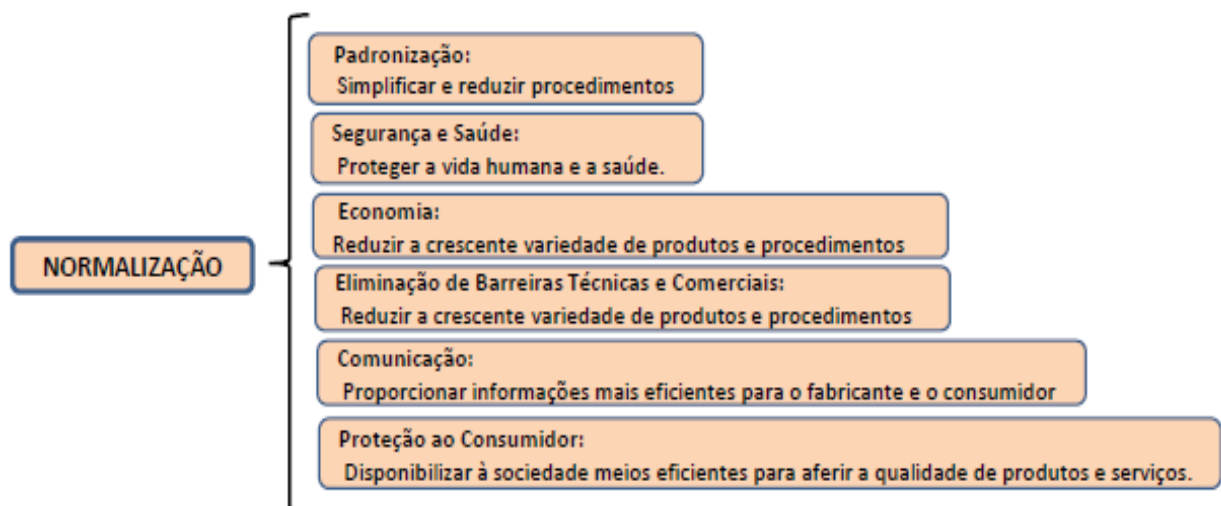


**Figura 5: Níveis de Normalização**  
Fonte: ABNT.

Essa normalização é realizada por organismos que contam com a participação das partes interessadas, tendo como principal função a elaboração, aprovação e divulgação da norma, sendo esta definida como "o documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto" (ABNT, 2015a).

O estabelecimento de normas e regulamentos caracterizam as condições mínimas necessárias para um produto ou método de produção. Há uma diferenciação entre normas e regulamentos. As primeiras são de caráter voluntário, advindo de um uso disseminado socialmente ou por coordenação da indústria, que culmina na busca de consenso, enquanto os regulamentos são padrões de adoção compulsória, estabelecidos pela autoridade reguladora (RUST, 2004 *apud* TIGRE, 2006). Assim, por exemplo, a norma ISO 9001:2015, relacionada a sistemas de gestão da qualidade é de uso voluntário pelas empresas para diretriz de organização de seus processos produtivos. Já determinados alimentos e suas embalagens são de registro sanitário obrigatório, definido num dado regulamento ou conjunto de prescrições legais que estabelecem tal situação compulsória.<sup>37</sup>

A Figura 6 sintetiza os objetivos da normalização, segundo a Asociación Mercosur de Normalización – AMN.<sup>38</sup>



**Figura 6: Objetivos da Normalização**

Fonte: Elaboração própria com base em AMN. (Disponível em: <<http://www.amn.org.br/Paginas/Paginas/2?url=Normalizacao>>. Acesso em 15 dez. 2015).

Considerando o esforço que seria demandado das empresas que buscassem exportar seus produtos para diversos países, que ensejaria obter aprovação de seus sistemas de avaliação da conformidade (qualidade dos produtos), há uma tendência a internacionalização das certificações,

<sup>37</sup> Veja a Resolução Anvisa RDC nº 27, de 2010 (disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b951e200474592159a81de3fbc4c6735/DIRETORIA\\_COLEGIA\\_DA\\_27\\_2010.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b951e200474592159a81de3fbc4c6735/DIRETORIA_COLEGIA_DA_27_2010.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em 15 dez. 2015.

<sup>38</sup> Esta é uma associação civil, sem fins lucrativos, não governamental, reconhecida pelo Grupo Mercado Comum - GMC. É o único organismo responsável pela gestão da normalização voluntária no âmbito do Mercosul.

com o desenvolvimento do mútuo reconhecimento dos sistemas tecnológicos nacionais, o que tem levado a consolidação de acordos multilaterais e bilaterais, visando harmonizar normas e padrões, como no caso dos acordos de barreiras técnicas da Organização Mundial de Comércio (OMC) (TIGRE, 2006).

### **Metrologia e o controle metrológico nas empresas**

Oliveira (2008),<sup>39</sup> ao situar a importância da metrologia no contexto organizacional no mundo impactado pela globalização da economia, ressalta alguns elementos que considera requisitos básicos para a sobrevivência das empresas. A Figura 7 traduz por meio de instrumentos de gestão, concepções organizacionais e atividades rotineiras, os três aspectos básicos que ele indica: garantia da qualidade, prazos competitivos e custos mínimos.



**Figura 7: Aspectos Ligados à Sobrevivência das Organizações Modernas**

Fonte: Oliveira (2008).

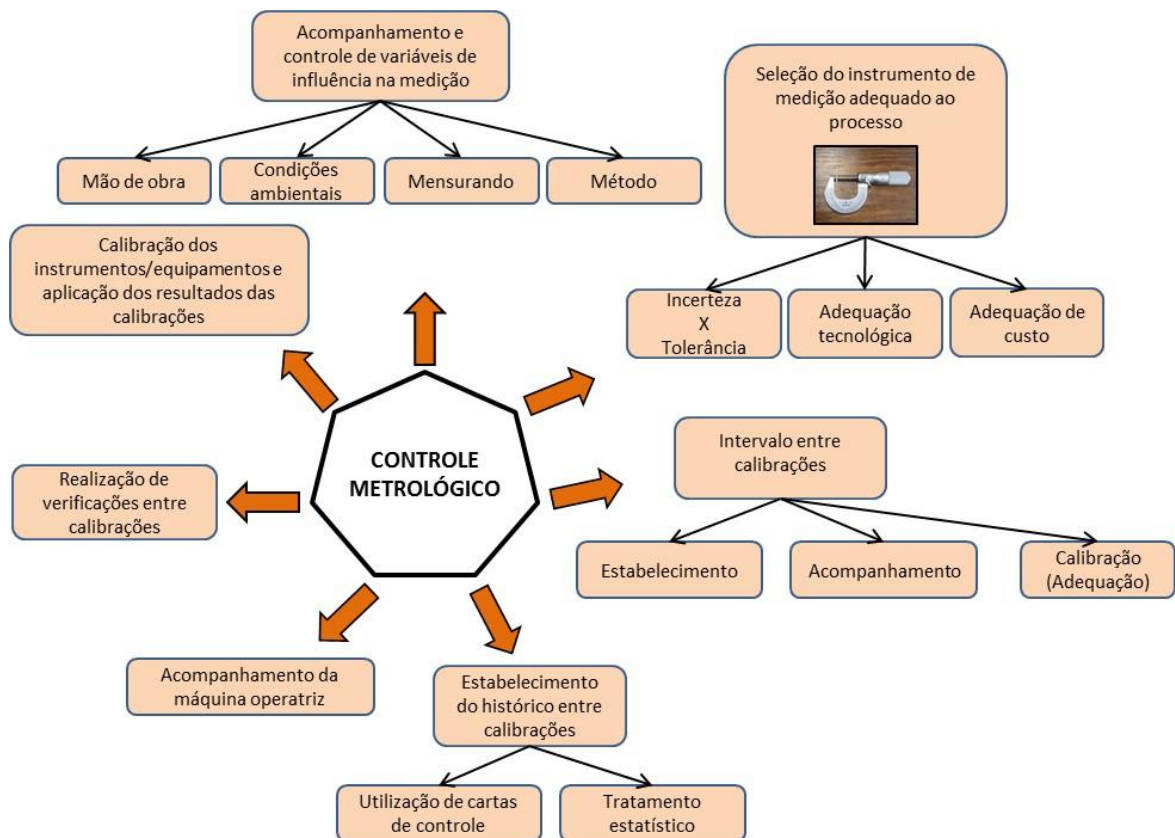
As máquinas do setor industrial, por demandas mercadológicas, tornaram-se equipamentos mais flexíveis, que permitem aos planejadores de produção alterações mais rápidas, para adaptação à demanda, alterações funcionais mais propícias à fabricação de peças crescentemente complexas, com manutenção da rigidez estrutural combinada com altas velocidades de fabricação, para utilização com uma gama mais ampla de materiais (quanto à resistência e outras propriedades) e menores tolerâncias dimensionais exigidas nos produtos (OLIVEIRA, 2008).

<sup>39</sup> OLIVEIRA, J.E.F. A metrologia aplicada aos setores industrial e de serviços: principais aspectos a serem compreendidos e praticados no ambiente organizacional. Brasília: SEBRAE, 2008.

Segundo Oliveira (2008) a prática pelas empresas do controle metrológico vai muito além da calibração e da manutenção dos equipamentos de medição. Este controle, ilustrado na Figura 8, implica o acompanhamento permanente, integrado e sistemático de um conjunto de variáveis que influem nas medições.

A verificação metrológica é o instrumento de que se lança mão, utilizando-se de um conjunto de ações fundamentais à garantia da conformidade do produto com as especificações quanto a tolerâncias: geométricas; dimensionais; de cor; volume; dureza; resistência etc.

Apesar de não agregar alterações ao produto, a medição tem papel vital na garantia de qualidade dele. Assim, o controle dos processos de medição em qualquer empresa industrial é elemento básico quando se pensa na implantação de um sistema da qualidade (OLIVEIRA, 2008).



**Figura 8: Gestão Integrada dos Pontos-Chave para o Controle Metrológico**

Fonte: Elaboração própria a partir de Oliveira (2008).

O que se espera da atividade metrológica no âmbito das empresas industriais é que estas exerçam o devido controle metrológico de suas atividades produtivas, que vai além de calibrar e realizar manutenções periódicas em equipamentos de medição. Esse controle envolve um conjunto de variáveis relacionadas que influenciam a medição, como apresentadas na Figura 8.

Aspectos de influência direta sobre uma medição deverão ser controlados a cada vez que esta operação se realiza. Os principais fatores que garantem um resultado de medição confiável são: uso de pessoal capacitado; uso de instrumento de medição calibrado, uso de método validado; e manutenção de ambiente para execução da medição controlado.

Portanto, por trás de uma medição está toda uma ciência, a metrologia, que está em desenvolvimento constante no mundo. A Metrologia é a ciência que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza em qualquer campo da ciência ou tecnologia, tais como a metrologia térmica, dimensional, acústica, elétrica etc. (INMETRO, 2014; GONZÁLEZ & VÁZQUEZ, 1996).

O Brasil adota a Metrologia Científica e Industrial como ferramenta para o crescimento e a inovação tecnológica, por atuar como elemento de promoção da competitividade, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial, necessário para eliminar a possibilidade de constituírem-se barreiras técnicas à exportação de produtos nacionais. Essas barreiras, como já mencionado anteriormente, surgem quando não há harmonia nos sistemas técnicos para permitir a entrada de produtos procedentes de outros países. São materializadas com uso de normas e regulamentos técnicos, bem como procedimentos de avaliação da conformidade diferentes daqueles utilizados na comprovação de conformidade dos produtos em seus países de origem. Tais barreiras não devem ser obstáculos intransponíveis, mas atualmente constituem-se como restrições à exportação, principalmente para os países em desenvolvimento, por sua pouca infraestrutura e capacitação tecnológica (FERRACIOLI, 2003).

Um dos caminhos básicos de harmonização de sistemas metrológicos nacionais é a tendência à adoção mundial do 'Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais da Metrologia – VIM (INMETRO, 2012). Esse instrumento de harmonização da terminologia utilizada na metrologia mundial está em permanente processo evolutivo, acompanhando o progresso técnico, incorporando as novas definições e sistemáticas relativas à medição e à metrologia científica. Sua edição mais recente em português é a de 2012, edição luso-brasileira, publicada pelo Inmetro.<sup>40</sup>

Como visto, a metrologia fornece elementos que asseguram o atendimento a um requisito característico do produto (ou de um processo), por meio de medições por dispositivos adequados (instrumentos de medição). É necessário garantir que tais instrumentos estejam adequados às aplicações pretendidas para garantir a confiabilidade de seus resultados. Por meio da calibração periódica dos instrumentos de medição têm-se essa garantia. Essas calibrações devem ser realizadas, de preferência em laboratórios acreditados pelo Inmetro e pertencerem à Rede

---

40 Disponível em: < [http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim\\_2012.pdf](http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf)>. Acesso em 12 dez. 2015.

Brasileira de Calibração – RBC (OLIVEIRA, 2011).<sup>41</sup> Esta rede está estruturada a nível nacional para atendimento às demandas por serviços metrológicos por todos os agentes econômicos no âmbito do sistema nacional de inovação (empresas, institutos de CT&I, universidades e demais instituições que demandem tais serviços).

### **Qualidade – avaliação da conformidade**

Em termos industriais, a qualidade de um produto está relacionada com o grau de conformidade com determinados parâmetros estabelecidos (especificações) e que são julgados satisfatórios no acordo de aquisição feito entre o fornecedor do produto e o cliente. Os valores desses parâmetros devem satisfazer as especificações de projeto (OLIVEIRA, 2011).

Algumas definições clássicas para qualidade giram em torno da conformidade ou da adequação ao uso, porém a que se firmou, por se mostrar adequada ao dinamismo das relações é a que relaciona a qualidade com a satisfação do cliente.<sup>42</sup>

A adequação ao uso, em geral, se encontra formulada pelo conjunto das especificações dos produtos e pelos requisitos de processos capazes de atingir a produção do produto de conformidade com o especificado. Sua materialização mais comum são as especificações técnicas em boletins técnicos, desenhos técnicos etc. Outra abordagem do tema qualidade identifica sua presença por meio da comparação, das características desejadas, com um padrão ou uma especificação, ou seja, é uma avaliação de conformidade, que deve ser realizada de acordo com diretrizes do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – SBAC –, como forma de reconhecimento do atendimento aos requisitos especificados (OLIVEIRA, 2011).<sup>43</sup>

Ainda no âmbito do Sinmetro, foi criada a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios – RBLE, visando dar amplo provimento de serviços de avaliação de conformidade por meio de ensaios. É formada pelo conjunto de laboratórios acreditados pelo Inmetro para a execução de serviços de ensaio. Aberto a qualquer laboratório, nacional ou estrangeiro, que realize ensaios e atenda aos critérios do Inmetro (INMETRO, 2015).

Outro aspecto relacionado à avaliação da conformidade de produtos e processos é o das certificações, cada vez mais presente no dia a dia da atividade industrial. Este recurso visa dar credibilidade, por terceira parte independente, da adequação aos requisitos acordados entre partes

---

41 A RBC congrega os laboratórios que são acreditados pelo Inmetro, com base na norma ABNT NBR ISO/IEC 17.025 – Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração.

42 Qualidade como: "Grau de conformidade com as especificações" (Philip Crosby); "Adequação ao uso" (Joseph M. Juran); "Satisfação do cliente" (William E. Deming).

43 O SBAC é um sub-sistema do SINMETRO destinado ao desenvolvimento e coordenação das atividades de avaliação da conformidade no seu âmbito. O termo de referência a respeito pode ser acessado em: <[http://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/sbac\\_termo.asp](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/sbac_termo.asp)>.

contratantes, ou dar visibilidade da adequação dos sistemas de produção quanto aos parâmetros que os garante nos aspectos de segurança e padronização.

Organizações certificadoras são acreditadas por organismos nacionais e internacionais de normalização para a emissão dos certificados de conformidade dos sistemas, seja de gestão da qualidade, de gestão ambiental ou outros, o que aumenta a possibilidade de comercialização mais ampla de produtos e serviços internacionalmente. Assim, o certificado de conformidade com a norma ABNT NBR ISO 9001, emitido para uma dada empresa, indica que o sistema de gestão da qualidade daquela empresa está em conformidade com todos os requisitos da norma, o que agrega maior credibilidade quanto ao fornecimento de produtos daquela empresa e aumenta sua competitividade junto aos mercados mais exigentes atuais e potenciais.

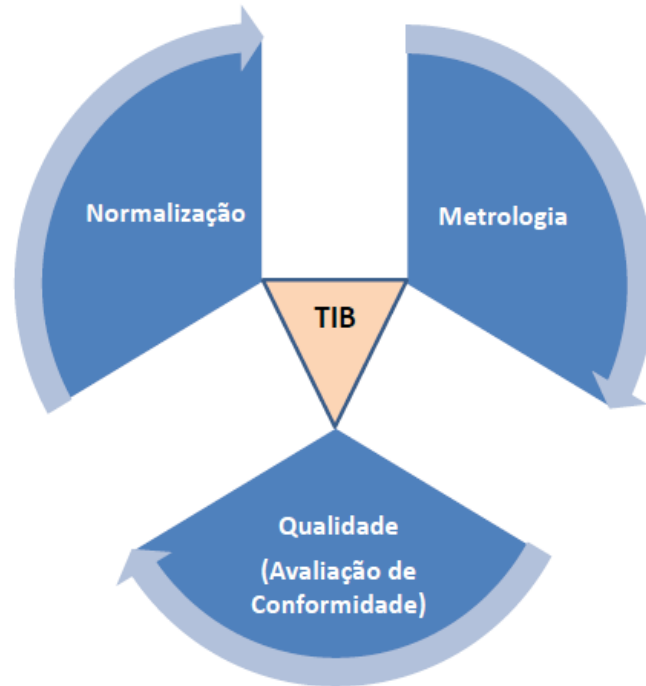
Outro aspecto em termos de tecnologia de gestão é a responsabilidade empresarial com o meio ambiente, envolvimento que tem sido cobrado por meio de normas de sistemas de gestão e regulamento, cada vez mais abrangente em termos de agentes responsabilizados perante a preservação das condições adequadas para as próximas gerações. No âmbito das empresas, a norma ABNT NBR ISO 14001 está voltada para a garantia da redução da carga de poluição gerada por essas organizações, por meio da revisão sistemática dos processos produtivos visando sua melhoria contínua em termos de desempenho ambiental, envolvendo o controle de insumos e matérias-primas que representem desperdícios de recursos naturais. Assim, a certificação do sistema de gestão ambiental de uma empresa comprova, junto ao mercado e à sociedade, que a empresa adota um conjunto de práticas destinadas a minimizar impactos que imponham riscos à preservação da biodiversidade (ABNT, 2015b).

Além do que já foi exposto, o ambiente socioeconômico tem sido analisado sob outros enfoques, na busca de se criarem melhores condições de vida, em geral com foco na minimização dos impactos negativos que as atividades humanas podem gerar. Outras normas sistêmicas que foram lançadas e que impactam a atuação das empresas são: ABNT NBR ISO 16001 (Responsabilidade Social) e a norma OHSAS 18001 (Sistema de gestão da saúde e segurança ocupacional).

Outro aspecto importante é que, tanto a questão metrológica, quanto a qualidade e a normalização não devem ser objeto de gestão compartimentada, dada a imbricação entre elas. Daí a necessidade de uma gestão sistêmica da TIB no âmbito das empresas.

A Figura 9 resume esta ideia. Em síntese, a TIB representa um conjunto vital de tecnologias infraestruturais para as empresas, que impactam seu desempenho competitivo.





**Figura 9: Gestão Sistêmica da TIB**

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se também que o impacto dessas tecnologias é crescente sobre a atuação no mercado doméstico e de caráter impeditivo, quando se trata de acesso aos mercados estrangeiros, dada as barreiras técnicas impostas atualmente. O pleno domínio desse conjunto de tecnologias deixa de ser uma opção para se tornar o requisito básico de sobrevivência das empresas industriais.

#### 2.2.4 Avanços Tecnológicos e Organizacionais

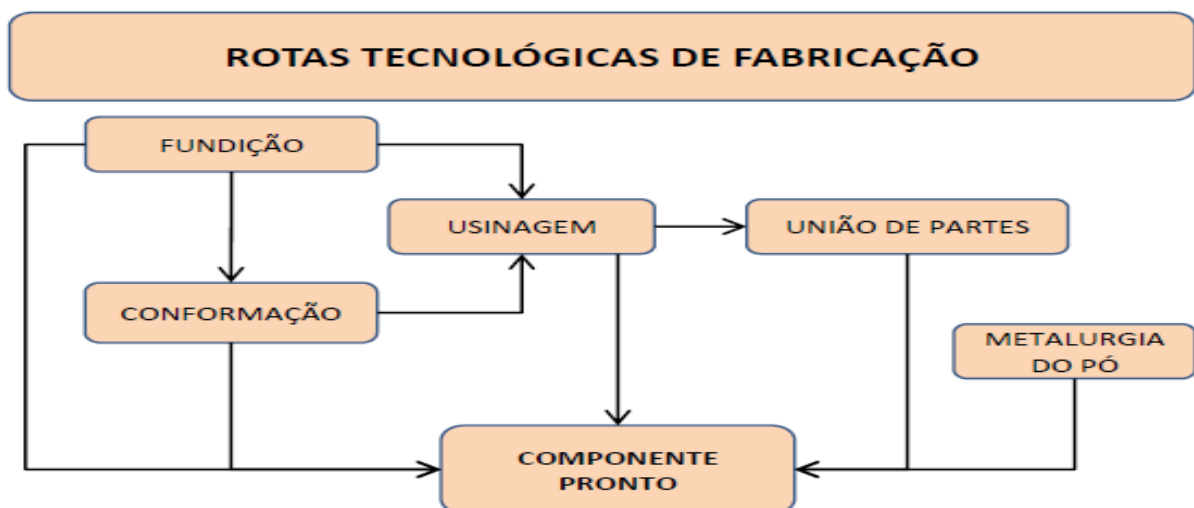
A seguir são apresentadas as tecnologias de processo, de produto e de organização das operações industriais e os avanços, que representam o estado da arte das atividades produtivas inerentes à metalmeccânica, sendo dada ênfase aos processos de fabricação para máquinas, equipamentos e as peças de metal, assim como às tecnologias de gestão que vem sendo utilizadas nas empresas de classe mundial e sua aplicação à produção conforme a natureza da demanda e a frequência de produção.<sup>44</sup> Inicialmente, apresenta-se o desenvolvimento dos processos metalmeccânicos principais de transformação dos materiais. A seguir traça-se um panorama das tecnologias de gestão que representam um dos aspectos que, segundo alguns autores, podem

<sup>44</sup> Referem-se, respectivamente: ao método de definição da demanda dos pedidos dos clientes/mercados (por previsão, plano mestre, contra-pedido ou outra); e ao modo de estruturação do processo produtivo na fábrica (contínua, em massa-seriada, por batelada/lote, sob encomenda, única – projeto individual).

representar ganhos substanciais para as empresas com muito pouco investimento (CORRÊA, 2006; COSTA & JARDIM, 2015).

Na metalmecânica, a manufatura de elementos de máquinas ou equipamentos industriais é realizada por meio de diversas tecnologias de processo, que foram desenvolvidas ao longo do tempo. A escolha do melhor processo, ou de uma combinação de processos, para a fabricação de determinada peça deve levar em consideração alguns fatores. Os principais fatores são: o material a ser trabalhado; a aplicação do componente a ser fabricado; as suas dimensões e características de complexidade geométrica, a tolerância admissível, a qualidade ou grau de acabamento da peça e o custo. Tipicamente dividimos os processos de fabricação mecânica em processos por: fundição, conformação mecânica, usinagem, união de partes e metalurgia do pó.

A Figura 10 apresenta uma ilustração de algumas possibilidades de rotas tecnológicas de obtenção das partes mecânicas, a partir da combinação das tecnologias de processos metalmeccânicos.



**Figura 10: Processos de Fabricação Mecânica – Rotas Tecnológicas de Produção**

Fonte: Elaboração própria.

Não está representada em separado as tecnologias de corte, pois elas são classificadas de formas variadas e, em geral, agrupadas junto aos processos presentes na Figura 10. Mas haverá um tópico destacando-as, dada sua importância. As rotas tecnológicas representadas são algumas das possibilidades de sequenciamento de processos fabris dentre muitas outras alternativas. Nesse aspecto também se diferenciam as empresas conforme suas expertises nos diversos processos de produção industrial.

### Fundição de metais

O processo de fundição pode ser definido como o conjunto de atividades requeridas para dar forma aos materiais por meio da mudança de estado do material (sólido para líquido) e da sua moldagem à geometria final em cavidade apropriada para a qual é escoado e onde, por resfriamento, adquire a forma volumétrica da cavidade para onde foi vazado. As operações do processo convencional de fundição são: fabricação do modelo (cópia da geometria da peça desejada); construção do molde (com cavidade com características em negativo da peça a ser fundida); fusão do metal; escoamento do metal líquido para a cavidade do molde; resfriamento e solidificação do metal no interior do molde; desmoldagem; acabamento e limpeza.

Os métodos de fundição são muito antigos, sua importância é fundamental para o desenvolvimento tecnológico desde os primórdios da humanidade. Seu aperfeiçoamento é contínuo, partindo desde pequenas peças fundidas artesanalmente às técnicas de metalurgia de não-ferrosos e de siderurgia. Trata-se de um processo produtivo situado a montante na cadeia produtiva metalmeccânica e um dos primeiros processos, quando a produção do bem envolve múltiplos processos de fabricação.

São produzidos no Brasil fundidos de ferro, aço e metais e ligas não-ferrosas. É segmento intensivo em mão-de-obra, que emprega em torno de 65.000 pessoas, caracterizado por empresas em sua maioria de pequeno e médio porte, de um total de cerca de 1.300 empresas, com base no ano de 2014. Seu principal mercado no país é a indústria automotiva, que consome em torno de 58% da produção nacional de fundidos.<sup>45</sup>

Segundo dados de publicação especializada no segmento, o Brasil está capacitado a produzir todo tipo de fundido de desenvolvimento e uso a nível mundial. Assim, esta contextualização dá uma breve sinalização da capacidade do país. No caso das fundições de não-ferrosos no Brasil (Alumínio, zinco, cobre, magnésio, zamac e outros), os principais gargalos estão no acabamento das peças (27,5%), seguido da moldagem (19,7%), fusão e vazamento (15,8%), macharia (8,8%), movimentação (8%), laboratório (7,6%), modelação (6,8%) e controle da poluição (5,8%).<sup>46</sup>

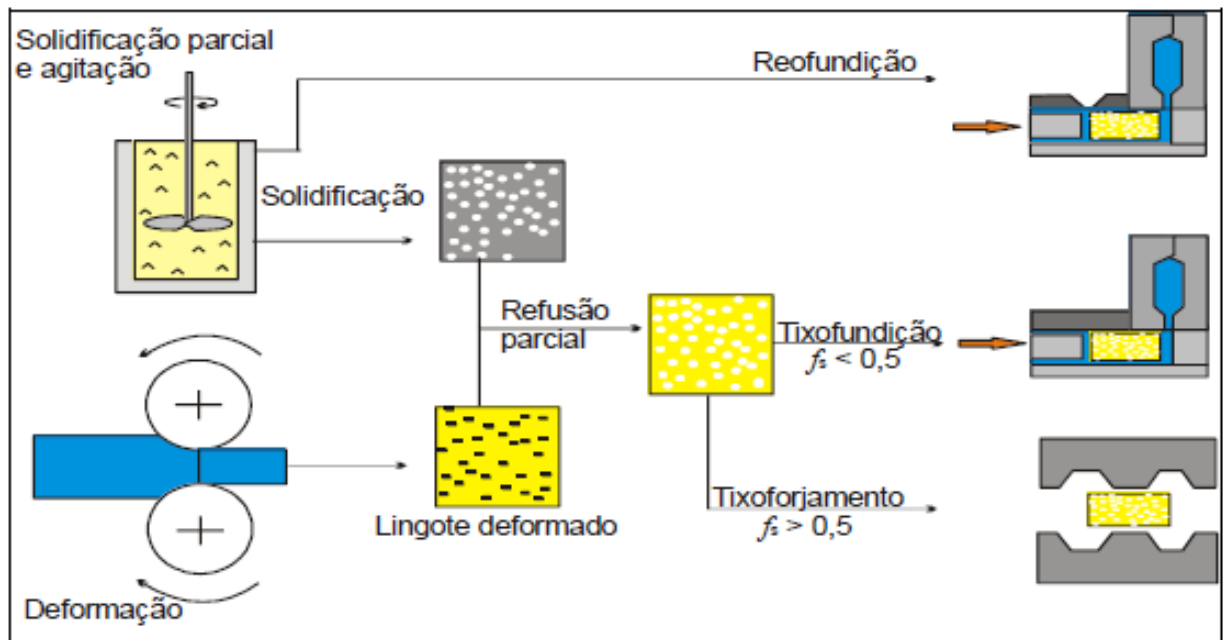
Os principais processos de fundição são: fundição por gravidade (fundição em areia verde ou em molde permanente); fundição sob pressão (*shell molding*, fundição de precisão ou microfusão); e fundição por centrifugação. Os fatores críticos de seleção do processo envolvem o custo, a complexidade da peça, o volume e peso da mesma e a quantidade a ser produzida (tamanho do lote).

---

45 Com base em informações do Anuário ABIFA 2015 e da revista especializada 'Fundição e Serviços' (jun. 2015).

46 Conforme pesquisa anual da Revista especializada 'Fundição e Serviços', edição de janeiro de 2015, junto à 86 fundições do país, por meio de questionário enviado para um total de 891 empresas.

Em termos de avanços tecnológicos do segmento a nível mundial, a fundição avança para uma solução que incorpora a redução do peso e a possibilidade de novas formas complexas e com acabamento superior aos possíveis pelos processos convencionais. Trata-se de um desenvolvimento que pode ser entendido como um processo híbrido entre a fundição e a conformação: a tixoconformação ou reofundição. A Figura 11 apresenta as rotas de processamento dessa tecnologia de manufatura.



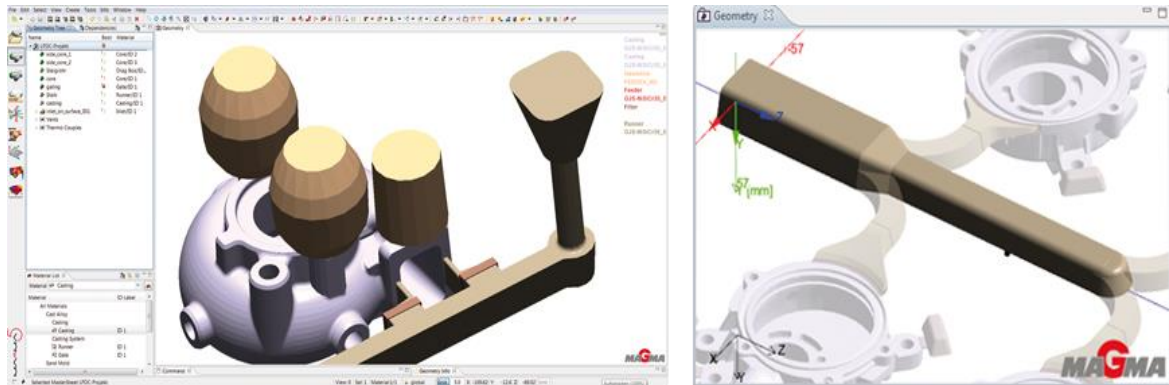
**Figura 11: Rotas para o Processamento no ESS**

Fonte: Vieira (2004).

Esse processo tem origem na década de 1970 e que foi progressivamente ganhando espaço, principalmente na indústria automotiva, na fabricação de autopeças, a partir do final dos anos de 1980. Consiste no processo de conformação mecânica de ligas metálicas no estado semissólido. Produz-se peças em apenas uma etapa de conformação, com propriedades mecânicas superiores às obtidas por fundição ou injeção sob pressão, como por exemplo, valores maiores de resistência à tração. Algumas vantagens são: a menor contração do material, menor desgaste de matrizes que nos processos de injeção, peças com estruturas mais uniformes.

Os processos mais avançados de produção, na fundição, incorporam os avanços tecnológicos oriundos da microeletrônica e das tecnologias da informação e comunicação (TIC): possibilidade de desenvolvimento de novos fundidos, melhorias de processos de produção, automação fabril, incluindo uso crescente de robôs nas diversas fases do processo produtivo.

Um dos casos típicos de aplicação dessas tecnologias são os softwares voltados para a simulação numérica em processos de fundição. A Figura 12 ilustra a interface gráfica de um desses programas típicos de aplicação ao segmento de fundição.



**Figura 12: Desenvolvimento de Sistema de Canais e Massalotes com Ferramentas de Parametrização Interativas**

Fonte: <[http://www.magma-soft.com.br/pt\\_BR/solutions/MAGMA\\_5.html](http://www.magma-soft.com.br/pt_BR/solutions/MAGMA_5.html)>. Acesso em 02 fev. 2016.

Trata-se de programas de cálculo computacionais para o projeto de matrizes e modelos; para análise dos processos, como o fluxo do metal no molde durante o vazamento, que permite a previsão de falhas, como altas turbulências localizadas, dificuldades de preenchimento do molde; e para a simulação do resfriamento do metal no molde, possibilitando identificar falhas e execução prévia de ajustes e correções de projeto.

### Usinagem de metais

O processo de usinagem consiste na remoção de material da peça-obra, a fim de se obter a peça final desejada em termos dimensionais, de acabamento superficial e de características geométricas, de acordo com as especificações referentes àquela peça, normalmente apresentadas em desenhos técnicos normalizados nos padrões técnicos de cada país (ou do demandante do serviço).

Os principais processos de usinagem são: torneamento; fresamento; furação; aplainamento; mandrilhamento; eletroerosão por penetração ou a fio; brochamento; retificação polimento; lapidação; brunimento.

Para a execução da remoção de material na peça a ser trabalhada, por meio de corte por arrancamento ou por abrasão/atrito, utiliza-se uma grande variedade de ferramentas e dispositivos adequados à consecução da tarefa. Tais processos evoluíram muito desde a construção das primeiras máquinas-ferramenta, como são denominados estes equipamentos para usinagem. A partir da Revolução Industrial, no século XVIII, as máquinas-ferramenta aos poucos foram se espalhando pelos países da Europa e posteriormente chegando aos Estados Unidos, onde foram

aperfeiçoadas e representaram um dos elementos-chave do sistema americano de manufatura (American System of Manufacture – ASM),<sup>47</sup> como ficou conhecido o padrão de desenvolvimento industrial americano aplicado à produção de produtos complexos com base tecnológica.

No campo da usinagem, o estado da arte e da técnica das máquinas-ferramenta está situado na automação com uso crescente das máquinas com comando numérico computadorizado (CNC), que elimina a operação manual e mesmo o antigo sistema automático eletromecânico por sistemas microeletrônico e computacional. Esta tecnologia combina um certo volume de produção com aumento na velocidade de atendimento dos pedidos, o que é mais demandado atualmente. Tal combinação permite elevados ganhos de produtividade, com aumento substancial da flexibilidade dos processos e maior capacidade de usinagem de peças complexas (relacionada com a geometria da peça). Outro aspecto de destaque desta tecnologia é a elevada repetitividade que se obtém com estes equipamentos, isto é, a capacidade de se manter as peças fabricadas dentro de tolerâncias estreitas.

Outros avanços na usinagem estão relacionados com a busca por redução de tempos de processamento por diferentes vias:

- por melhorias nas metodologias de usinagem (otimização de parâmetros de usinagem), com o uso de softwares CAD/CAM que integram característica otimizante dos processos, desde o projeto até a fabricação das peças, recorrendo a recursos de simulação prévia para avaliar os ganhos potenciais do processo;
- em ganhos por aumentos de velocidade dos processos acima dos padrões da usinagem CNC convencional.

Nesse último caso, tem-se o processo que vem sendo denominado de 'usinagem em altas velocidades' ou 'corte em altas velocidades (High Speed Machining – HSM / High Speed Cutting – HSC). Sem uma definição precisa ainda para essa nova tecnologia,<sup>48</sup> trata-se de uma combinação de altas velocidades de corte (5 a 10 vezes os valores convencionais atuais), com altas faixas de avanço e muitos passes, levando-se em conta o tipo de material a ser usinado.<sup>49</sup>

Outros especialistas em HSM/HSC definem como altas velocidades quando se atinge de sete a dez vezes a velocidade convencional para um dado material. Como vantagens da tecnologia

---

47 Para conhecer o desenvolvimento deste sistema, consultar : Chandler (1977) e Abernathy e Corcoran (1983). Uma síntese com foco na história da gestão de produção e operações é encontrada em Corrêa (2003).

48 Na verdade, sua origem data de mais de 70 anos. Deve-se a C. Salomon a criação do método, patenteado em 27 de abril de 1931, na Alemanha, e a patente foi concedida à Friedrich Krupp AG. Mas somente em fins da década de 1980 se alcançou capacidade tecnológica neste tema para uso industrial.

49 Conforme Sanches Blanes: Informativo Técnico nº 07: Usinagem a altíssimas velocidades. Permite obter um melhor acabamento superficial bem como significativas reduções de custos. Disponível em: < <http://www.sanchesblanes.com.br/informativos/inf07.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2015.

são citadas: melhor qualidade superficial; baixas forças de corte; e redução dos tempos de usinagem. Tem possibilitado a redução drástica dos tempos das etapas finais do processo de acabamento das peças e mesmo permitindo a eliminação ou substituição de etapas como a retificação (SANTOS & BEZERRA, 2003). Corrêa (2013), em pesquisa sobre as tendências tecnológicas para máquinas-ferramenta HSM/HSC identificou que as variáveis de maior concentração, tanto nas patentes emitidas, quanto nas inovações tecnológicas comercialmente publicadas, incidem sobre as características da ferramenta, sobre a programação do comando numérico computadorizado e sobre alterações e avanços no eixo-árvore das máquinas. Esta tecnologia é uma das maiores tendências na usinagem e segue sendo pesquisada por diversos institutos de pesquisa em todo o mundo.

Em geral, neste segmento da fabricação (usinagem) ocorrem muitos avanços incrementais, com finalidades específicas, mas com o mesmo objetivo final: aumento da produtividade e qualidade da usinagem dos materiais. Assim, podemos citar as pesquisas atuais sobre a melhor relação de uso do fluido de corte e do tipo de fluido (ou mesmo sem uso de fluido de corte); pesquisa de novos materiais para ferramentas (cerâmicas avançadas, novos metais sinterizados); novos revestimentos em ferramentas de corte; projeto da geometria de corte para as novas condições (altas velocidades, pouca ou nenhuma aplicação de fluido de corte etc.); projeto de mancais para redução/eliminação de vibrações; evolução da programação dos comandos CNC; modelagem computacional voltada ao estudo do comportamento dos processos de usinagem. Tais avanços vão sendo incorporados nas atividades industriais por meio de: novas máquinas-ferramentas; novos dispositivos de fixação de ferramentas; novos modelos de eixo-árvore; e novos materiais para ferramentas de corte.

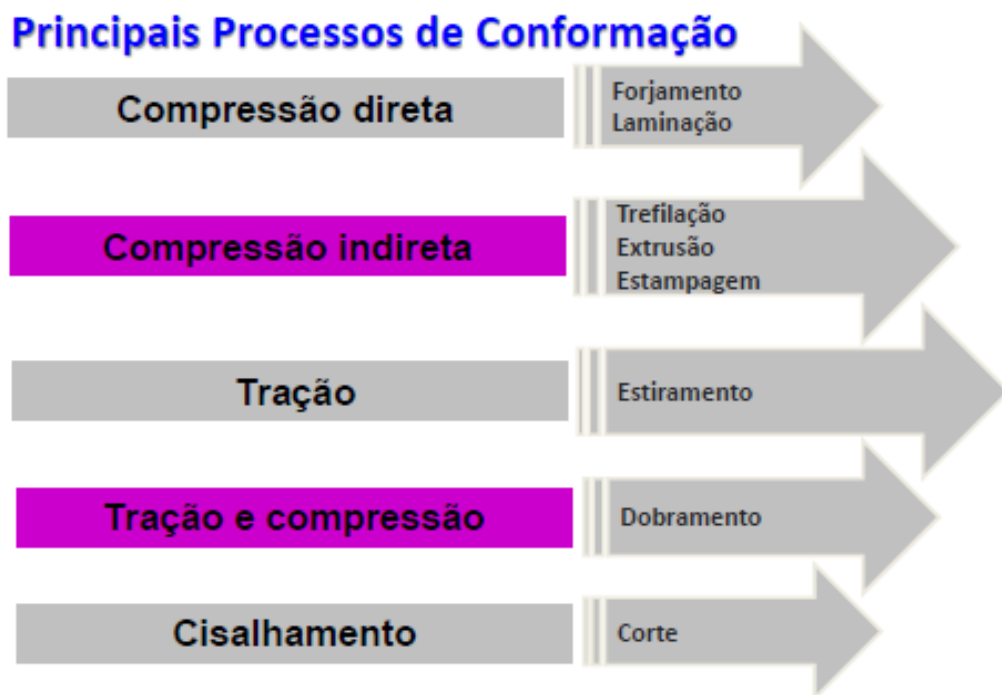
O processo de eletroerosão por penetração é classificado como um processo de usinagem e seu uso está bastante difundido nas empresas de metalmeccânica. Seu princípio está baseado na remoção de material por ação térmica (microfusão) oriunda do carregamento elétrico não estacionário entre a peça que será trabalhada e o eletrodo, que ficam separados por um fluido dielétrico (não conduz corrente elétrica). Seu emprego se dá para fabricação em: materiais de elevada dureza (metal-duro, ligas metálicas com alta dureza); pequena quantidade de peças de geometria complexa; ferramentas para conformação complexa; moldes permanentes para fundição; e ferramentas para injeção de plástico. Como variação dessa tecnologia, desenvolveu-se a que emprega como eletrodo um fio metálico. Sua aplicação se volta para produção de peças vazadas, ou contornos externos em materiais similares aos da eletroerosão por penetração e corte de materiais de elevada dureza. A otimização atual desses processos especiais de usinagem é obtida por meio de softwares do tipo CAM (*Computer Aided Manufacturing*), que permitem a

obtenção dos melhores parâmetros de ajuste para o processo, simulado antes da execução real e que envia os dados diretamente ao equipamento atualmente equipados com sistema CNC.

### Processos de conformação mecânica

Denominam-se processos de conformação mecânica ao conjunto de processos industriais empregados na construção de elementos de máquinas ou equipamentos industriais, por meio dos quais a obtenção de novas formas geométricas se dá através da aplicação de esforços mecânicos nos materiais em estado sólido, porém sem remoção de material, com o uso de ferramentas que condicionam os materiais com base na propriedade de deformação plástica dos metais. Isto garante a esses processos uma elevada eficiência no aproveitamento de matéria prima, com redução de desperdícios dos materiais, o que é especialmente válido para os processos de deformação na massa, mas nem sempre para os processos de deformação na chapa.<sup>50</sup>

A Figura 13 representa os processos de conformação mais utilizados nas empresas de metalmeccânica, com base numa classificação a partir dos esforços principais de conformação.



**Figura 13: Processos de Conformação Mecânica e os Esforços Predominantes**

Fonte: Elaboração própria.

Juntamente com a fundição, a usinagem e a soldagem, constitui-se no núcleo central de processos fabris do setor metalmeccânico, sendo a conformação mecânica dos metais a mais antiga

<sup>50</sup> Essa é uma das formas de classificação dos processos de conformação mecânica ou, como também são designados, de deformação plástica – adotada na obra de Rodrigues e Martins (2010).



e que se confundiu com estágios da evolução humana (RODRIGUES & MARTINS, 2010).<sup>51</sup> Na Figura 13, os retângulos indicam os principais tipos de esforços mecânicos a que são submetidos os materiais e, no interior das setas, são indicados os processos de conformação mecânica onde predominam tais esforços.

A tecnologia de conformação utiliza a propriedade de deformação plástica dos metais para obtenção das formas desejadas. Assim, para cada tipo de processo há um grupo de materiais metálicos mais adequados para serem conformados, conforme o conjunto de suas propriedades mecânicas.

Os principais produtos que se obtêm em cada processo são:

- Forjamento: barras de seção circular e retangular; peças diversas acabadas e semiacabadas (para posterior usinagem); elementos estruturais em veículos; partes de sistemas de transmissão (motores, freio, embreagem etc.);
- Laminação: placas; chapas finas e grossas; e folhas metálicas; tubos sem costura; barras de seção circular e retangular; perfis diversos (por exemplo: trilhos ferroviários);
- Trefilação: barras; arames e fios máquina; tubos sem costura;
- Extrusão: perfis de seção transversal diversificada; tubos sem costura;
- Estampagem (embutimento): embalagens de aço; peças diversificadas produzidas a partir de chapas e folhas metálicas para uso em eletroeletrônica, montagem de painéis, na fabricação de móveis etc.; domos, formatos côncavos e convexos diversos para uso industrial; partes veiculares (portas, colunas, para-choques, paralamas etc.);
- Estiramento: embalagens de alumínio (latas); cartuchos de projetis;
- Dobramento/curvamento: peças calandradas; perfis dobrados ("U", "I"); chapas dobradas; tubos curvados e perfilados; molas;
- Corte: nos materiais metálicos (e outros materiais), em geral como etapa inicial de fabricação das peças; diversificada gama de peças a partir de chapas;

Há uma mudança de perspectiva em termos da posição relativa dos processos de conformação entre os demais do setor metalmeccânico, seja em função da busca de redução de custos, seja pela crescente exigência de redução de rejeitos, maior compatibilidade com a manutenção do meio ambiente, que se pode resumir sob a denominação de busca de maior sustentabilidade para as empresas que utilizam os processos de conformação como centrais de suas atividades produtivas.

---

<sup>51</sup> Na pré-história, a idade dos Metais sucedeu à idade da pedra. Há referências à fabricação de objetos artísticos, religiosos e ferramentas forjados por martelamento em cobre, ouro e prata recolhidos e trabalhados por golpes no estado em que os encontravam na natureza (RODRIGUES & MARTINS, 2010).

Antes, esses processos eram utilizados pelas empresas para obtenção de produtos semi-acabados, peças que, internamente, passariam ainda por outros processos de acabamento. Isto vem se modificando, com a crescente obtenção, por meio dos processos de conformação mecânica, de peças prontas para consumo pelas empresas a jusante da cadeia produtiva e por consumidores finais, sem a necessidade de operações de acabamento.

Como vantagens, advindas das novas tecnologias de deformação plástica na massa, Rodrigues e Martins (2010) apontam:

- ganhos em produtividade;
- baixos custos de produção para média/alta produção;
- excelente aproveitamento de matéria prima;
- possibilidade de ajuste da qualidade do produto final à função a desempenhar;
- ampliação da gama de fabricação em peso, desde peças de um grama até uma tonelada;
- possibilidade de uso de ampla gama de materiais ferrosos e não-ferrosos.

Assim, por exemplo, o estado da arte no forjamento aponta para o forjamento de precisão, visando à produção de peças com acabamento que possa reduzir parcialmente ou totalmente operações posteriores de acabamento. Tem sido usado, crescentemente, modernas técnicas de projeto e concepção de ferramentas, com base na simulação numérica por elementos finitos. Outros desenvolvimentos tecnológicos recentes são os processos de deformação plástica incremental e a deformação plástica de microcomponentes, que se caracterizam por apresentarem pelo menos duas dimensões na faixa dimensional submilimétrica (RODRIGUES & MARTINS, 2010).

Como na usinagem, é crescente o uso de novas tecnologias de controle e automação do processo fabril com o uso de comando numérico computadorizado, que equipa as prensas mais modernas utilizadas nos processos de estampagem e estiramento, por exemplo, bem como as etapas desses processos são integradas por meio de sistemas automatizados de controle com uso de controladores lógicos programáveis (CLP), com a comunicação operador-equipamento facilitada por interfaces homem-máquina (IHM) digitais e outros dispositivos eletroeletrônicos de automação fabril (sensores, encoders, inversores de frequência etc.). A gestão das linhas de produção pode ser realizada a distância, por sistemas computadorizados, que se comunicam com as linhas – e estas entre si – por protocolos padronizados de comunicação (profibus, ethernet IP, mechatrolink). Tais avanços, advindos dos desenvolvimentos da microeletrônica e das tecnologias da informação e comunicação permitem a integração dos vários dispositivos de automação e controle do processo, podendo, em muitos casos, realizar as correções necessárias remotamente.

Um exemplo de sistema integrado de fabricação por conformação mecânica são as linhas de produção de latas de pescado. A Figura 14 apresenta uma linha que produz, em duas operações consecutivas e integradas, os corpos estampados das latas. Nesse caso, a representação ilustra o processo de fabricação com ferramenta simples (apenas um corpo por golpe da prensa), mas, o conjunto permite o uso de ferramenta múltipla de estampagem (vários corpos por golpe da prensa), o que permite ampliar-se a produtividade do processo produtivo. O comando do curso da folha metálica é feito por meio de sistema com comando numérico computadorizado (CNC) que ajusta o curso de avanço a cada golpe de estampagem, para manter as distâncias padronizadas de corte entre corpos consecutivos, mantendo a cadência entre a alimentação da folha da estampagem (item 1) e a primeira estampagem (item 2). E, a partir daí todo o movimento do corpo segue guiado no transportador (item 3), que mantém sincronização perfeita com a prensa de reestampagem e aparar da borda do corpo (item 4). Finalmente, o corpo pronto é movimentado para fora da segunda prensa pelo transportador de saída (item 5), encaminhando para uma mesa de embalagem ou paletizador de corpos (não mostrados na figura).

1- Alimentador de folhas metálicas

2- Prensa de estampagem – 1ª operação

3- Transportador intermediário

4- Prensa de reestampagem e de aparar a borda da lata.

5- Transportador de saída



**Figura 14: Linha de Produção de Latas de Pescado – Produção do corpo estampado**

Fonte: Soudronic AG. Disponível em: < <http://www.soudronic.com/2-piece-can-production/overview>>. Acesso em 22 dez. 2015.

Em termos analíticos, o desenvolvimento da conformação mecânica, atualmente, decorre de uma abordagem multidisciplinar, a partir da contribuição de conhecimentos oriundos de diversos campos da engenharia: ciência/engenharia dos materiais, tecnologia de ferramentas, máquinas-ferramenta e automação; tribologia; gestão industrial; ciência e engenharia da computação; teoria da plasticidade; e termodinâmica e mecânica dos fluidos.

Assim, o caminho percorrido nos estudos analíticos na conformação levou ao uso crescente de programas que empregam métodos numéricos, capazes de obter previsões teóricas

em peças genéricas a partir do padrão multidisciplinar na conformação mecânica. Nesse caso, o estado da arte para o estudo, projeto e delineamento de peças e ferramentas para a conformação mecânica está baseado nas técnicas de simulação numérica destes processos com base no método dos elementos finitos, em desenvolvimento desde meados da década de 1970 (RODRIGUES & MARTINS, 2010).

Apesar de todos os avanços, prevalece a mesma sistemática de produção na tecnologia de estampagem: prensas e ferramentas (conjunto punção-matriz). Uma perspectiva nova surgiu em 1999, com o desenvolvimento de um processo por conformação magnética de folha. Trata-se do processo desenvolvido pelo grupo de pesquisadores liderados pelo doutor Glenn Daehn, da universidade de Ohio, nos Estados Unidos. Por esse processo, a deformação do material se dá pela aplicação de impulso e alta velocidade para a conformação de folhas metálicas. Na verdade, estão em desenvolvimento vários métodos de conformação por impulso: por pulso eletromagnético; por atuador de vaporização de folha; por laser pulsado. O aspecto mais original é a busca de redução dos equipamentos para a conformação, aliada à redução substantiva de tempo de processamento e a versatilidade de atendimento ao mercado consumidor, que visa criar um novo conceito que denominam de '*Agile Sheet Metal Forming*', que guarda similaridade temática com a *lean manufacturing*, porém com o foco recaindo sobre a mudança dos métodos de fabricação para reduzir o lead time por meio da redução de trocas de ferramentas e do alinhamento entre elas, além de redução dos ajustes nos processos devido a mudança de forma do ferramental.

Na verdade, as pesquisas são bem mais amplas, envolvendo desenvolvimentos de aplicações diversas. Foram agrupadas sob a designação de – numa livre tradução – 'conformação por impulso' (originalmente: *impulse-based metalworking*), uma vez que esta tecnologia deriva para outros processos, como um processo de soldagem por impulso, o corte de folhas metálicas, a união e a melhor manutenção da forma das peças estampadas (redução do retorno elástico). Tais pesquisas representam avanços que podem gerar impacto econômico sobre diversos setores a jusante do setor metalmeccânico. A ênfase da pesquisa recai sobre a indústria automobilística, que financia tais pesquisas.<sup>52</sup>

Já nos processos de corte, há uma diversidade de tecnologias empregadas: por cisalhamento; por ação térmica; por jato d'água; por laser; e por eletroerosão. No corte por cisalhamento, a operação é feita por meio de ferramentas fixadas em prensas (corte por puncionamento). A produtividade nos sistemas de corte tem sido ampliada pela adoção de dispositivos de troca rápida de ferramental nos equipamentos (Puncionadeiras), aliado à versatilidade de ajustes das dimensões de chapas pelo uso de comando CNC nos equipamentos e da automação dos processos com uso de CLPs.

---

<sup>52</sup> Fonte: < <https://iml.osu.edu/impulse-based-metalworking>>. Acesso em 22 dez. 2015.

A eletroerosão já foi apresentada no item sobre usinagem e os demais processos são apresentados no item sobre o processo de soldagem.

Encerrando estas considerações sobre os processos de conformação mecânica de metais, é importante registrar que, apesar desses processos virem evoluindo desde a pré-história, Rodrigues e Martins (2010) assinalam a década de 1960 "como a da construção dos alicerces da moderna tecnologia da deformação plástica" (RODRIGUES & MARTINS p. 55) e, mais recentemente ainda, esses autores registram o final do século XX como o do advento da mudança de metodologia de análise dos processos de deformação plástica, que migraria dos métodos da fatia elementar e do limite superior para o método dos elementos finitos como principal técnica analítica.

### **Metalurgia do pó**

A metalurgia do pó é uma tecnologia metalúrgica que transforma pós metálicos, ligas metálicas e não metais em peças resistentes sem passar pelo estado de fusão do material, utilizando para fabricação calor e pressão. É uma tecnologia de origem antiga, do século XIX, com crescente aplicação a partir da segunda guerra mundial. O método consiste na obtenção do pó; a compactação na cavidade do molde, feita em prensa; a prensagem do pó no molde; e a sinterização do material compactado por meio de aquecimento, sob tempo, temperatura e ambiente controlados.

Obtém-se por esse método um produto com bom acabamento, com a forma desejada e com suas propriedades bem controladas. Pode passar posteriormente por outras operações antes de sua apresentação final para uso, como sofrer tratamento térmico e usinagem. Um dos pontos marcantes da tecnologia é a capacidade de controle granulométrico e de controle da porosidade, o que tem permitido uma larga faixa de aplicação industrial das peças obtidas por este processo fabril. Assim são produzidos os insertos ou pastilhas metálicas (conhecidas como pastilhas de metal duro, carbonetos metálicos de tungstênio [W], titânio [Ti], tântalo [Ta] ligados ao cobalto) utilizadas atualmente como ferramentas de corte nos processos de usinagem; peças resistentes ao desgaste em aplicações diversificadas; brocas para perfuração de rochas; brocas de usinagem; fresas de topo; elementos filtrantes; mancais autolubrificantes; peças estruturais (uso automotivo, 'linha branca' etc.). Os avanços dessa tecnologia envolvem a tecnologia de revestimento das peças, que lhes confere maior resistência à abrasão, com melhoria na redução do atrito em trabalho e, com isso, um aumento substancial da vida das ferramentas e peças sujeitas ao desgaste.

## Soldagem

A soldagem é o mais importante processo de união de metais, cuja terminologia abrange diversos processos. O Quadro 2 resume esses processos de soldagem por fonte de energia, algumas características de processo e por campo de aplicação.

Processo de Soldagem	Fontes de Calor	Modo de Operação Características de Processo	Aplicações
Eletrodo Revestido	Arco Elétrico	Manual. Vareta metálica recoberta por camada de fluxo.	Soldagem em geral de quase todos os metais, exceto cobre puro, metais preciosos, reativos e de baixo ponto de fusão.
Arame Tubular	Arco Elétrico	Semiautomático ou automático. O fluxo está contido dentro do arame tubular.	Soldagem de aço carbono de baixa e alta com espessura $\geq 1$ mm. Chapas, tubos etc.
Arco Submerso	Arco Elétrico	Automática/mecanizada ou semiautomática. O arco abre sob uma camada de fluxo granular.	Soldagem de aço carbono de baixa e alta com espessura $\geq 10$ mm. Posição plana ou horizontal de peças estruturais, tanques, vasos de pressão etc.
MIG/MAG	Arco Elétrico	Semiautomática ou automática/mecanizada. O arame é sólido.	Soldagem de aço carbono de baixa e alta, não ferrosos com espessura $\geq 1$ mm. Chapas, tubos etc. em qualquer posição.
TIG	Arco Elétrico	Manual ou automática. Eletrodo não consumível de tungstênio. O arame é adicionado separadamente.	Soldagem de todos os metais, exceto Zn, Be e suas ligas; não-ferrosos e aço inox. Espessura entre 1 e 6 mm. Passes de raiz de soldas em tubulação.
Plasma	Arco Elétrico	Manual ou automática. O arame é adicionado separadamente. Eletrodo não consumível de tungstênio. O arco é constrito por um bocal.	Todos os metais importantes em engenharia, exceto Zn, Be e suas ligas, espessura até 1,5 mm. Passes de raiz.
Laser	Feixe de Luz	Soldagem automática. Não usa, em geral, metal de adição. Permite uma elevada concentração de energia.	Solda de todos os metais, exceto nos casos de evolução de gases ou vaporização excessiva. Indústria automobilística, aeroespacial e nuclear.
Oxigás	Chama oxiacetileno	Manual. Arame adicionado separadamente.	Soldagem manual de aço carbono, Cu, Al, Zn, Pb e bronze. Soldagem de chapas finas e tubos de pequeno diâmetro.

**Quadro 2: Processos de Soldagem por Fusão**

Fonte: Adaptado de Marques *et al.* (2009).

A Associação Americana de Soldagem (*American Welding Society – AWS*) a conceitua como o "processo de união de materiais usado para obter a coalescência (união) localizada de metais e não-metais, produzida por aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a utilização de pressão e/ou material de adição".

Os principais processos utilizados industrialmente na metalmeccânica são os de fusão: com fonte de energia por arco elétrico; por feixe de luz; e por chama oxigás.

Um dos desafios tecnológicos está relacionado ao desenvolvimento de materiais de adição que acompanhem a entrada em uso de novos materiais de alta resistência – aços e ligas não-ferrosas – para possibilitar manter as propriedades almejadas, uma vez que estas são afetadas na junta soldada pelos fenômenos termo metalúrgicos envolvidos.

Outra crescente via de melhoria dos resultados, desde o projeto de uniões soldadas, definição do processo de soldagem até as condições ideais de execução da operação, é a utilização de simulação computacional para a análise da operação (simulação térmica e estrutural), com uso do método de elementos finitos. Isso agrega-se à outra vertente de modernização dos processos de soldagem a nível mundial: a crescente utilização de operação de soldagem por métodos automatizados e com a introdução de robôs de solda (por pontos e a arco), em substituição aos soldadores. De fato, considerando como parâmetro a indústria automobilística, principal consumidor de robôs industriais, todas as grandes montadoras de automóveis já utilizam esta modalidade de automação fabril.<sup>53</sup>

Na indústria automotiva a maioria dos robôs são equipados com dispositivos de solda por pontos. Ultimamente, a soldagem a arco tem ampliado popularidade, com o desenvolvimento de melhores softwares dedicados e da maior versatilidade dos sistemas robóticos – robôs articulados de seis eixos e dispositivos de fixação de peças, que acrescentam também mais graus de liberdade (articulação) ao conjunto de soldagem (IIW, 2012).

Outras áreas-chave de desenvolvimento da tecnologia de soldagem são: soldagem de materiais dissimilares (p. ex. aço-alumínio); e novos processos de soldagem – por fricção, impulsos magnéticos, costura de calor condutiva, soldagem a laser híbrida. Para além do setor metalmeccânico mais *stricto* (no caso desta tese), a soldagem por feixe de laser já é aplicação prática na indústria automotiva e aeroespacial. Muitas outras áreas de desenvolvimento estão envolvidas com a tecnologia de soldagem, como a área de saúde e segurança do trabalho, formação de mão de obra para a atividade, qualificação e certificação de pessoal e empresas (IIW, 2012).

### **Manufatura aditiva**

A manufatura aditiva ou impressão 3D vem se desenvolvendo desde a década de 1980, com o surgimento da tecnologia de fabricação por estereolitografia. Trata-se de um processo de impressão dos objetos a partir da deposição por camadas sucessivas, que tem como principais características a flexibilidade e a capacidade de gerar peças com geometrias complexas, de difícil

---

<sup>53</sup> A General Motors (GM) foi pioneira no uso de robôs industriais em 1961 e instalou os primeiros robôs de soldagem por pontos em sua fábrica de montagem de Lordstown em 1969. Com isso, mais de 90% das operações de soldagem da carroceria foram automatizadas contra 20 a 40% nas plantas fabris tradicionais de então (IFR, 2012).

obtenção por outros processos. Além disso, é cada vez maior a variedade de materiais e rotas tecnológicas que derivaram da tecnologia inicial. Pode-se depositar um único material ou vários para a mesma peça. A partir da década de 2000 a tecnologia registrou um maior desenvolvimento, possibilitado pelo uso de novos materiais e das novas facilidades que a microeletrônica proporcionou.

Denominada inicialmente de prototipagem rápida, era utilizada para agilizar as provas de conceitos – com a geração mais veloz de protótipos – em projetos de novos produtos, mas hoje já está sendo utilizada em muitas áreas diferentes, da indústria automotiva à aeroespacial e na área médica e odontológica não apenas como protótipos, mas como produto final. A Sociedade Americana para Ensaio e Materiais (ASTM, sigla em inglês) alterou a denominação para ‘manufatura aditiva’, a fim de englobar, de forma ampla, a filosofia de manufatura e as diferentes tecnologias desenvolvidas (EESC, 2014).

Há atualmente muitas vertentes da tecnologia que se desenvolvem com esse princípio conceitual, sendo quatro mais destacados: *Fused Deposition Modeling* (FDM), que utiliza filamentos de polímeros como matéria-prima; a *Stereolithography Apparatus* (SLA), que utiliza luz ultravioleta para curar resinas líquidas; e a *Selective Laser Sintering* (SLS),<sup>54</sup> que gera objetos 3D, a partir de materiais granulados de plásticos, cerâmicas e metais. Este método tem sido considerado dos mais comuns na busca de desenvolvimento de um processo de manufatura rápida que dê vantagens competitivas às empresas nos países de mais alta renda frente à competição global com fabricantes de outros países, bem como frente à busca dos consumidores por produtos mais individualizados, de menor custo, porém de alta qualidade (BREMEN *et al.*, 2012).

Trata-se de uma tecnologia emergente do ponto de vista de sua utilização industrial com muitas rotas tecnológicas de desenvolvimento. É uma tecnologia que cria uma inversão conceitual no processo industrial, uma vez que não se trata de limitar o processo de idealização e projeto de componentes ou máquinas aos processos de fabricação existentes, mas a tendência é que essa tecnologia seja capaz de permitir que o processo de fabricação se 'adapte' ao projeto almejado.<sup>55</sup>

A partir dos anos de 1990, com a abertura da economia brasileira, a globalização e a internacionalização das cadeias produtivas, a empresa industrial brasileira, devido ao protecionismo em que se desenvolvia, apresentava, em geral, alto grau de ineficiência dos processos produtivos e baixo grau de inovação.

---

54 Também denominada de *Selective Laser Melting* (SLM) como tem sido adotado na Alemanha e desenvolvido nos Institutos Fraunhofer para Tecnologia Laser (ILT) (<<http://www.ilt.fraunhofer.de/>>. Acesso em 16 dez. 2015).

55 Parte das informações foram obtidas no *site* 'Inovação Tecnológica', que se propõe a divulgar "tudo o que acontece na fronteira do conhecimento" (subtítulo do *site*). (<<http://www.inovacaotecnologica.com.br>>)



Por aquela conjuntura e por condicionantes, como a crescente exigência de certificações dos seus sistemas de garantia de gestão da qualidade e de gestão ambiental dos negócios (como os preconizados com base nas normas ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, respectivamente),<sup>56</sup> a empresa industrial viu-se pressionada a considerar, de forma estratégica, o ambiente de mudança tecnológica em que se encontra inserida, buscando não só maior capacitação para absorver novas tecnologias de produto e processo, como também de adequação de toda organização à nova realidade de competição nos mercados em que atua. A seguir, são analisadas as principais tecnologias organizacionais utilizadas pelas empresas industriais no mundo, num cenário de busca continuada por vantagem competitiva, não apenas no 'chão de fábrica', como por toda a organização.

### **Avanços na organização das operações industriais: tecnologias<sup>57</sup> de gestão**

O aspecto organizacional das operações industriais é um dos pilares sobre o qual se assenta a administração da empresa industrial, sendo, assim, elemento fundamental para a estratégia competitiva das empresas. Aqui, portanto, se faz uma análise das mais difundidas e utilizadas filosofias de gestão, muitas vezes traduzidas nos sistemas de gestão em uso nas empresas industriais de manufatura, nas rotinas das suas divisões, departamentos, nos processos fabris e que, assim, não só atendem ao desenvolvimento dos processos produtivos de *per se*, mas norteiam a operação das empresas, desdobrando os planos estratégicos intra e extrafirma, aplicando-se também, e cada vez mais, à interação com as cadeias produtivas das quais fazem parte.

Aqui são apresentadas as características gerais e os contextos de aplicação em que se pode obter melhores resultados de tais modelos de gestão organizacional, partindo-se do pressuposto de que não existe o sistema 'ótimo', mas que toda organização trabalha no sentido da otimização de seus processos. Assim, as tecnologias organizacionais apresentadas a seguir são consideradas (ou se deseja que sejam) 'otimizantes' das operações fabris, porém passíveis de constante melhoria na sua abordagem prática e teórica.

Outro pressuposto, reforçado por especialistas em gestão de operações consultados, é que não se pode ficar preso a um sistema de gestão apenas, pois este não cobre todas as especificidades das atividades produtivas. Antes, é interessante utilizar um sistema híbrido, que

---

56 ISO é o nome que designa a *International Organization for Standardization* (<http://iso.org/iso/home.html>), entidade responsável pela normalização técnica de caráter internacional, que é representada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), reconhecida como único Foro Nacional de Normalização (Resolução nº 07 – CONMETRO, de 24/08/1992), fornecendo, portanto, a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro.

57 O termo 'tecnologia', no sentido alargado, envolve aspectos tecnológicos e organizacionais.

capture os melhores aspectos de cada tecnologia de gestão, capazes de melhorar a performance operacional da empresa.<sup>58</sup>

Um marco conceitual, que elevou as preocupações com toda a estrutura das operações de produção nas empresas, foram as seminais contribuições de Leibenstein (1966) e de Skinner (1969). A contribuição de Leibenstein foi com relação à elaboração da Teoria X, a partir do conceito da eficiência 'X', relacionada a aspectos comportamentais dos indivíduos nas empresas, que justificam resultados diferentes no uso dos fatores de produção em empresas de um mesmo setor, que fazem uso dos mesmos fatores. A ação discricionária dos indivíduos seriam a variável-chave para as possíveis ineficiências não alocativas.

Já a contribuição de Skinner, em seu artigo, considera fundamental elevar ao nível estratégico das corporações a manufatura industrial. Nesse artigo, Skinner justificava os motivos que estariam levando à perda de competitividade da indústria americana. Em sua análise, o fator principal para isso era o status meramente operacional da manufatura, que deveria receber tratamento mais estratégico, dado que: primeiro, envolvia, em geral, a maior parte dos recursos financeiros e humanos investidos pelas empresas e os resultados de suas atividades impactava diretamente os resultados empresariais; segundo, a inércia que existia nos investimentos em recursos físicos, em termos dos tempos decorridos da tomada de decisão de investir e sua concretização, um impacto que seria sentido, em geral no longo prazo; terceiro, argumenta Skinner que decisões em operações, uma vez tomadas, são de difícil reversão e de alto custo, exercendo influência de longo prazo nos resultados das empresas, chegando a décadas; e quarto, ele argumenta no sentido de que as decisões tomadas numa determinada direção estratégica impacta sua competitividade futura nos mercados. Assim, a forma como se decide competir nos mercados no futuro deve ser o ponto de partida para a concepção e o gerenciamento das operações manufatureiras no futuro.

O que fica mais patente é que o conjunto de recursos de uma empresa não é igual ao de outra e os resultados esperados não devem ser os mesmos, dado que a alocação desses recursos depende de ações de indivíduos, portanto, envolvem um nível de complexidade e de endogeneidade que não cabe numa simples função de produção. A premissa do caráter estratégico das decisões nas empresas fica mais evidente e a importância do fator organizacional para o resultado da empresa.

Aqui fica delineado o aspecto estratégico a que se elevou a manufatura, passando a ser foco de ações mais planejadas e alinhadas com toda a estratégia corporativa. A partir da década de

---

58 Esse entendimento tem sido colocado, desde o início da década de 2000, por Eduardo Jardim (COPPE-UFRJ), Ricardo Costa (INT) e por Henrique Corrêa (FGV-EEAESP), com os quais o autor da tese esteve ao participar de curso de especialização em engenharia de produção ministrado por eles; ainda a partir das obras de Corrêa (2003; 2006) e da obra inédita de Costa e Jardim (2015).

1970 e nas seguintes (1980, 1990) foi crescente a preocupação com a pesquisa em estratégia de operações, com contribuições na literatura sobre administração de negócios, administração da produção e de serviços (HAYES & WHEELWRIGHT, 1984; SLACK, 1991). A literatura atual da área de gestão de operações e serviços, de modo geral já incorporou esse tratamento à manufatura (SLACK *et al.*, 2002; CORRÊA & CORRÊA, 2006; COSTA & JARDIM, 2015).

Como quadro descritivo do desenvolvimento e do estado da arte dos sistemas de gestão de manufatura industrial (não se restringem à metalmeccânica), foi utilizada a abordagem de Corrêa (2003) em sua descrição sucinta da história da gestão de produção e operações. E, caracterizando cada uma das filosofias de gestão que estão hoje no centro das operações industriais, utilizou-se o trabalho ainda inédito de Costa e Jardim (2015), bem como o livro de Slack *et al.* (2002) e Corrêa e Corrêa (2006). O Anexo 1 apresenta uma sequência de marcos no campo do desenvolvimento da área de gestão de operações, a partir do século XX, com base em Corrêa (2003).

O século XX começou sob o paradigma da intercambialidade de peças, um desenvolvimento originado no fim do século XVIII na então nascente indústria norte americana,<sup>59</sup> sendo incorporado à novel indústria que moldaria grande parte dos avanços tecnológicos industriais dos anos 1900: a indústria automotiva, que tem um marco no carro padronizado por Henry Ford – O Ford modelo "T". Em 1913, Ford lança o método de montagem fabril que elevou exponencialmente a escala produtiva das empresas de produção seriada e que se transformou no paradigma dos sistemas produtivos industriais de fabricação ou montagem seriada: a linha de montagem móvel, originando o vetor de desenvolvimento da produção em massa.

Na área de produção por projetos, a tecnologia do acompanhamento gráfico das etapas é desenvolvida com o advento do 'Gráfico de Gantt', que perdura até os dias atuais como um método eficiente de desdobramento das atividades e que foi complementado apenas na década de 1950, com os métodos PERT/CPM e, mais recentemente pela metodologia de 'gestão de projetos', na década de 1990.

Voltando ao vetor de tecnologias de gestão de processos produtivos, o advento da produção em massa moldou uma filosofia de produção e gestão industrial baseada na divisão do trabalho, na otimização da forma de execução de cada etapa dos processos fabris e na separação da função gerencial da função operacional. Esse modelo, que se tornaria o padrão para a competitividade em escala, passou a ser denominado de 'paradigma fordista' de produção. Foi, porém, sendo antagonizado por outro sistema de produção, que foi gradualmente se desenvolvendo desde a década de 1940.

---

59 Dos esforços de Eli Whitney, inventor e empresário norte americano (CORRÊA, 2003, p. 23-26) ao 'American System of Manufacture' (ASM), desenvolvido no século XIX.

Esse novo sistema, que se transformaria num novo paradigma de produção industrial, teve origem no Japão, pós Segunda Grande Guerra, com o desenvolvimento das tecnologias que se fundamentavam na redução do tempo nos processos (encurtar o tempo do pedido à entrega ao cliente), tomando como princípio a eliminação do desperdício, que foi construindo uma forma diferenciada de gestão do sistema produtivo.

Tratava-se de mudar a forma como se produzia em série com eficiência igual ou superior ao do modelo 'fordista': novos modos de organização das linhas de produção (células em "L" e "U"); desdobramento gradativo da função qualidade, como elemento fundamental em cada etapa do processo produtivo, visando evitar a propagação dos erros e custos de reparação-retrabalho; altas taxas de redução dos tempos com *set ups* para trocas de ferramentas e de preparação das linhas para a manufatura de outros produtos.

### **Filosofias de gestão – *Just In Time* (JIT) e o *Lean Thinking***

Gradualmente, o conjunto de mudanças no modo de estruturar a produção das peças e de montar subconjuntos e todo o veículo automotivo moldou um conjunto de técnicas diferenciadas e que se interrelacionavam. O impacto das mudanças teve alcance muito além do chão de fábrica, originando uma filosofia de gestão com o princípio da redução dos *lead times* a partir do foco na redução sistemática dos desperdícios (tudo o que não agrega valor para o cliente). Avançou para toda a empresa, repercutindo no modo de gerir todos os processos: fabris, administrativos, de compra e venda, de estocagem (da matéria-prima ao produto final). Mudou a concepção mesma de como o processo é acionado: de um processo 'empurrado' – baseado na oferta dos produtos fabricados – para um processo que nascia da demanda real de cada cliente – uma produção 'puxada'.

Inicialmente conhecida a partir de sua concepção fundamental na Toyota Motors Co. (pelo gerente de produção Tahiiichi Ohno), na década de 1970 tornou-se mundialmente conhecida e estudada sob a denominação de sistema de produção '*Just in Time*' (JIT),<sup>60</sup> passando de uma tecnologia de gestão da produção para se caracterizar como uma filosofia gerencial de toda a empresa. Sua 'ocidentalização', que já era visível na denominação inglesa, foi amplificada pelo trabalho de Womack *et al.* (1991): *The machine that changed the world*. E a concepção 'enxuta' tomou corpo, como uma forma de pensamento sistêmico para a administração de todas as áreas das empresas, o que, em termos de literatura na área de administração das operações fabris e de negócios foi conceituado como 'pensamento enxuto' ou *Lean Thinking* (WOMACK & JONES, 1996).

---

60 Ou ainda, 'Sistema Toyota de Produção'.

O que se verifica atualmente no mundo é a vigência ainda de padrões do 'paradigma fordista' de produção, que se mostraram adequados a diversos contextos produtivos caracterizados por produção em larga escala, com atividades repetitivas e com modelos de automação rígidos (linhas de produção dedicadas), com a adoção de nova sistemática de organização produtiva, baseada numa crescente busca de atendimento mais customizado, sem perder os ganhos de qualidade e produtividade (CORRÊA, 2006; COSTA & JARDIM, 2015).

O novo paradigma, cunhado de 'Toyotismo', ou ocidentalizado como 'pensamento enxuto', tem premissas distintas para a busca desejada da otimização dos processos fabris:

- redução perene dos desperdícios com base na análise sistemática das perdas em tempo nas operações (muito além do chão de fábrica, atingindo todos os processos organizacionais das empresas);
- foco no cliente e na sua plena satisfação, o que deslocou o sistema de produção da oferta de bens e serviços, para ir ao encontro da demanda efetiva do cliente;
- a necessidade do cliente torna-se o elemento que dispara todos os demais processos, desde a concepção do produto/serviço até a sua efetiva entrega;
- Ainda a partir da necessidade do cliente se forja a atual estratégia de produção denominada de 'produção *lean*' (*Lean production, lean manufacturing*), enxuta em todos os sentidos, de otimização continuada e que tem seu foco no atendimento das prioridades identificadas no modelo concorrencial que foi se forjando no mercado.

Assim, durante os anos de 1970-80, cresceu e se consolidou a filosofia JIT e esta se difundiu mundialmente. Os ganhos de eficiência foram notórios, o que consagrou o JIT como tecnologia organizacional a ser adotada nas empresas industriais manufatureiras. Seu campo de aplicação pode ser analisado por diversas perspectivas, do ponto de vista das operações fabris:

- considerando a habilidade do sistema de lidar com ambientes de complexidade, no binômio nível de complexidade das estruturas de produtos versus de roteiros de produção, Voss e Harrison (1987 *apud* SLACK et al., 2002) apontam a maior aplicabilidade do JIT para a produção de produtos com estruturas mais simples e roteiros muito repetitivos. A medida que a complexidade da estrutura de produto aumenta, caminha-se para a recomendação de controle pelo uso de sistemas computadorizados de planejamento das necessidades de materiais (sistemas MRP). E em casos mais complexos ainda, como nos projetos de grande porte (construções navais por exemplo), os autores indicam que o melhor sistema de gestão de rede como o PERT (*program evaluation and review technique*).
- considerando a combinação de volume versus variedade de produtos e a capacidade do sistema de indicar a melhor decisão para o controle de mix, Slack (2002) indica, por

meio de uma matriz, que o JIT é mais indicado para os ambientes de produção onde o nível de controle necessário nos processos é de médio e baixo nível de controle, combinado com médio a alto volumes de produção e de média a baixa gama de variedade de produtos a serem produzidos.

### **Filosofias de gestão – Teoria das Restrições (ToC – Theory of Constraints)**

Uma outra abordagem em gestão de operações, desenvolvida por pesquisadores israelenses, nos anos de 1960, evoluiu a partir de uma construção lógica centrada na análise da capacidade produtiva e dos fluxos processados por esta capacidade. Denominada de 'Teoria das Restrições', tem origem no conceito OPT (Optimized production technology), técnica de gestão produtiva que busca 'otimizar' a tomada de decisão no planejamento da produção, baseada em uma série de procedimentos heurísticos (procedimento simplificador que permita solucionar um problema muito complexo, com base em escolhas de bom senso). A premissa da abordagem é que o objetivo das empresas é 'ganho de dinheiro' e que a manufatura pode contribuir com isso atuando sobre três elementos (CORRÊA & CORRÊA, 2006):

- primeiro, com o aumento do ganho advindo dos materiais que fluem na fabricação e são vendidos (*throughput*). Nessa abordagem, o ganho refere-se ao fluxo de produtos efetivamente vendidos. Os produtos fabricados e não vendidos são estoques indesejáveis;
- segundo, reduzindo-se os estoques (*inventory*). Estes são contabilizados no OPT como o dinheiro gasto com matérias primas, apenas.
- e terceiro, pela redução as despesas operacionais. Essas despesas incluem o valor adicionado pelo trabalho realizado ao longo do processo produtivo, isto é, o dinheiro gasto pelo sistema para transformar estoque (matérias primas) em ganho (produto vendido).

Por esta abordagem, se a empresa simultaneamente aumentar o ganho, reduzir os estoques e as despesas operacionais, estará atingindo os objetivos de: aumentar seu lucro líquido, seu retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa. O ferramental analítico que é usado nesta abordagem de gestão produtiva questiona e nega alguns pressupostos da administração de produção tradicional (então em voga nos anos 1960, 70 principalmente). A tecnologia OPT primeiramente estabelece o interrelação de dois tipos de recursos fabris: os que restringem a capacidade de produção (recursos 'gargalos') e os recursos não restritivos ('não-gargalos'). Recurso, neste contexto é entendido como qualquer elemento necessário à produção do produto (espaço, pessoas, máquinas, instrumentos etc.). Haverá quatro possíveis relacionamentos desses recursos na produção de um produto qualquer: 1- fluxo do 'gargalo' para o não-gargalo; 2- do não-

gargalo para o gargalo; 3- fluxo paralelo dos dois recursos para uma fase de montagem do produto; e 4- acionamento dos dois recursos, como demandas independentes. As demais possibilidades seriam combinações destas relações básicas (CORRÊA, 2006).

A teoria das restrições se baseia em nove princípios e a programação do OPT é subordinada a eles, que são:

- 1- Balanceamento do fluxo e não da capacidade de produção. A tecnologia OPT advoga a impossibilidade de balanceamento de capacidade na maioria das situações reais de produção, cada vez com maior variedade de produtos. Assim, o que deveria ser buscado: um melhor balanceamento de fluxo de produção que atravessa a fábrica, para evitar formação de estoques.
- 2- A utilização de um recurso 'não-gargalo' é determinada por uma restrição do sistema (e. g. um gargalo).
- 3- Entendimento do que seja 'utilização' e 'ativação'. A 'utilização' refere-se ao uso máximo do recurso 'gargalo'. Um recurso 'não-gargalo' só deve ser ativado para garantir plena 'utilização' do recurso 'gargalo'.
- 4- Uma hora ganha num recurso 'gargalo' é uma hora ganha no sistema global. O OPT busca manter o maior lote de produção possível em recursos 'gargalo', para minimizar os *set ups* e aumentando a capacidade de fluxo.
- 5- Uma hora ganha num recurso 'não-gargalo' não é nada, é só uma miragem. Não há ganho efetivo na redução de *set ups* de recursos 'não-gargalo'.
- 6- O lote de transferência pode não ser e, frequentemente não deveria ser igual ao lote de processamento. Isto permite uma substancial redução do tempo total de passagem do produto na fábrica.
- 7- O lote de processamento deve ser variável e não fixo. Este pode variar de operação para operação, definidos pelo método de cálculo do OPT, considerando os custos de carregar estoques, custos de preparação, as necessidades de fluxo dos itens, os tipos de recursos ('gargalo' e 'não-gargalo') etc.
- 8- Os 'gargalos' não só determinam o fluxo do sistema, mas também definem seus estoques. Por serem os limitantes do sistema, os 'gargalos' definem seu fluxo e os estoques são definidos para evitar as flutuações estatísticas no abastecimento dos 'gargalos' pelos recursos 'não-gargalos' que os alimentam.
- 9- A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultânea e não sequencialmente. Os *lead times* são um resultado da programação e não podem ser assumidos *a priori*. Por meio dessa sistemática, o sistema OPT pode programar melhor do que o sistema MRP, por exemplo, a produção na fábrica, uma

vez que faz a programação dos recursos 'gargalos', que têm capacidade limitante, definindo sua ocupação e, a partir daí, calcula todos os *lead times* com mais precisão.

A programação do sistema OPT usa a analogia 'drum-buffer-rope' (tambor-pulmão-corda) para ilustrar o processo. A programação começa no recurso identificado como 'gargalo' ou recurso restritivo crítico (RRC), onde deve ser 'batido o tambor', ou seja, este recurso ditará o ritmo de produção. Ele será carregado totalmente, conforme a demanda de processamento para ele; define-se simultaneamente a melhor sequência de trabalho, com a priorização das atividades, considerando as datas dos pedidos. A seguir, o RRC deve ser protegido de flutuações, com um estoque, neste caso, por tempo de segurança (*'time buffer'*). A seguir se faz a programação e controle dos demais recursos ('não-gargalo'). A analogia da corda representa a chegada de materiais no estoque protetor em sincronia com a admissão de matérias primas no sistema. Para que isso aconteça, o sistema lança mão de um software de programação finita 'para a frente', com ordens que são postas nos recursos, em sequência no tempo, priorizando os recursos críticos ou 'gargalos', visando maximizar o fluxo processado por estes recursos críticos. Há uma combinação de lógicas de programação de capacidade: finita para a frente, programando os gargalos e infinita para trás, nos recursos 'não-gargalos'.

### **Filosofias de gestão – gestão de redes de suprimentos (*Supply chain management*)**

Ao chegar aos anos de 1990, as melhorias de desempenho nas empresas tinham chegado a um ponto em que já não se vislumbrava um ganho de performance dos sistemas de produção com custo marginal de melhoria adequado. As melhorias incrementais possíveis demandavam custo elevado para sua viabilização. Mas cresce a conscientização de que o bom desempenho de uma empresa (um nó) está atrelado ao bom desempenho de outros nós da rede (ou cadeia produtiva) a que pertença.

Assim, começou-se a buscar possibilidades de ganhos substanciais de desempenho entre os nós das redes de suprimento, já que o nível da arte e da técnica no interior de cada nó estava sendo satisfatório. O custo marginal de melhorias incrementais nas ligações entre os elementos de uma cadeia produtiva ainda era baixo o suficiente para justificar a intensa pesquisa em torno do tema das redes de suprimento a nível acadêmico e empresarial (CORRÊA & CAON, 2002). Corrêa (2003) ainda sugere que houve influência por este caminho analítico e na gestão efetiva de várias empresas pela crescente disponibilização dos sistemas integrados de gestão, desenvolvidos a partir da década de 1970 e 1980.<sup>61</sup> Posteriormente, com a incorporação de outros módulos de planejamento de capacidade de recursos da manufatura e de controle de cada etapa do processo

---

<sup>61</sup> Tais sistemas foram originários do uso crescente do computador, na década de 1960, para automatizar as *'bills of materials'* – BOM, que redundou no MRP – *materials resource planning*.



produtivo (compras, programação, produção e venda), estes sistemas originaram um sistema de gestão mais robusto (o MRP II – *manufacturing resource planning*) e que evoluíram para a gestão de toda a empresa (o ERP – *enterprise resource planning*).

Estes sistemas, que geriam as empresas (os nós da rede) agora atuam na gestão externa – nas ligações entre os nós da rede –, integrando todos os elementos da cadeia de suprimento. O acelerado desenvolvimento e difusão das TICs levou a grande desenvolvimento das tecnologias de gestão dessas redes – os sistemas de *'supply chain management'*. A introdução de operadores logísticos e outros agentes tinham a finalidade da busca de estender às redes ganhos de escala e escopo equivalentes aos que se obtinham nas empresas que compunham as redes.

### **As tecnologias de gestão e a tomada de decisão das empresas**

Suscintamente, foram apresentados os sistemas de gestão das operações industriais que, em geral, podem estar presentes nas empresas de manufatura industrial (e mais particularmente nas empresas de metalmeccânica consideradas na tese). Após um período de intensa evolução de paradigma de gestão – do 'Fordismo' para o 'Toyotismo' e ainda a vertente do *'supply chain'* e da 'teoria das restrições' – até o presente momento, em que as cadeias se globalizam e a gestão delas se torna ainda mais complexa, há um amplo espectro de soluções no âmbito da administração das organizações industriais. A tomada de decisão será tanto melhor e levará a resultados superiores quanto mais preparados estiverem os gestores e mais integrados todos os recursos humanos para o uso de todas as tecnologias existentes. Quanto maior a capacitação para absorver, apreender conceitualmente e operacionalmente todos os elementos de cada um desses sistemas, bem como para atuar na difusão desses conhecimentos tecnológicos em todos os níveis de ação da empresa, mais apta a empresa para competir no modelo concorrencial baseado em conhecimento e inovação.

### **Novos contextos: Produção mais limpa e manufatura ágil (*agile manufacturing*)**

Dentre os esforços mais recentes empreendidos no âmbito dos processos industriais está a abordagem da gestão ambiental, aqui sintetizada pela denominação 'produção mais limpa' (P+L). Trata-se de um enfoque de gestão ambiental na condução dos processos que independe da filosofia de gestão das operações industriais que se adote (aqui reunidas em: *Lean*, ToC, redes de Suprimentos). Ela está voltada à sustentabilidade empresarial frente às exigências legais e às demandas de mercado, num intrincado conjunto de regulações ambientais dos países, as discussões em torno do aquecimento global e da preservação das condições de vida do planeta, além das normas oriundas desse movimento, em caráter global, mais diretamente visível para as empresas com a crescente exigência de certificação de seus sistemas de gestão ambiental. Setores

específicos têm suas exigências próprias, como é o caso do setor de petróleo e gás, o setor de mineração etc.

Este contexto, de mais exposição externa às demandas socioambientais, traz desafios gerenciais novos às empresas, que se vêem monitoradas cada vez mais por um conjunto maior de *stakeholders*. O desafio de gestão se amplia ainda mais, reforçando a necessidade de capacitação continuada por parte de seu corpo gerencial e diretivo.

Já a manufatura ágil (*agile manufacturing*) surge no contexto da década de 1990 como um desdobramento do '*lean manufacturing*' e na esteira de novas tecnologias computacionais aplicadas tanto aos sistemas de gestão quanto incorporados às máquinas industriais, que ampliou possibilidade de se flexibilizar os processos produtivos, tanto em mix de produtos e de volumes, quanto de se buscar uma redução dos prazos de entrega com a manutenção dos aspectos de custo e qualidade já conquistados pelo sistema '*lean*'. O desafio posto, então, para a empresa manufatureira era desenvolver sua "habilidade de sobreviver e prosperar em um ambiente competitivo de mudanças contínuas e imprevisíveis, através da reação rápida e eficaz aos mercados mutantes, direcionada por produtos e serviços projetados especificamente para o cliente" (GUNESAKARAN, 2001). Corrêa (2003, com base em PINE II, 1993) situa essa abordagem no mesmo campo conceitual do termo cunhado na mesma época para representar um novo paradigma produtivo que almejava atingir as taxas de eficiência do modelo de produção em massa, mantendo níveis de personalização de produto e de serviço do período de produção artesanal.

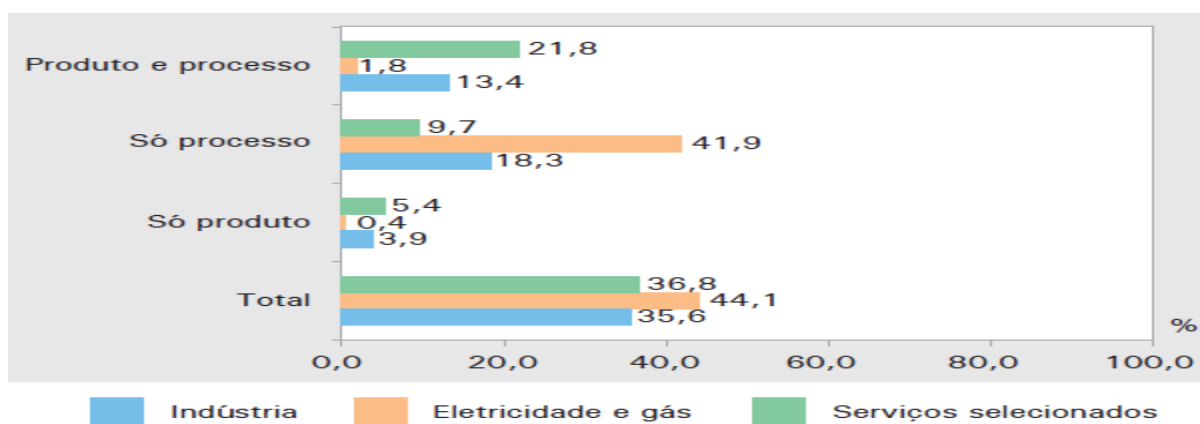
Este conjunto de tecnologias de gestão, levantados nesta tese por meio de pesquisa bibliográfica, por experiência do autor da tese e ainda por meio de consultas a especialistas do campo de administração de produção e serviços apresenta-se como um referencial que pode instrumentalizar adequadamente empresas industriais no sentido de se prepararem adequadamente para os desafios de gestão que se apresentam: administrar localmente empresas que sejam passíveis de serem classificadas como 'empresas de classe mundial', capazes de participarem de redes globais de abastecimento; terem capacidade endógena para inovar seja em produtos/serviços ou em processos, tanto em inovação para o mercado local quanto, em situações de maior diferenciação, de inovar a nível nacional e internacional.

Assim, a estratégia de produção de cada empresa industrial deve ser desenvolvida com pleno conhecimento do modelo concorrencial atual, sob pena de as empresas verem todo o seu esforço produtivo não redundar em vendas efetivas e serem conduzidas à situação crítica de continuidade, por falta de adaptação ao ambiente competitivo moderno.

### 2.2.5. Estágio Inovativo Atual do Setor Metalmeccânico

Estima-se que a idade média do parque de máquinas brasileiro seja de 17 anos,<sup>62</sup> frente a cerca de quatro anos da Alemanha e de sete anos dos Estados Unidos, o que, em termos da dinâmica tecnológica atual, coloca em desvantagem a indústria brasileira, dado o encurtamento dos ciclos de desenvolvimento tecnológico atuais dos produtos, o que pressiona a oferta para o desenvolvimento de máquinas com maiores recursos operacionais, capazes de produzir novos produtos em condições competitivas, por meio de processos fabris que levem a maior ganho em qualidade e produtividade.

No Brasil, o estágio inovativo é baixo. Um exemplo: uma análise entre o Brasil e uma seleção de países europeus selecionados,<sup>63</sup> para o período de 1998 a 2000, mostra que a proporção de empresas industriais inovadoras e as que não inovam no Brasil nos coloca em penúltimo lugar, apenas à frente da Grécia. A distância para a primeira posição (Alemanha) é de 29 pontos percentuais entre as empresas que inovam nos dois países. Isso demonstra o quanto é preciso avançar no fortalecimento do sistema nacional de inovação do Brasil.<sup>64</sup> O Gráfico 4 apresenta o resultado mais recente dos indicadores de inovação no Brasil – PINTEC, 2011 (IBGE, 2013).



**Gráfico 4 - Percentual de Empresas que Implementaram Inovações, por Setores de Atividades, Segundo o Tipo de Inovação no Brasil – Período: 2009-2011**

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação 2011.

Com base na PINTEC 2003, cerca de 24% das empresas industriais brasileiras inovaram em processo, enquanto 18% delas inovaram em produto. Na pesquisa seguinte (PINTEC 2005), esses números recuaram para 13,8% em inovação de processo e 6,5% em produto. Já na pesquisa

62 Segundo o informativo mensal INFOMAQ, ago 2014. Disponível em <<http://www.abimaq.org.br/>>. Acesso 11 dez. 2015.

63 Alemanha, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Áustria, Finlândia, Portugal, França, Suécia, Espanha e Grécia.

64 Nota de aula do professor Paulo Bastos Tigre – IE-UFRJ, com base em EUROSTAT, 2004 e PINTEC/IBGE *apud*. Viotti e Baessa (2005).

de 2008, do total das empresas industriais, 38,1% inovaram, com a taxa de inovação de processo atingindo 15,3% e a de produto recuando para 6% (PINTEC 2008) (IBGE, 2005; 2007; 2010; 2013).

Vemos que as empresas industriais inovaram em processo, no período da PINTEC 2011 (2009-2011), 3 pontos percentuais mais que no período anterior (2006-2008), mas recuaram 2,1 pontos percentuais as empresas que só inovaram em produto.

Na indústria metalmeccânica também não são resultados animadores. A Tabela 8 apresenta a taxa de inovação setorial.

**Tabela 8 – PINTEC 2000-2011: Taxa geral de Inovação; Taxa da Indústria; Taxa dos Segmentos de Atividades de Metalmeccânica**

Índice	Edição da PINTEC				
	2000	2003	2005	2008	2011
	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	2009-2011
Taxa de Inovação Geral (%)	31,5	33,2	34,4	38,6	35,7
Taxa de Inovação da Indústria – Brasil (%)	31,5	33,3	33,4	38,1	35,6
Taxa de Inovação MM – CNAE: 24 (%)	31,4	33,8	46,0	39,5	41,2
Taxa de Inovação MM – CNAE: 25 (%)	32,8	33,0	31,1	39,6	33,0
Taxa de Inovação MM – CNAE: 28 (%)	44,4	43,5	39,3	51,0	41,3

Fonte: IBGE – Pesquisas de Inovação, edições: 2000, 2003, 2005, 2008, 2011.

Elaboração própria.

Como podemos constatar, apesar de vir em crescimento ao longo dos anos das pesquisas, a taxa de inovação geral do país é baixa, tendo evoluído positivamente até a edição de 2008 e voltando a se reduzir no período seguinte, edição 2011, indicando que existe necessidade de maior esforço nacional no sentido de criar mecanismos de incentivo que gerem uma maior inflexão positiva nos índices de inovação, tanto o geral quanto o das indústrias.

A capacidade inovativa, ao nível das empresas metalmeccânicas, tem relação positiva com o nível de capacidade tecnológica de cada empresa, ampliando-se a competência para inovar à medida que aumenta, tanto a capacidade das empresas de absorver novas tecnologias, quanto em acumular os saberes técnicos novos, apreendendo-os e disseminando-os por meio da incorporação das novidades nas suas rotinas organizacionais e nos seus processos industriais (HASENCLEVER & CASSIOLATO, 1998).

A sedimentação de uma rotina de busca de melhorias, tanto tecnológicas quanto organizacionais, aliada à rotinas de tradução dos novos conhecimentos absorvidos em novos procedimentos rotinizados dá à empresa uma crescente capacidade de inovar, tornando-a mais apta a se manter no mercado (NELSON & WINTER, 2006).

O setor metalmeccânico, como ficou evidenciado pela Tabela 8, melhorou em quase 10 pontos percentuais a montante da cadeia, no segmento de metalurgia, premida pela crescente pressão internacional, principalmente em função do avanço da China na siderurgia. E também pela pressão continuada na indústria automobilística, que se mantém dinâmica e com desafios na redução de peso veicular, de consumo de combustível, de maior segurança. Isto vem exigindo esforços continuados da siderurgia, dos fabricantes de fundidos e do segmento de autopeças em geral, que não é pesquisado nesta tese.

Nos demais segmentos pesquisados – fabricação de produtos de metal, exceto máquinas; fabricação de máquinas e equipamentos – a metalmeccânica se caracteriza por trajetória tecnológica de setor maduro e de melhorias do tipo incremental, não sendo, em termos setoriais, um daqueles de maior capacidade inovativa. Apesar disso, é de se destacar o segmento de fabricação de máquinas e equipamentos (CNAE 28), que foi o que apresentou as maiores taxas de inovação no setor metalmeccânico retratado na tese, segmento que vinha reduzindo fortemente sua taxa de inovação até o período 2003-2005 chegando a superar os 50% no período de 2006-2008, mas que voltou a se reduzir no período seguinte (2009-2011), atingindo, então, a taxa de inovação de 41,3%, o que demonstra o viés de baixa da taxa na década, apesar da forte oscilação.

O segmento de máquinas e equipamentos, conforme exposição sobre o estado da arte na subseção anterior, é dinâmico em termos inovativos, o que demonstra a necessidade de maiores investimentos neste segmento no Brasil a fim de lhe dar o dinamismo que lhe é característico a nível mundial. Entretanto, o esforço inovativo pressupõe uma base tecnológica que esteja sedimentada nas rotinas da empresa, que tem sua origem nas tecnologias básicas que dão a condição de ancoragem de novos aprendizados.

As edições da PINTEC evidenciam a relação positiva entre porte das empresas e a taxa de inovação, em que se destacam de forma acentuada as grandes empresas como as mais inovadoras do tecido industrial brasileiro. Isto reforça a tese da necessidade de apoio a uma maior capacitação tecnológica necessária às MPMEs industriais, mas que não se dá espontaneamente, dada as dificuldades destas empresas, já citadas na tese.

Neste contexto, a recente pesquisa de Gallina (2009) reforça a importância da apropriação pelas MPMEs de metalmeccânica da TIB, com duplo caráter: “como um conjunto essencial de atividades reguladoras para a superação de barreiras técnicas ao comércio local e internacional e a TIB como suporte e indutora das atividades de aprendizagem tecnológica nas empresas” (p. 18).

Este pesquisador identifica na ausência desses elementos de base das capacidades produtivas das indústrias uma das fraquezas críticas atualmente para a competição de mercado que se acentua em torno de barreiras técnicas a nível internacional, assim como para a concorrência no próprio território nacional, com sensível aumento de exigências normativas e regulatórias para diversas atividades produtivas.<sup>65</sup>

#### 2.2.6. Desafios atuais do setor – oportunidades e ameaças

Tendo em vista as dificuldades inerentes às MPMEs de metalmeccânica brasileiras, evidenciadas anteriormente, esta seção busca elencar os principais desafios que se impõem ante este conjunto de empresas. Em função dos objetivos da tese, a perspectiva será dos desafios tecnológicos e organizacionais das operações industriais.

O desafio do momento, face à conjuntura econômica, é o da manutenção do negócio, num cenário interno de crise, com recessão da economia e com demanda retraída, que pede, portanto, ações de controle de custos ainda mais efetivas. Em geral, nestas situações, busca-se apenas ajuste nos mecanismos de controle empresariais e atividades de manutenção das capacidades produtivas, aguardando um ambiente de negócios mais favorável economicamente para outras iniciativas.

Mas o olhar de continuidade dos negócios não deve se fixar no curto prazo, razão porque o empresário de MPME tem necessidade de buscar elementos de desenvolvimento do negócio com base no instrumento de dinamismo das empresas hoje. A inovação tem sido apontada como a chave do desenvolvimento empresarial, pois cria condições diferenciais ao agente inovador. No Brasil, como foi visto nesta tese, a taxa de inovação é baixa, o que confere ainda mais vantagem competitiva aos que inovam.

Esse, pois, é o desafio crítico de continuidade no tempo para o negócio. Mas inovar pressupõe que a empresa reúne condições internas para tal. Estas condições são:

- de ordem tecnológica de processos: o domínio de tecnologias de processo fabril, presentes atualmente em empresas na vanguarda técnica mundial, para a manutenção de processos produtivos em condições competitivas em termos de qualidade e produtividade;
- de ordem tecnológica de produtos: o domínio de tecnologias de desenvolvimento de produto, que somados a processos produtivos competitivos, permitam à empresa crescente redução de seus *lead times* nas operações fabris, criando a vantagem de

---

65 Como exemplo, podemos citar o nível de exigências em certificações para a inclusão de empresas no cadastro de fornecedores da Petrobras, que inclui critérios: gerenciais, técnicos, legais, econômicos, e de SMS.

tempo, hoje um dos elementos diferenciadores entre fornecedores (vantagem na entrega do produto);

- de ordem organizacional: o domínio de tecnologias de gestão das operações industriais, que capacite a empresa ao melhor uso dos recursos escassos de que dispõe, pela incorporação continuada do progresso técnico adquirido nas suas rotinas operacionais;
- a busca continuada pela manutenção dessas três condições anteriores.

Esses critérios, obviamente, não esgotam os requisitos para o êxito de um empreendimento industrial, mas tão somente relacionam aqueles critérios mais ligados aos aspectos do acompanhamento do desenvolvimento da mudança técnica que impacta o desempenho das empresas industriais.

A conclusão a que se chega, ao se identificar os condicionantes acima, é que a ‘coleção de recursos’ únicos da empresa, segundo a expressão de Edith Penrose, neste caso os seus recursos humanos, precisam estar capacitados a adquirir, adequar ao uso, usar, aprimorar e, a partir desse conjunto de competências dominadas, ser capaz de criar uma nova tecnologia ou um novo uso para a tecnologia dominada. O que se vê, portanto, é que a empresa precisa se manter em busca de novas capacitações tecnológicas e organizacionais que lhe deem possibilidade de inovar.

A fim de melhor alinhar esses desafios, alguns estudos e iniciativas nacionais têm criado modelos de estratégia para lidar com a necessidade de *catching up* tecnológico das empresas de metalmeccânica. E serão apresentados aqui alguns desses estudos, para que se tenha uma melhor apreciação dos desafios que se impõem.

1) Perspectivas pela ótica do sistema “S” industrial: a iniciativa do sistema SENAI, com os institutos de tecnologia e inovação, fornece subsídios para a visualização de horizontes de aprendizado tecnológico que devem ser buscados pelas MPMEs de metalmeccânica. Apontam algumas tendências, pelas redes temáticas que criam. Dessas tendências, a mais imediata e desafiadora para a metalmeccânica é a da automação industrial, pelo grande impacto sobre os custos industriais e a alavancagem tecnológica. Pela parceria, por exemplo, com os Institutos Fraunhofer (Alemanha), o SENAI tem buscado difundir o uso da microusinagem, cuja especialização, pouquíssimas empresas brasileiras possuem (oportunidade) (LEÃO, 2012).

2) *Technology Roadmap*: ferramenta de prospectiva utilizada em planejamento estratégico para representar, numa plataforma, os aspectos de colaboração, comunicação, tomada de decisão e de coordenação de ações estratégicas, a partir de uma (ou mais) visão de futuro. Materializa rotas ou trajetórias encadeadas no tempo e no espaço. Os seguintes *roadmap*

foram consultados: “Rotas estratégicas setoriais para a indústria catarinense 2022: metalmeccânico & metalurgia” (FIESC, 2014); “Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense: *roadmapping* de metalmeccânica – horizonte de 2018 (SENAI/PR, 2008).

O Quadro 3 resume os desafios tecnológicos a partir das fontes consultadas, na subseção 2.2.4, apresentando as tecnologias-chave e dos instrumentos de prospecção e iniciativas da rede de apoio ao desenvolvimento industrial acima descritos.

<b>Desafios tecnológicos para as MPMEs de metalmeccânica – Oportunidades e ameaças</b>	
<b>Tecnologias-Chave</b>	<b>Oportunidades e Ameaças</b>
<b>Robótica e automação:</b> uso de equipamentos e softwares que possibilitem a automatização de processos, a minimização de falhas e aumento da autonomia do maquinário.	<b>Oportunidade:</b> aumento de produtividade e qualidade, com custos minimizados. <b>Ameaça:</b> obsolescência de processos e custos não competitivos.
<b>Metalurgia e Ligas Especiais:</b> ligas de metal amorfo e outros materiais avançados.	<b>Oportunidade:</b> desenvolvimento de novos materiais. <b>Ameaça:</b> obsolescência de produtos.
<b>Revestimento de Superfície</b>	<b>Oportunidade:</b> produtos com maior resistência à corrosão e maior resistência/dureza superficial. <b>Ameaça:</b> obsolescência de produtos.
<b>Modelagem e simulação:</b> adoção de softwares e sistemas que permitam a criação e a simulação de cenários aplicados aos diversos processos industriais, otimizando a utilização de recursos.	<b>Oportunidade:</b> menores <i>lead times</i> em desenvolvimento de produto; e uso de processos otimizados; redução de consumo de materiais. <b>Ameaça:</b> perda de velocidade de atendimento aos pedidos e custos não competitivos.
<b>Equipamentos multifuncionais:</b> utilização de máquinas capazes de agregar e desempenhar múltiplas funções.	<b>Oportunidade:</b> flexibilidade de atendimento da demanda. <b>Ameaça:</b> perda de pedidos. Custos não competitivos.
<b>Softwares de gestão:</b> utilização de tecnologias que auxiliem o planejamento e o gerenciamento de diversos processos como logística e gestão de Recursos Humanos.	<b>Oportunidade:</b> maior integração das informações internas e na cadeia produtiva. Impacto nos custos logísticos. <b>Ameaça:</b> perda de mercado por obsolescência de gestão.
<b>Inovação aberta:</b> associação entre atores (empresas, institutos de pesquisa, universidades e outros) para o desenvolvimento de inovações em projetos comuns.	<b>Oportunidade:</b> aquisição de conhecimento e parcerias em desenvolvimento de produtos. <b>Ameaça:</b> perda de mercado por obsolescência de gestão e defasagem tecnológica.
<b>Coopetição:</b> formalização de parcerias entre empresas e instituições pertencentes à mesma cadeia produtiva com vistas a atingir objetivos comuns, empreendendo ações que, dentro de uma perspectiva de ampliação dos ganhos, transformam competidores em parceiros de negócio.	<b>Oportunidade:</b> aumento de vendas; alcance de novos mercados. <b>Ameaça:</b> perda de mercado para outros competidores.



<p><b>Novas tecnologias de ensino:</b> uso de tecnologias de realidade virtual, aumentada e ferramentas de Educação a Distância (EaD) para treinamento e aperfeiçoamento de profissionais.</p>	<p><b>Oportunidade:</b> flexibilidade de capacitação de recursos humanos, alavancando a capacidade de absorção de novas tecnologias.</p> <p><b>Ameaça:</b> obsolescência da base de conhecimentos tácitos.</p>
--	--

### **Quadro 3: Desafios Tecnológicos da Metalmeccânica – Oportunidades e Ameaças à Competitividade das MPMEs**

Fontes: “Rotas estratégicas setoriais para a indústria catarinense 2022: metalmeccânico & metalurgia” (FIESC, 2014); “Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense: *roadmapping* de metalmeccânica – horizonte de 2018 (SENAI/PR, 2008); Leão (2012).

Outras tecnologias, consideradas portadoras de futuro, como a nanotecnologia e a biotecnologia vão exercer impactos sobre o setor, que produzirão novos desafios de adequação ao ambiente concorrencial, que hoje tem dinamismo sem precedentes em termos da velocidade das mudanças técnicas, uma vez que o ciclo de vida das tecnologias tem sido reduzido com maior frequência nas últimas décadas. Estes desafios foram considerados no instrumento de coletad de dados, conforme capítulo sobre a metodologia.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS

Esta tese buscou, a partir de um esforço sistemático de reunião de dados, obtidos por diversas fontes, utilizando critérios adequados de reunião de teoria, método científico e um modo adequado de comunicação, apresentar os resultados da pesquisa sobre a extensão tecnológica no Brasil, tendo como foco a oferta de apoio vis-à-vis a demanda por capacitação tecnológica e organizacional das empresas-alvo dessa ação de política pública.

Os objetos de pesquisa foram:

- A oferta de apoio em extensão tecnológica no estado do Rio de Janeiro do componente de extensão do Sistema Brasileiro de Tecnologia – SIBRATEC – cuja rede no estado foi formalizada por arranjo institucional em 2009, sendo aqui denominada SIBRATEC-ET Rede RJ ou ainda SIBRATEC-ET-RJ.
- A demanda por capacitação tecnológica e organizacional das empresas de metalmeccânica da zona oeste do município do Rio de Janeiro para fazer frente ao contexto concorrencial atual, baseado em conhecimento e inovação.

O problema que se busca estudar, já apresentado anteriormente, é a falta de efetividade dos programas anteriores em atender as demandas empresariais por capacitações tecnológicas que dessem o suporte adequado ao desenvolvimento das MPMEs industriais brasileiras, evidenciado em Madeira (2009).

Ante a nova instituição da rede de extensão tecnológica brasileira, voltada para os mesmos fins dos antigos programas de extensão, a questão que se buscou responder foi: *A oferta de apoio institucional, por meio da rede de extensão tecnológica do programa SIBRATEC está adequada para atender às demandas por capacitação tecnológica e organizacional das micros, pequenas e médias empresas industriais (MPME) de metalmeccânica, visando superar as principais dificuldades das MPMEs com relação ao desenvolvimento tecnológico e à manutenção da competitividade no atual ambiente concorrencial?*

Para responder à questão formulada, a estratégia de pesquisa envolveu a busca de confirmação de duas hipóteses ou sua rejeição. Estas hipóteses foram apresentadas no item 1.5. Utilizou-se do método hipotético-dedutivo para se buscar concluir a pesquisa e responder à questão formulada (MARCONI & LAKATOS, 2003). Assim, se as hipóteses formuladas forem verdadeiras, será possível concluir que a oferta de apoio institucional, por meio do SIBRATEC-ET Rede RJ está adequada para atender às demandas por capacitação tecnológica e organizacional

das micros, pequenas e médias empresas industriais (MPME) de metalmeccânica, visando superar as principais dificuldades das MPMEs com relação ao desenvolvimento tecnológico e à manutenção da competitividade no atual ambiente concorrencial.

Mas, não se trata apenas de uma resposta por atributo “SIM-NÃO” o que se espera obter com a pesquisa. Como esta nova estruturação envolve implementar, a partir de uma nova arquitetura institucional, mecanismos de ação desenvolvidos num nível da estrutura federativa nacional (federal) para serem aplicados por meio de um arranjo institucional que envolve, além do nível federal, o nível de governo estadual e uma instituição do sistema “S”, é pressuposto da tese que haja, na implementação com este nível de complexidade, cooperação e conflito de interesses e de visões administrativas e de caráter operacional.

Assim, além de um resultado categórico, o que se espera nesta tese é a coleta de um conjunto de informações sobre o arranjo e sobre a natureza das demandas das empresas que permita avançar num modelo de apoio mais consistente e realmente eficaz para promover o desenvolvimento da indústria através de mecanismos de capacitação das empresas, que permita a superação de suas limitações de ordem técnica e da sua organização industrial.

### 3.2 DA NATUREZA, DOS FINS E DOS MÉTODOS

Quanto à natureza, esta pesquisa é qualitativa e empírica. É qualitativa porque vai buscar dar sentido e interpretar os dados factuais coletados e sistematizados. Essa sistemática compreende e incorpora o caráter transdisciplinar que envolve os estudos em ciências sociais, com o pressuposto de que a descrição e análise das interações pode ser feita independentemente de quantificações estatísticas (CHIZZOTTI, 2010). Nesse caso, a pesquisa lidou com atores com características e estratégias de atuação bem distintas, seja na implementação do arranjo institucional quanto na forma de atuar de cada empresa, o que evidencia o caráter complexo das interações interinstitucionais presentes. É aplicada ou empírica porque centra seu método na busca de dados e informações que, sistematizados e analisados, gerem conhecimentos úteis e de consequências práticas (GIL, 2011).

Quanto aos fins, a pesquisa tem caráter exploratório, pois visa aumentar o nível de conhecimento acerca da oferta de apoio do SIBRATEC-ET Rede RJ e conhecer com mais profundidade como se deu a constituição do arranjo no estado; objetiva também ter uma visão em profundidade das capacitações tecnológicas que são demandadas pelas MPMEs de metalmeccânica da zona oeste do município do Rio de Janeiro.

A pesquisa é também descritiva, pois apresenta a realidade do setor metalmeccânico brasileiro e do ERJ, bem como vai descrever aspectos básicos acerca da criação do sistema SIBRATEC e, mais especificamente, do seu componente de extensão tecnológica.

Basicamente, o trabalho envolveu dois tipos de pesquisa: uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa empírica.

A pesquisa bibliográfica consistiu no levantamento de literatura de economia industrial e de engenharia com enfoque metalmeccânico, além de aspectos da engenharia de produção, para alicerçar um corpo de conhecimentos teóricos para a pesquisa sobre: as instituições, a mudança econômica pela abordagem evolucionária e o crescimento da firma, com abordagem a nível microeconômico; e uma base de conhecimentos complementar sobre capacitações tecnológicas e organizacionais se apoiou nas abordagens teóricas de metalurgia e de processos de produção mecânica de produtos industriais e sobre administração da produção e de operações industriais. Além disso, foi feita pesquisa em diversas fontes secundárias de literatura especializada em metalmeccânica, tais como: livros; artigos científicos; dissertações e teses; revistas técnicas especializadas em segmentos de produção tanto metalúrgicos, quanto de produtos de metal e de máquinas e equipamentos; e a que inclui o levantamento em documentos. A pesquisa bibliográfica incluiu pesquisa em estatísticas oficiais de arquivos públicos e também avançou na busca de sites especializados do setor metalmeccânico e de pesquisas desenvolvidas em torno do estado da arte do desenvolvimento de materiais e produtos metalmeccânicos.

Esta pesquisa em fontes bibliográficas, além de permitir compreender o problema e sua dimensão, permitiu obter as informações e dados relevantes para atingir o primeiro objetivo específico da tese: Caracterizar o setor metalmeccânico no contexto econômico brasileiro e do estado do Rio de Janeiro e os desafios tecnológicos atuais do setor.

Já na pesquisa empírica junto ao setor metalmeccânico, optou-se por um estudo de caso com caráter exploratório, tendo em vista ampliar o conhecimento das demandas do segmento pesquisado. O objetivo de se utilizar este tipo de abordagem se deve ao fato de que o setor metalmeccânico envolve agentes microeconômicos disseminados em todo o território nacional. Há, portanto um número elevado de MPMEs industriais no setor metalmeccânico no Brasil, sendo inviável para esta pesquisa de tese um levantamento exaustivo. Assim, torna-se necessário um recorte, com adoção de uma amostra significativa do tecido industrial nacional de MPMEs. Adotou-se como objeto de pesquisa empírica o setor metalmeccânico do estado do Rio de Janeiro, representado por um subconjunto, a aglomeração de empresas deste encadeamento industrial na zona oeste (ZO) do município do Rio de Janeiro (MRJ).

Esta abordagem empírica atendeu ao objetivo específico número dois: Caracterizar as MPMEs de metalmeccânica da zona oeste do MRJ, por meio de suas demandas tecnológicas e organizacionais.

O recorte geográfico para seleção das MPMEs é relevante, dada a representatividade dos atores econômicos abrangidos, seja na sua expressão local como a nível regional. Este recorte da zona oeste do MRJ, do ponto de vista do desenvolvimento econômico e social, conforme os resultados do diagnóstico realizado (Hasenclever *et al.*, 2010), é uma região que:

- Possui 8.352 estabelecimentos, sendo que 77% deles são microempresas, 18,9% são pequenas empresas, 3,4% são médias empresas e 0,6% grandes empresas.
- Gera 113.561 empregos, sendo 30,4% destes nas grandes empresas, 24,9% em nas médias, 27,0% em pequenas e 17,5% em microempresas.
- É a de maior densidade industrial do município do Rio de Janeiro (MRJ).
- Tem a cadeia metalmeccânica como uma das principais cadeias produtivas juntamente com as de minerais não metálicos, produtos alimentícios, papel e gráfica e produtos químicos.
- Possui menor grau de desenvolvimento socioeconômico do que o MRJ.
- Possui mão-de-obra mais jovem e mais escolarizada até o ensino médio que o MRJ, mas fica abaixo para os trabalhadores com ensino superior.
- Representa apenas 6,9% das empresas exportadoras e 5,5% das importadoras.
- Tem as exportações concentradas em produtos de baixa intensidade tecnológica, com destaque para metalurgia básica e importações de produtos químicos, minerais não metálicos e metalurgia.

A relação das empresas que compõem a base selecionada para a pesquisa de campo foi construída a partir do cadastro FIRJAN 2007/2008, utilizado pelo grupo de pesquisa do IE-UFRJ para o diagnóstico socioeconômico da Zona Oeste. Essa relação das empresas é denominada de 'listagem base de empresas da ZO' (LBE).

O critério de elaboração foi o de agregar na LBE todas as empresas que constem da zona oeste, de acordo com o recorte geográfico adotado na tese, que é o de estar localizada numa das quatro regiões administrativas consideradas para efeito da pesquisa, evidenciadas na Figura 15.

O MRJ é composto por 11 zonas geográficas. A Zona Oeste congrega 10 regiões administrativas, com um total de 41 bairros. No recorte estabelecido, ficaram configuradas as quatro regiões administrativas (RA), com um total de 17 bairros abrangidos: RA de Realengo (bairros de Realengo, Campo dos Afonsos, Deodoro, Jardim Sulacap, Magalhães Bastos e Vila Militar); RA de Bangu (bairros de Bangu, Padre Miguel e Senador Camará); RA de Campo

Grande (bairros de Campo Grande, Cosmos, Santíssimo, Senador Vasconcelos, Inhoaíba); e RA de Santa Cruz (bairros de Santa Cruz, Paciência e Sepetiba).



— Recorte ZO na tese: RAs Realengo, Bangu, Campo Grande e Santa Cruz (Bairros: 134-150)

### Figura 15 – Mapa com Recorte da Zona Oeste na Pesquisa – MRJ

Fonte: elaboração própria a partir da página de educação pública do ERJ. Disponível em: <[http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/geologia/hidrografia\\_rj/img/mama\\_rj2.jpg](http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/geologia/hidrografia_rj/img/mama_rj2.jpg)>. Acesso em 18 mar. 2016.

A denominação de cada uma delas é feita pelo bairro sede, onde se concentra a maior parcela de atividade econômica. Assim, denominaremos de Zona Oeste (ZO), para efeitos desta pesquisa, a essa região delimitada pelas quatro regiões administrativas da Figura 15.

Partindo-se, então, da LBE, agregou-se à lista as empresas industriais que fazem parte dos cadastros das associações empresariais locais ainda não listadas na LBE: Associação Comercial e Industrial de Realengo e Adjacências (ACIRA); da Associação Comercial e Empresarial da Região de Bangu (ACERB); da Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências (AEDIN); da Associação Comercial e Industrial de Campo Grande (ACICG); do relatório do projeto "Método de Desenvolvimento do Capital Inovativo no Setor Metal-Mecânico na Zona Oeste da Cidade do Rio de Janeiro", parceria da Rede de Tecnologia e Inovação (REDETEC) / SEBRAE, operacionalizado pela Coordenação do Núcleo de Consultoria e Serviços da Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (NCS-UEZO).

Com essa listagem pronta, foi feito o fechamento da listagem geral das empresas da ZO, com a atualização dos dados pelo cadastro mais atualizado da FIRJAN (ano 2014). Isto se faz

necessário uma vez que outras empresas podem ter sido incluídas no cadastro atual em relação àquele de 2007/2008 e outras podem ter saído.

A relação definitiva das empresas que compõem a amostra para a pesquisa de campo (Apêndice 1) foi resultante da filtragem pelo critério setorial de atividades das empresas. O critério seletivo é a classificação CNAE 2.0 (IBGE, 2014). Foram incluídas, na amostra representativa para a pesquisa, as empresas com classificação CNAE: seção C, divisões 24, 25, 28. Um segundo critério de seleção é o porte das empresas, aqui definido pelo número de empregados das empresas. Neste caso, a pesquisa envolve o levantamento de dados de micro, pequenas e médias empresas. O corte foi feito com base na nota metodológica do SEBRAE (Anexo 2). Assim, entraram na listagem de empresas a serem entrevistadas na pesquisa aquelas que possuíam em 2014 (com base nos dados da FIRJAN) até 499 empregados.

Para atingir o objetivo específico número três (avaliar a implementação do arranjo institucional SIBRATEC-ET Rede RJ, em termos da efetividade da oferta de capacitação tecnológica e organizacional), foi utilizada a análise documental de estruturação do SIBRATEC. Este modelo sistêmico foi estudado, com ênfase sobre: a rede de extensão tecnológica, buscando-se identificar sua natureza, as funções ou relações estabelecidas entre os agentes participantes da rede; e as modalidades de atendimento que fazem parte do escopo de atuação desse instrumento de apoio institucional às MPMEs. Pretendeu-se com isso, reunir elementos para: (i) descrever o arranjo institucional que dá sustentação à implementação das ações voltadas à estrutura da rede de extensão tecnológica no estado do Rio de Janeiro; (ii) analisar o atual arranjo por meio dos atos administrativos constitutivos e sua operação concreta e cotidiana, a fim de avaliar a efetividade dos seus processos.

Para o conhecimento mais aprofundado dessa implementação foram utilizadas entrevistas abertas e semiestruturadas com os representantes das instituições que fazem parte do arranjo SIBRATEC-ET no ERJ, a fim de coletar informações subjetivas e aprofundar o entendimento do funcionamento da extensão no estado. Estes resultados são apresentados no capítulo 4 da tese.

Para atingir o objetivo específico número quatro (analisar a correlação oferta-demanda por capacitação tecnológica e organizacional entre o SIBRATEC-ET Rede RJ vis-à-vis as MPMEs da ZO do MRJ e no contexto da finalidade deste mecanismo de apoio para as MPMEs do ERJ), o método adotado foi a construção de matriz de correlação entre oferta e demanda. Considerando a hipótese número um desta tese, a apresentação dos resultados e a construção da matriz obedeceu à ordem “demanda-oferta”. Esta correlação foi analisada no capítulo 5 da tese. Esta pesquisa de tese adotou como horizonte temporal o período de 2007 a 2014.

### 3.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

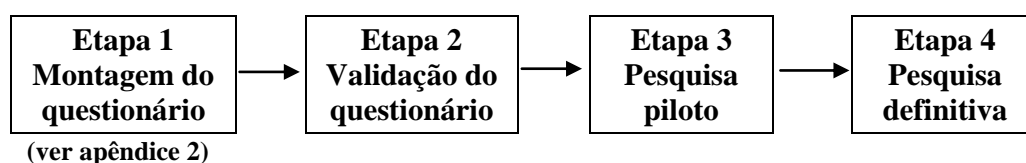
#### 3.3.1 Coleta de dados das empresas

A parte empírica da pesquisa, relativa à coleta de dados primários junto às empresas de metalmeccânica da ZO foi realizada num período de cerca de cinco meses em 2015 junto a amostra selecionada de MPMEs de metalmeccânica (do adensamento industrial da zona oeste do município do Rio de Janeiro).

A pesquisa de campo consistiu de um levantamento das MPMEs de interesse, selecionada por método já explicitado. Esta amostra reuniu um total de 59 empresas que atendiam a todos os critérios de seleção. Para o levantamento dos dados junto às empresas, foi elaborado um questionário. Os dados a serem obtidos tinham tanto caráter quantitativo quanto qualitativo, por isso optou-se por um formulário em parte com questões fechadas e em outros itens questões abertas. Mas a abordagem do problema tem essencialmente um caráter qualitativo, buscando conhecer as principais demandas por capacitação tecnológica e organizacionais das empresas. Os resultados quantitativos permitem agregar as demandas por porte de empresa, por grau de competitividade dos processos e outros níveis de agregação dos dados, permitindo gerar informações relevantes sobre a situação e as peculiaridades deste aglomerado industrial local.

#### **Elaboração e estratégia de aplicação do questionário**

A pesquisa de campo compreendeu quatro etapas, além da etapa de seleção das empresas participantes da pesquisa. A Figura 16 ilustra estas etapas.



**Figura 16: Etapas de Elaboração da Pesquisa de Campo**

Fonte: Elaboração própria.

**Etapa 1:** os dados que fizeram parte do questionário foram selecionados a partir de consulta a diversos modelos de questionário de pesquisa semelhantes àquela visada nesta pesquisa, por consulta a acadêmicos com experiência com os temas a serem abordados no questionário e por levantamento das questões fundamentais na literatura sobre o estado da arte nos temas a serem levantados. A experiência do pesquisador, já relatada, com os temas foi utilizada nesta etapa. A montagem do formulário de pesquisa seguiu o critério da sequência de aspectos por relevância e com o objetivo de criar uma maior facilidade de preenchimento pelos respondentes,



considerando a possível diferença de nível de entendimento de questões mais específicas sobre gestão da produção, mecanismos de apoio etc. Partiu-se de questões mais genéricas para questões mais específicas, em geral com uso de um tema sintetizando o objetivo de um conjunto de perguntas, como forma de apresentar o aspecto a ser levantado naquela parte do questionário. O objetivo central foi o de criar facilidade de preenchimento, a fim de evitar uma primeira barreira ao preenchimento. O *lay-out* do questionário se baseou também em vários modelos já utilizados em pesquisas científicas semelhantes a que o pesquisador teve acesso.

**Etapa 2:** a validação do questionário foi realizada por escrutínio de professores pesquisadores e consultores seniores da indústria. As discussões sobre as dificuldades de acesso ao público-alvo foram relevantes nesta etapa, assim como a delimitação da quantidade de perguntas, optando-se por um questionário com menor volume de questões, mas com múltiplas opções a serem preenchidas. Esta foi uma maneira de tornar o preenchimento mais viável num tempo razoável. O tempo para preenchimento foi estimado entre 30 e 40 minutos.

**Etapa 3:** o questionário foi aplicado à uma empresa da amostra a ser pesquisada na tese que se prontificou a participar desta etapa. Esta etapa serviu para levantar as principais dúvidas de preenchimento e verificar o tempo de preenchimento. Mas este teste de preenchimento não foi realizado, dado que o preenchimento só foi efetuado em outra data e na ausência do pesquisador.

**Etapa 4:** esta etapa se deu por quase cinco meses do ano de 2015. As empresas foram convidadas a participar da pesquisa preferencialmente por telefone. Na impossibilidade de atendimento, optou-se pelo envio de email para o responsável da empresa que estava relacionado na listagem de trabalho do pesquisador. A fim de facilitar o acesso ao instrumento de pesquisa, foi criado um formulário de preenchimento on-line com o uso da plataforma da empresa Google com acesso feito por meio do seguinte endereço:

<https://docs.google.com/forms/d/1qYfxzR7AWBEh9ukyUoGCMdoW9C99yWASCZhS4U2Dx7M/viewform>

O preenchimento foi realizado em geral por proprietários das empresas, diretores executivos ou gerentes seniores, dado que a experiência na função é muito relevante para a precisão das respostas, devido à necessidade de amplo conhecimento das rotinas operacionais e das estratégias da empresa. Considerando o caráter estratégico dos dados das empresas, foi garantido o sigilo das informações por meio da assinatura de termo de confidencialidade, como consta no Apêndice 3. A forma de apresentar as informações e dados coletados tabulando-os de forma coletiva, garantiu a confidencialidade de informações individuais das empresas.

O questionário de pesquisa está disponível no Apêndice 2. Foi composto com 24 questões, por blocos de análise de aspectos das empresas, relativos a: identificação da empresa; identificação do respondente; aspectos gerais da empresa; produção e mercados de atuação;

capacidade produtiva dos processos; capacidade em TIB; rotinas das operações industriais; competitividade e manutenção do negócio; desafios da empresa (*gaps* tecnológicos); busca de apoio institucional para capacitação tecnológica e organizacional; apoio financeiro; gestão recursos humanos tecnológicos; e outros gargalos e restrições ao desenvolvimento empresarial. Como no questionário algumas questões eram fechadas e outras permitiam respostas abertas, foi possível obter dados relevantes sobre aspectos objetivos e subjetivos do negócio. Foi possível gerar tabulações em todos os casos das respostas fechadas e optou-se pela criação de quadros representativos das expressões pessoais de cada respondente. Esta estratégia de ação permitiu obter-se um rico material como resultado do preenchimento do questionário nas empresas que aceitaram participar.

A primeira intenção era que o pesquisador pudesse acompanhar o preenchimento e conhecer o local de funcionamento de cada empresa. Isto se mostrou inviável em certos casos por motivos diversos. Quanto à receptividade das empresas para a participação na pesquisa, a Tabela 9 resume o que foi obtido em termos dos contatos realizados (por variados canais), das visitas realizadas e do nível de abertura para tais pesquisas entre as empresas de metalmeccânica da ZO.

**Tabela 9: Situação e Participação das MPMEs de Metalmeccânica da Zona Oeste – MRJ na Pesquisa de Tese**

Região Administrativa	Situação das Empresas			Meios de Contato Utilizados			Resultados dos Contatos Tentados <sup>1</sup>			
	A	D	I	Telefone	Email	Pessoal	T/P	NC	NP	EA
Bangu	7	0	1	8	4	2	3	1	3	1
Campo Grande	27	2	5	34	24	23	16	5	8	5
Realengo	12	0	1	13	4	5	3	3	6	1
Santa Cruz	4	0	0	4	2	1	1	2	1	0
<b>Subtotal</b>	<b>51</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>7</b>
<b>Total</b>	<b>59</b>						<b>59</b>			

Fonte: elaboração própria, com base no trabalho de campo.

Acessos feitos ao longo dos meses de agosto de 2015 a janeiro de 2016. Classificação dada pelo autor para a situação das empresas: A= ativa; D= descoberta e ativa; I= Inativa ou encerrada.

Nota 1: T= participação plena com preenchimento total do questionário; P= participação parcial; NC= não foi possível o contato; NP= não quis participar da pesquisa; EA= encerramento de atividades da empresa.

A Tabela 10 apresenta um resumo das empresas participantes efetivas da pesquisa, sendo o resultado 'líquido' da tabela anterior. Os resultados desta tabela 10 são sugestivos do nível de interesse das empresas pelo objeto da pesquisa. De fato, somente 39% das empresas contactadas responderam ao questionário.

**Tabela 10: Empresas de MM da ZO Participantes da Pesquisa por Região Administrativa**

<b>Região Administrativa</b>	<b>Empresas Participantes da Pesquisa (A)</b>	<b>Total de Empresas da ZO (B)</b>	<b>Participação Relativa (%) (A/B)</b>
Bangu	3	8	<b>38</b>
Campo Grande	16	34	<b>47</b>
Realengo	3	13	<b>23</b>
Santa Cruz	1	4	<b>25</b>
<b>Total</b>	<b>23 (C)</b>	<b>59 (D)</b>	<b>39<sup>1</sup></b>

Fonte: elaboração própria. Nota: (1) percentual de (C/D).

### 3.3.2 Coleta de dados – atores do arranjo SIBRATEC-ET Rede RJ

Com o objetivo de coletar informações que complementassem a revisão documental para realização da análise sobre a implementação do arranjo SIBRATEC-ET Rede RJ, foram realizadas entrevistas diretas semiestruturadas junto aos atores responsáveis pela implementação. Por meio do instrumento, um questionário composto de onze perguntas comuns a todos os respondentes, buscou-se elementos para a construção de uma narrativa capaz de descrever a construção do arranjo no ERJ e a dinâmica de implementação das ações de extensão no estado desde a formalização da Rede Rio de Janeiro. O Apêndice 4 apresenta o conjunto das questões de pesquisa utilizadas nas entrevistas. O tempo médio das entrevistas foi estimado em 45 minutos.

Considerando-se que a avaliação de uma política pública é o "processo de julgamentos deliberados sobre a validade de propostas para a ação pública" (Gomide e Pires, 2014), há que se considerar o tipo de avaliação, do ponto de vista prático, em função da fase atual de desenvolvimento da política.

No caso desta pesquisa de tese, trata-se de uma política em implementação e se pretende analisar o desenvolvimento das ações, avaliando-se quantitativa e qualitativamente a implementação da mudança institucional em curso. O Quadro 4 apresenta a relação das instituições do arranjo SIBRATEC-ET no ERJ.

<b>Instituição</b>	<b>Responsável no Arranjo</b>	<b>Função no Arranjo</b>
INT	Carlos Alberto Marques Teixeira	Coordenação
INT	Luiz Carlos Correia Pinto	Coordenação Executiva
REDETEC	Paulo Alcântara Gomes	Convenente
SEBRAE	Ricardo Vargas de Faria	Cofinanciador e apoio
FAPERJ	Luiz Antonio de Moraes Filho	Cofinanciador e apoio
FINEP	Sérgio Leser	Operação macro

**Quadro 4: Instituições responsáveis pelo SIBRATEC-ET Rede RJ**

Fonte: elaboração própria a partir de MCTI (2013a).

O Quadro 5 apresenta a relação das entrevistas realizadas. Uma das entrevistas foi piloto, a fim de nortear a elaboração das questões a serem feitas com os atores do arranjo SIBRATEC-ET. Foi realizada com o Coordenador Executivo do SIBRATEC-ET, Luiz Carlos Correia Pinto e serviu para obter informações mais detalhadas acerca dos responsáveis pela estruturação do arranjo, a fim de permitir um contato posterior e agendar as demais entrevistas. Permitiu também buscar mais informações sobre o arranjo e subsidiar a montagem do questionário que nortear as entrevistas com os atores do arranjo.

Instituição	Função	Observações
INT	Coordenação Executiva do SIBRATEC-ET	Entrevista piloto
INT	Extensão Tecnológica do SIBRATEC-ET	Acumulando a função de coordenação do grupo, sob coordenação geral do INT <sup>1</sup>
INT	Extensão Tecnológica do SIBRATEC-ET	Agente por tempo determinado
INT	Extensão Tecnológica do SIBRATEC-ET	Agente por tempo determinado
REDETEC	Direção de operações	
REDETEC	Direção de novos empreendimentos	
FINEP	Coordenação de atividades do SIBRATEC-ET ERJ	
SEBRAE-RJ	Gerência – área de soluções e inovações	Representante Sebrae no Arranjo SIBRATEC-ET ERJ

#### **Quadro 5: Entrevistas com Atores do SIBRATEC-ET Rede RJ**

Fonte: Elaboração própria.

Nota: (1) A coordenação geral da extensão está a cargo do vice-diretor do INT atualmente.

### 3.4 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.4.1 Arranjo SIBRATEC-ET Rede RJ

A pesquisa considerou o SIBRATEC-ET Rede RJ como o arranjo institucional que deu sustentabilidade à implementação das políticas públicas de extensão tecnológica no ERJ. Aqui o arranjo institucional é compreendido como o conjunto de regras, mecanismos e processos que definem a forma particular como se coordenam os atores e interesses na implementação de uma política pública específica (GOMIDE & PIRES, 2014; FIANI, 2011). Entende-se que os arranjos envolvem capacidades que facilitam ou dificultam a implementação de políticas públicas, conforme a revisão teórica do marco institucional. A análise desta pesquisa, pelo lado da oferta de apoio institucional ao desenvolvimento tecnológico das MPMEs industriais, centrou-se, portanto, na avaliação de parte destas capacidades estatais presentes no SIBRATEC-ET Rede RJ para atendimento de suas finalidades.

O modelo de análise adotado na pesquisa foi composto de duas etapas. A primeira etapa estava relacionada ao levantamento dos objetivos e dos resultados alcançados pela implementação do arranjo no estado no período de 2009 a 2015, considerando como ano limite o que coincidiu com um conjunto mensurável das atividades da rede.

A segunda etapa estava relacionada às capacidades técnico-administrativas da rede. A exposição dos resultados se deu na forma de uma narrativa em que todas as situações vivenciadas na implementação foram levantadas. Na análise de capacidades técnico-administrativas, buscou-se verificá-las em relação aos seguintes critérios: a existência de recursos humanos qualificados para executar as ações; a existência e operação de mecanismos de coordenação (intra e intergovernamental); e as estratégias de monitoramento presentes, por meio de produção de informações, acompanhamento e exigências de desempenho na rede implantada. Buscou-se extrair os seguintes aspectos indicativos, relativos à política pública investigada: a eficácia da política, aqui entendida como o indicador que representa o grau de atingimento dos resultados esperados; a eficiência, definida como a relação entre o custo e o benefício apresentados; e a efetividade, com a indicação do grau de satisfação do cidadão ou de atendimento com a implementação, com seu alcance face aos beneficiários almejados (ARRETCHE, 2001)

Não foi possível, antes do fechamento da pesquisa, ter acesso ao fechamento do programa, previsto para encerrar as atividades de atendimento até dezembro de 2015, mas com a produção de relatório final somente prevista para fevereiro de 2016. Assim, uma análise mais pormenorizada dos resultados a partir do alcance das metas físicas estabelecidas e dos produtos previstos de serem aplicados não foi possível. Apenas foram disponibilizados resultados parciais. Este indicador foi: número de atendimentos realizados no período de vigência, apresentado nas entrevistas.

Outro aspecto da avaliação dos resultados refere-se à inovações do arranjo, introdução de novidades ou mudanças durante a implementação dos programas, que não estavam previstos no desenho original da política. Neste caso, o foco é a adaptabilidade das políticas e as ocorrências durante o processo de implementação que tenham contribuído para o aprimoramento da política, do seu desempenho e da sua aceitabilidade junto aos atores envolvidos.

Para resumo desse conjunto de dados de avaliação, optou-se por inserir, ao final da narrativa referente às entrevistas com os atores quadros-resumo referentes às principais evidências do funcionamento do programa e um quadro comparativo em que as capacidades do arranjo serão analisadas de forma comparada, entre a sua previsão, no desenho institucional (de caráter normativo) e a sua caracterização nas operações reais.

### 3.4.2 Demandas das Empresas

Os dados primários, obtidos na pesquisa de campo junto às empresas, foram apresentados por meio de estatística descritiva. A opção, na sumarização dos dados, foi por utilizar a apresentação de tabelas com as distribuições dos resultados das 23 empresas entrevistadas. Onde pertinente, foi realizada uma exposição de dados e informações coletadas no contato e na observação in loco do pesquisador. Também foram apresentados de forma descritiva as impressões subjetivas de caráter qualitativo dos respondentes a respeito de diversos aspectos relacionados com sua atuação no ambiente econômico, tais como: condições desfavoráveis e assimetrias em relação ao acesso à informação, à crédito etc. o objetivo foi tentar construir um conjunto de dados organizados de forma a facilitar o trabalho de análise e discussão dos resultados.

### 3.4.3 Análise: Demanda x Oferta

Um esforço final de síntese das informações foi realizado para condensar todas as informações sistematizadas das empresas em forma de um conjunto compreensível de demandas tecnológicas e organizacionais. Foi produzido com as informações das demandas e da oferta de apoio ao desenvolvimento tecnológico uma matriz de correlação ‘demanda-oferta’ para permitir avaliar a aderência dos serviços ofertados pelo arranjo institucional SIBRATEC-ET Rede RJ para atendimento das demandas atuais das MPMEs levantadas nesta investigação. A Figura 17 retrata o exemplo de matriz de correlação projetada para análise de aderência entre demanda e oferta.

Item	Elementos	Demandas Gerais	(%) <sup>1</sup>	Oferta SIBRATEC ET
1	Tecnologia de Produtos	Design, projeto assistido por computador, desenvolvimento de produtos, prototipagem	0 a 100	SIM/NÃO/PARCIAL/outra resposta
2	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

**Figura 17: Exemplo de matriz Demanda-Oferta de Capacitações Tecnológicas e Organizacionais**

Fonte: Elaboração própria.

Nota 1: percentual estimado de empresas demandantes.

Na coluna um é feita uma itemização. Nas colunas dois e três, são apresentadas as tecnologias-chave e demandas gerais relacionadas com estas tecnologias obtidas por esforço de síntese do pesquisador a partir da literatura e da experiência pessoal, em conformidade também

com as tendências setoriais apresentadas na pesquisa e o estado da arte da metalmeccânica. Na quarta coluna, é feita uma estimativa de quantidade relativa de empresas demandantes daquelas tecnologias. Por fim, na última coluna, é feita a correlação da oferta com a demanda crítica das empresas. Cada linha da matriz apresenta uma tecnologia ou elemento de viés tecnológico demandado para serem correlacionados com a oferta do SIBRATEC-ET.

#### 3.4.4 Programa SEBRAETEC

Não fez parte da pesquisa uma análise do programa de extensão do SEBRAE, mas sua apresentação foi considerada importante dada a sua atuação no estado e a interferência que provocou no funcionamento da rede de extensão SIBRATEC-ET. Sua presença nos resultados relativos ao arranjo institucional se deveu a esta peculiaridade.

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA

### 4.1 EMPRESAS – PERFIL DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS E RESULTADO DAS ENTREVISTAS

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa empírica junto às empresas de metalmeccânica da Zona Oeste (ZO) do município do Rio de Janeiro (MRJ) que compõem a amostra para o levantamento da demanda por capacitação tecnológica e organizacional.

A Tabela 11 apresenta a quantificação das empresas por localização no território pesquisado, tendo-se optado por agregá-las por região administrativa (RA).

**Tabela 11: Localização das Empresas (MPME) de Metalmeccânica da Zona Oeste – MRJ**

Região Administrativa (RA)	Quantidade de Bairros (A)	Quantidade de Empresas Listadas <sup>1</sup> (B)	Quantidade de Empresas Encontradas <sup>2</sup> (C)	Participação por RA (C/D)
Bangu	3	8	8	12%
Campo Grande	5	32	34	57%
Realengo	6	13	13	22%
Santa Cruz	3	4	4	8%
<b>Totais</b>	<b>17</b>	<b>57</b>	<b>59 (D)</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de Cadastro Firjan 2014.

Nota1: Pelo cadastro Firjan 2014.

Nota2: Após trabalho de campo.

Uma primeira observação dos resultados da pesquisa de campo está relacionada com a quantidade de empresas na região de pesquisa. Inicialmente, foram listadas 57 empresas, mas com a ida a campo, foram encontradas mais duas empresas, na região administrativa de Campo Grande, o que ampliou o total da amostra para 59 empresas de metalmeccânica na ZO. Não foi uma busca deliberada, mas um encontro ocasional. É provável que muitas mais existam, mas não foi objetivo na tese essa busca de novos atores.

Observa-se que a concentração maior de empresas se dá na RA de Campo Grande (57%). A segunda maior quantidade de empresas da pesquisa está na RA de Realengo (22%), seguida da Bangu (12%). Santa Cruz apresenta a menor participação de empresas na pesquisa. Isto pode estar relacionado a que o incentivo de ocupação na zona industrial foi dado às grandes empresas. De fato, no distrito industrial de Santa Cruz há uma concentração de grandes empresas. Do setor metalmeccânico, nesse distrito estão instaladas duas das maiores empresas de metalurgia (siderurgia) nacionais, que são: a Usina Cosigua (uma siderúrgica do grupo Gerdau) e a



Companhia Siderúrgica do Atlântico - Thyssenkrupp CSA (parceria da alemã Thyssenkrupp com a brasileira Vale).

A Tabela 12 apresenta a localização das empresas por divisão de atividades econômicas principais (CNAE 2.0).

**Tabela 12: Distribuição da Localização das MPMEs de Metalmeccânica na Zona Oeste – MRJ por Atividade Econômica Principal (CNAE 2.0) (%)**

Região Administrativa (RA)	Divisão 24	Divisão 25	Divisão 28	Totais
Bangu	1	6	1	<b>8</b>
Campo Grande	3	21	10	<b>34</b>
Realengo	1	10	2	<b>13</b>
Santa Cruz	2	2	0	<b>4</b>
<b>Totais</b>	<b>7</b>	<b>39</b>	<b>13</b>	<b>59</b>
<b>Participação Relativa por Divisão (CNAE 2.0)</b>	<b>12%</b>	<b>66%</b>	<b>22%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da pesquisa de campo.

As MPMEs de metalurgia (divisão 24) são o grupo menos representativo na ZO do MRJ, com 12% do total. Em termos absolutos, são apenas sete empresas, com maior concentração espacial na região administrativa de Campo Grande. Nesta região administrativa se concentram a maior parte das MPMEs das outras duas divisões de atividades econômicas de metalmeccânica da ZO: 54% das MPMEs da divisão 25 (produtos de metal) e 77% das empresas da divisão 28 (máquinas e equipamentos). De toda a amostra de empresas pesquisadas, a maioria delas, na ZO, são da divisão 25 (66%), o que tem correspondência a nível nacional no setor metalmeccânico, como demonstrado nesta tese (correspondem a 70% entre as três divisões consideradas).

A Tabela 13 apresenta um resumo das empresas participantes efetivas da pesquisa, sendo o resultado 'líquido' da tabela anterior.

A maior participação relativa de empresas da ZO foi da RA de Campo Grande, com 47% das empresas desta região, seguida pelas empresas situadas na RA de Bangu, com 38% das empresas listadas na RA, vindo em seguida as empresas da RA de Santa Cruz (25%) e finalmente da RA de Realengo (23%).

**Tabela 13: Resumo – MPMEs de MM da ZO Participantes da Pesquisa por Região Administrativa**

Região Administrativa	Empresas Participantes da Pesquisa (A)	Total de Empresas da ZO (B)	Participação Relativa (%) (A/B)
Bangu	3	8	38
Campo Grande	16	34	47
Realengo	3	13	23
Santa Cruz	1	4	25
<b>Total</b>	<b>23 (C)</b>	<b>59 (D)</b>	<b>39<sup>1</sup></b>

Fonte: elaboração própria.

Nota: (1) percentual de (C/D).

A Tabela 14 desagrega a participação por divisão (CNAE 2.0) das MPMEs da ZO.

**Tabela 14: Resumo – MPMEs de MM da ZO Participantes da Pesquisa por Divisão de Atividades Econômicas (CNAE 2.0)**

Divisão (CNAE 2.0)	Empresas Participantes da Pesquisa	Total de Empresas da ZO	Participação Relativa (%)
24	2	7	29
25	15	39	38
28	6	13	46
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>59</b>	<b>39</b>

Fonte: elaboração própria.

Considerando as empresas participantes da pesquisa, em relação ao total listado na ZO, por atividade econômica principal, 29% das empresas da divisão de ‘metalurgia’ (código 24, CNAE 2.0) participaram diretamente da pesquisa; da divisão ‘produtos de metal’ (código 25, CNAE 2.0) foram 38%; e da divisão de ‘máquinas e equipamentos’ (código 28, CNAE 2.0), participaram da pesquisa 46%.

A partir da Tabela 15 são apresentados os resultados coletados por meio do questionário de pesquisa aplicado às MPMEs na ZO. Será apresentado por blocos, conforme os aspectos levantados nas entrevistas.

#### **Perfil dos respondentes**

As informações desta seção referem-se, no questionário de coleta de dados, à página 1 – bloco ‘Identificação do Entrevistado’. O primeiro aspecto que se buscou identificar foi o perfil dos respondentes da pesquisa, a fim de garantir que as respostas sejam qualificadas, no sentido de

se constituir um quadro real e fidedigno de cada empresa pesquisada. Assim, na Tabela 15, identifica-se o perfil dos respondentes, a partir de seu vínculo com a empresa, sua função atual, o grau de escolaridade e a origem de sua competência para ocupar a função atual.

Uma observação inicial se faz necessária. Como a pesquisa se baseou num contato bem próximo com a quase totalidade dos respondentes, algumas respostas objetivas ao questionário são ajustadas ao objetivo de informação da pesquisa. Assim, na Tabela 15, a função declarada nem sempre equivalia ao exercício real de funções na administração da empresa, tendo em vista as informações obtidas no contato pessoal.

**Tabela 15 – Distribuição da Qualificação dos Respondentes (%)**

<b>Vínculo com a Empresa</b>	<b>%</b>	<b>Tempo na Função</b>	<b>%</b>	<b>Aquisição de Competência</b>	<b>%</b>
Sócio	<b>69,6</b>	Até 1 ano	<b>0</b>	Na empresa atual	<b>87</b>
Não-sócio	<b>30,4</b>	Mais de 1 até 3 anos	<b>4,4</b>	Em outra empresa	<b>13</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>	Mais de 3 até 5 anos	<b>8,7</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Nível de Escolaridade</b>	<b>%</b>	Mais de 5 até 10 anos	<b>13,0</b>	<b>Função na Administração</b>	<b>%</b>
Médio Incompleto	<b>4,4</b>	Mais de 10 até 15 anos	<b>34,8</b>	Alta administração	<b>78,3</b>
Médio-técnico	<b>30,4</b>	Mais de 15 até 20 anos	<b>4,4</b>	Gerência	<b>8,7</b>
Superior	<b>56,5</b>	Mais de 20 anos	<b>21,7</b>	Engenharia	<b>8,7</b>
Pós-graduação	<b>8,7</b>	Não responderam	<b>13,0</b>	Técnica	<b>4,3</b>
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>100</b>

Fonte: elaboração própria. Percentuais calculados sobre o total de respondentes entrevistados.

Os respondentes da pesquisa, pelas empresas da região, são, em geral, sócios dos negócios. Este o caso de 69,6% deles. Os demais 30,4% não são sócios, sendo em geral membros da alta administração das empresas, juntamente com os sócios (78,3%), o que garante a qualificação adequada como respondentes, uma vez que conhecem a fundo o perfil das empresas, suas capacitações tecnológicas e organizacionais, bem como seus desafios nestas áreas de competência. E outros destes ocupam cargos de gerência nas empresas. Os respondentes são muito experientes nas funções que ocupam, pois 60,9% deles ocupam a função há mais de 10 anos. Se aumentado para uma experiência na função há mais de 5 anos, este percentual salta para 73,9% dos respondentes da pesquisa. Uma comprovação adicional desse conhecimento a respeito das empresas que representam na pesquisa é o fato de que 87% dos respondentes terem adquirido sua competência para a função na própria empresa.

Entre os respondentes destaca-se o nível técnico de formação elevado da maioria, uma vez que 65,2% deles possuem nível de escolaridade superior ou são pós-graduados. Tal perfil é exigido para as funções nas indústrias de transformação, como é o caso da metalmeccânica.

### **Informações gerais das empresas pesquisadas**

As informações desta seção referem-se, no questionário de coleta de dados, às páginas 1 e 2, todos os blocos, exceto 'Identificação do Entrevistado'. Para caracterização do perfil das MPMEs de metalmeccânica da ZO, foram investigados os seguintes aspectos: distribuição por porte (conforme metodologia do SEBRAE – Anexo 2); idade das empresas; situação jurídica e tributária; evolução da receita bruta nos últimos três anos; produtos principais e mercados de atuação; e grau de internacionalização de sua comercialização.

A Tabela 16 apresenta os aspectos do perfil empresarial relativos à distribuição por porte e por tempo de atividades das MPMEs de metalmeccânica na zona oeste.

**Tabela 16 – Distribuição por Porte e Tempo de Atividades das Empresas (%)**

<b>Porte</b>	<b>Nº Funcionários</b>	<b>Qt.</b>	<b>%</b>	<b>Fundação</b>	<b>Duração (Anos) <sup>1</sup></b>	<b>%</b>
Micro	Até 9	7	<b>52,2</b>	Anterior a 1970	Mais 45	<b>13,0</b>
	10-19	5		Década de 1970	Mais 35 - 45	<b>13,0</b>
Pequeno	20-49	4	<b>26,1</b>	Década de 1980	Mais 25 - 35	<b>4,4</b>
	50-99	2		Década de 1990	Mais 15 - 25	<b>13,0</b>
Médio	100-499	5	<b>21,7</b>	Década de 2000	Mais 5 - 15	<b>47,8</b>
Não responderam		0	<b>0</b>	Década de 2010	0 a 5	<b>0</b>
<b>Total</b>		<b>23</b>	<b>100</b>	Não responderam		<b>8,7</b>

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Nota (1): Data base – dezembro 2015.

Quanto ao porte, o perfil foi desagregado em micro, pequeno e médio porte, uma vez que as empresas de grande porte não fazem parte da pesquisa. E no caso do tempo de atividades, a segmentação foi decenal, regredindo até a década que contenha pelo menos uma das empresas entrevistadas.

As empresas entrevistadas de metalmeccânica da ZO são predominantemente de micro e pequeno porte (52,2% e 26,1%, respectivamente), sendo as demais 21,7% empresas de médio porte. As grandes empresas da região estão fora do escopo da pesquisa, por isso não aparecem aqui retratadas.

A maior parte das empresas da ZO são de constituição recente, com 47,8% delas tendo sido criadas na década de 2000, tendo entre cinco e 15 anos de existência. Outros 13% das

empresas foram criadas na década de 1990, tendo idades entre 15 e 25 anos de fundação. E as demais empresas que responderam à questão (apenas 8,7% não responderam), ou seja, 30,4% das empresas, foram fundadas há 25 ou mais anos. Isto demonstra a maturidade das empresas de metalmeccânica da região. A ressaltar, a ausência de empresas fundadas mais recentemente na ZO, entre o conjunto de empresas entrevistadas na pesquisa.

Outro aspecto que ressaltar também dos dados da Tabela 16, é o fato de que apenas 4,4% das empresas são de criação na década de 1980. A partir de informações verbais dos entrevistados, constatou-se que houve um grande esvaziamento na região da década de 1990 em diante, em função do esvaziamento dos distritos industriais criados na região, como resultado das políticas públicas nas décadas de 1970 e 1980. O fato se deu, segundo os relatos dos entrevistados, por falta de um maior apoio à permanência das empresas, incentivadas inicialmente por questão locacional, com infraestrutura adequada às atividades industriais de grande porte, mas que não tiveram continuidade, por exemplo com políticas de adensamento por meio de incentivo ao encadeamento produtivo local.

A Tabela 17 apresenta os aspectos do perfil empresarial relativos à natureza jurídica de cada empresa e o sistema de tributação que adota.

**Tabela 17 – Distribuição por Natureza Jurídica e Perfil de Tributação (%)**

<b>Natureza Jurídica</b>	<b>%</b>	<b>Tributação</b>	<b>%</b>
Ltda	<b>78,3</b>	Supersimples	<b>60,9</b>
S.A. Aberta	<b>0</b>	Lucro Real	<b>26,1</b>
S.A. Fechada	<b>21,7</b>	Lucro Presumido	<b>8,7</b>
Não responderam	<b>0</b>	Não responderam	<b>4,3</b>
Total	<b>100</b>	Total	<b>100</b>

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Quanto à situação cadastral das MPMEs no país, foram relacionadas, como opções de escolha para os respondentes, três naturezas jurídicas: Sociedade Empresária Limitada; Sociedade Anônima Aberta; e Sociedade Anônima Fechada.

A escolha por apenas estas naturezas jurídicas se deve ao fato de se ter já uma ideia prévia das empresas da região, em função de livro publicado por La Rovere e Silva (2010), com diagnóstico socioeconômico local e pelos dados colhidos no cadastro FIRJAN.<sup>66</sup>

<sup>66</sup> As opções de natureza jurídica válidas no Brasil podem ser obtidas no site da Secretaria da Receita Federal Brasileira: Tabela Natureza Jurídica e Qualificação do Representante da Entidade. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/cnpj/tabelas/natjurqualificaresponsavel.htm>>. Acesso em 02 mar. 2016.

O mesmo se deu com relação ao aspecto tributário no formulário de entrevista. Foram oferecidas as opções: Supersimples; Lucro Real; e Lucro Presumido. Nas duas situações, no instrumento de pesquisa (Apêndice 2), era oferecida uma opção em aberto, prevendo a possibilidade de surgirem outras respostas possíveis.

Os resultados da pesquisa apontaram que 78,3% das empresas entrevistadas são sociedades por cotas de responsabilidade limitada, englobando todas as empresas de porte micro e pequeno; as demais – empresas de médio porte – são sociedades anônimas de capital fechado. Com relação ao sistema de tributação adotado, são optantes do supersimples 60,9% das empresas, número relativo que contém todas as microempresas (52,2%, conforme Tabela 17) e parte das pequenas empresas (8,7% delas). O segundo maior grupo de empresas entrevistadas opta por tributação por lucro real (26,1%) e apenas 8,7% das empresas entrevistadas fazem sua tributação com base no lucro presumido. Uma empresa apenas não respondeu esta questão.

A Tabela 18 apresenta a receita operacional bruta das MPMEs no país, com sua evolução no período de 2012 a 2014, além da participação relativa de cada faixa e também a classificação de porte utilizando a metodologia do BNDES.

**Tabela 18 – Distribuição por Faixa de Receita Operacional Bruta – Evolução no Período 2012-2014 (%)**

Faixas de Receita Operacional Bruta	%			Porte (BNDES)
	2012	2013	2014	
Menor ou igual a R\$ 1 milhão	43,5	39,1	39,1	Micro
Maior que R\$ 1 milhão e menor ou igual a R\$ 2,4 milhões	13,0	13,0	13,0	
Maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões	17,4	13,0	8,7	Pequeno
Maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões	8,7	17,4	21,7	Médio
Maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões	8,7	8,7	8,7	Médio-grande
Não Responderam	8,7	8,7	8,7	
Total	100	100	100	

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Na pesquisa foi utilizada uma divisão maior na faixa inferior (até R\$ 2,4 milhões), a fim de avaliar melhor a evolução de ganhos das microempresas, que será complementado com a análise de outros aspectos levantados na pesquisa, em relação ao progresso técnico e organizacional.

Na ZO, entre as empresas entrevistadas, observa-se, pelos resultados expostos na Tabela 18, que houve migração de empresas por faixas de receita operacional ao longo dos três anos retratados na pesquisa. Parece ter ocorrido um deslocamento em cascata em todas as faixas de receita, desde a menor faixa de receita (menor ou igual a R\$ 1 milhão) até a penúltima faixa de receita (maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões), sendo mais intensa nesta faixa, em que apenas disseram estar enquadradas 8,7% das empresas em 2012 e que saltou para 21,7% das empresas em 2014, um aumento de participação de empresas nesta faixa de receita bruta de 13 pontos percentuais, indicando um período de maiores receitas para as empresas entrevistadas.

Este deslocamento de empresas por faixa de receita bruta, para a penúltima faixa de receita (maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões), se deu entre as empresas da faixa imediatamente anterior (maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões), faixa de receita onde se situavam 17,4% das empresas entrevistadas em 2012 e que se reduziu para somente 8,7% das empresas em 2014, uma queda de quase 9 pontos percentuais.

A diferença, porém, de 4 pontos percentuais entre as migrações por faixa de receita, parece indicar que, nas faixas de menor receita também houve o mesmo deslocamento de empresas, que realizaram maiores ganhos em termos de receita bruta no período. De fato, a Tabela 18 mostra que houve migração de empresas da faixa de menor receita (menor ou igual a R\$ 1 milhão) para o patamar de receita imediatamente superior (maior que R\$ 1 milhão e menor ou igual a R\$ 2,4 milhões), com redução do número relativo de empresas, entre 2012 e 2014, de 4,4 pontos percentuais e entre as empresas que estavam neste patamar para o outro patamar imediatamente superior e assim por diante.

Apenas entre as empresas com receitas operacionais brutas na maior faixa (maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões) não apresentou alteração dos percentuais relativos no quantitativo das empresas. As empresas que indicaram este patamar de receita bruta em 2012, foram as mesmas que o fizeram, tanto em 2013 quanto em 2014 (8,7% das empresas).

Se considerado o porte das empresas pelo critério do BNDES (por faixa de receita operacional bruta), no período pesquisado, houve migração de porte das empresas entrevistadas na ZO. No período de 2012 a 2014: reduziu-se o número das microempresas na região (passaram de 56,5% para 52,1%); reduziu-se o número das empresas de pequeno porte (passaram de 17,4% para 8,7%); e aumentou o número de empresas de médio porte (passaram de 8,7% para 21,7%). O BNDES ainda tem uma faixa superior, que denominam de médio-grande porte, onde se enquadraram 8,7% das demais médias empresas, assim enquadradas na tese segundo o critério utilizado na pesquisa.<sup>67</sup>

---

67 Baseado na metodologia de classificação do Sebrae, que pode ser consultado no Anexo 2.

Com relação aos principais produtos fabricados, na Tabela 19 os dados foram agrupados conforme as divisões de atividades principais das empresas respondentes, buscando-se identificar também as distintas participações dos produtos de metalurgia dos metais ferrosos e dos não-ferrosos na ZO. Também foi possível identificar o destino dos produtos de metal, entre sua aplicação à fabricação e montagem de outros produtos e o atendimento ao mercado consumidor final.

**Tabela 19 – Distribuição por Linha de Produtos e Serviços Principais (%)**

<b>Linha de produtos e Serviços</b>	<b>%</b>
Produtos Metalúrgicos Ferrosos	<b>26,1</b>
Produtos Metalúrgicos Não Ferrosos	<b>26,1</b>
Produtos de Metal (bens intermediários para outras indústrias)	<b>39,1</b>
Produtos de Metal (para consumo final)	<b>39,1</b>
Fabricação de Máquinas e Equipamentos	<b>34,8</b>
Prestador de Serviços à Indústria	<b>43,5</b>
Outros: Serviços a clubes de lazer	<b>8,7</b>
Outros: diversos	<b>4,3</b>

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Com relação à participação relativa de suas linhas de produtos e serviços, há predominância de: prestadores de serviços industriais (43,5%); fabricantes de produtos de metal, na mesma proporção em bens intermediários e bens para consumo final (ambos com 39,1%); e fabricantes de máquinas e equipamentos (34,8%). Em muitos casos, alguns dos fabricantes de bens intermediários e de máquinas e equipamentos têm também atividades de prestação de serviços industriais, como atividade secundária ou complementar à sua atividade econômica principal. Da mesma forma ocorre no caso dos fabricantes de bens para consumo final, em que algumas empresas são também fabricantes de bens intermediários. Esta é também a situação dos fabricantes locais de produtos metalúrgicos ferrosos e não ferrosos, voltados para atender, em sua maior parte, às empresas da cadeia produtiva ou, mais amplamente, do complexo produtivo metalmeccânico.

O que emerge como atividade principal na ZO, entre as empresas entrevistadas, é a atividade de produção voltada para o consumo intermediário na cadeia produtiva, tanto metalmeccânica, a jusante das divisões pesquisadas, como para outras atividades da indústria de transformação.



Com relação aos mercados que atendem, a Tabela 20 apresenta o resultado da pesquisa, identificando-se os principais mercados, do ponto de vista econômico e territorialmente.

As empresas de metalmeccânica da ZO entrevistadas atendem majoritariamente ao mercado industrial (78,3%), situado em sua maioria no estado do Rio de Janeiro (69,6%), sendo que 47,8% delas tem atuação nos mercados a nível nacional.

**Tabela 20 – Distribuição por Principais Mercados, Territórios Atendidos e Exportação (%)**

<b>Mercados</b>	<b>%</b>	<b>Atendimento</b>	<b>%</b>	<b>Exportam</b>	<b>%</b>
Indústria	78,3	Local	69,6	Sim	8,7
Prestadores de Serviços	17,4	Nacional	47,8	Não	87,0
Comércio	21,7	Internacional	4,3	Não Responderam	4,3
Consumidores	4,3				
Clubes de Lazer	4,3				

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Em termos de comércio exterior, apenas uma empresa informou ter como alvo também o mercado externo, sendo que apenas duas empresas informaram que exportam parte de sua produção, tendo como destinos das exportações o Mercosul e a América Latina. Como evidenciam os resultados, as atividades de metalmeccânica da ZO, entre as empresas entrevistadas, é voltada para a produção de bens intermediários para as atividades econômicas industriais destinadas a diversos ramos.

### **Capacidade Produtiva – Atualização Tecnológica**

Neste tópico são apresentados os resultados qualitativos e quantitativos acerca da atualização tecnológica dos processos produtivos e da organização da produção utilizados pelas MPMEs de metalmeccânica da ZO. As respostas foram compiladas nas tabelas a seguir.

A Tabela 21 apresenta todos as tecnologias de processos produtivos utilizados e o modo como a produção é executada.

**Tabela 21 – Distribuição: Processos Fabris e Nível de Competitividade da Manufatura (%)**

<b>Processos Tecnológicos <sup>1</sup></b>	<b>(N)</b>	<b>(1)</b>	<b>(3)</b>	<b>(5)</b>	<b>Outras Respostas</b>
Fundição	87,0	4,3	8,7	0	0
Laminação (placas e chapas)	100	0	0	0	0
Conformação a quente mecanizada <sup>2</sup>	91,3	4,3	4,3	0	0
Conformação a quente automática <sup>2</sup>	91,3	0	4,4	0	4,3 (NR)
Conformação a frio mecanizada <sup>2</sup>	78,3	4,3	8,7	0	4,3 (NR); 4,3 (possui)
Conformação a frio automatizada <sup>2</sup>	87,0	4,3	4,3	0	4,3 (NR)

Fabricação de tubos com costura	87,0	0	8,7	0	4,3 (NR)
Fabricação de tubos sem costura	95,7	0	0	0	4,3 (NR)
Corte e dobra manual	47,8	13,0	30,4	0	4,3 (possui); 4,3 (NR)
Corte e dobra automatizada	78,3	4,3	8,7	4,3	4,3 (NR)
Corte por punçionamento	82,6	0	4,3	8,7	4,3 (NR)
Corte por eletroerosão a fio	91,3	0	4,3	0	4,3 (NR)
Corte a laser	91,3	0	0	4,3	4,3 (NR)
Oxicorte	60,9	17,4	13,0	4,3	4,3 (NR)
Corte por jato de água	95,7	0	0	0	4,3 (NR)
Usinagem manual (tornos, fresadoras etc.)	34,8	17,4	30,4	8,7	4,3 (possui); 4,3 (NR)
Usinagem semiautomática (tornos, fresadoras etc.)	73,9	0	17,4	4,3	4,3 (NR)
Usinagem automática (tornos, fresadoras etc.)	82,6	0	8,7	4,3	4,3 (NR)
Usinagem CNC (tornos, fresadoras etc.)	69,6	0	17,4	8,7	4,3 (NR)
Usinagem CNC com uso de robôs	91,3	0	0	4,3	4,3 (NR)
Usinagem de altíssima velocidade (HSM/HSC)	87,0	0	8,7	0	4,3 (NR)
Microusinagem CNC	95,7	0	0	0	4,3 (NR)
Soldagem por pontos	65,2	4,3	13,0	8,7	4,3 (possui); 4,3 (NR)
Soldagem por eletrodo revestido	43,5	13,0	26,1	8,7	4,3 (possui); 4,3 (NR)
Soldagem MIG/MAG	47,8	13,0	26,1	4,3	4,3 (possui); 4,3 (NR)
Soldagem TIG	52,2	13,0	21,7	4,3	4,3 (possui); 4,3 (NR)
Soldagem por arco submerso	87,0	0	4,3	4,3	4,3 (NR)
Soldagem contínua eletrônica	91,3	0	0	4,3	4,3 (NR)
Soldagem a laser	95,7	0	0	0	4,3 (NR)
Deposição superficial por aspersão térmica, laser, eletrólítica ou química	95,7	0	0	0	4,3 (NR)
Manufatura aditiva – Impressão 3D	95,7	0	0	0	4,3 (NR)
Outros: Fornos de tratamento térmico	95,7	0	4,3	0	0

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Notas:

1) (N) = Tecnologia de processo não utilizada; (1) = Tecnologia desatualizada e/ou não garante competitividade (risco em qualidade, produtividade ou *market share*); (3) = Tecnologia de processo garante competitividade, mesmo não sendo fronteira tecnológica; (5) = Empresa na fronteira tecnológica para este processo; (NR) = Não responderam; (possui) = possui o processo, mas não indicou nível tecnológico do mesmo.

2) Processos: forjamento, trefilação, calandragem, estampagem etc.

Características gerais dos processos e das capacitações tecnológicas na região: a partir da pesquisa de campo, com a coleta dos dados (Tabela 21) e com a pesquisa de percepção feita pelo pesquisador, nos contatos pessoais que foram possíveis em cerca de 87% das empresas entrevistadas, pode ser identificada especialidade local em processos tecnológicos nas seguintes áreas tecnológicas de metalmeccânica:

- caldeiraria pesada;
- furação de perfis;
- fabricação de perfis soldados;
- preparação de tubos (corte, chanfro e curvamento);
- fabricação e montagem de estruturas metálicas de pequeno, médio e grande porte;

- produtos diferenciados para consumo de alto padrão – expertise em inox (coifas, *cooktops*, fornos e dominós);
- produtos diversos de aço inox (guarda-corpo, escadas, corrimões, portas e mobiliário geral);
- Processo de corte e dobra manual em geral;
- Corte e dobra de precisão, mecanizado e automatizado;
- Usinagem de peças metálicas em geral;
- Usinagem de precisão e de geometrias complexas;
- Soldagem de manutenção geral;
- Soldagem de materiais dissimilares e de difícil soldabilidade;

Um primeiro resultado que ressalta da Tabela 21 é com relação à capacidade competitiva dos processos presentes nas MPMEs da ZO entrevistadas. O primeiro conjunto está relacionado com as empresas que utilizam como processo principal a fundição. No total, tem-se que 13% das empresas possuem este processo tecnológico de produção como uma das atividades produtivas principais do negócio. Dessas empresas, cerca de 67% delas classificam seu processo como competitivo frente ao padrão tecnológico concorrencial a nível mundial. Os outros 33% das MPMEs consideram que seus processos possuem tecnologia defasada e que compromete a manutenção do seu negócio.

O segundo conjunto de empresas são as que atuam, tendo como processo principal as tecnologias de conformação mecânica (forjamento, trefilação, estampagem, calandragem etc.). Neste caso, 8,7% das empresas possuem um ou mais desses processos fabris que, de modo geral, mostram-se competitivos. Apenas na ‘conformação a frio mecanizada’ e também na ‘conformação a frio automatizada’ é que 4,3% das empresas possuem processos tecnologicamente desatualizados tecnologicamente.

Na ‘fabricação de tubos com costura’, especialidade de 8,7% das empresas, os processos fabris são competitivos, apesar de não representarem o estado da arte da tecnologia. Nas operações de ‘corte e dobra’, nos sistemas que operam com os processos mais sofisticados (corte e dobra automatizada, puncionamento, eletroerosão a fio, corte a laser), em geral, as empresas possuem processos tecnologicamente competitivos. Porém, em se tratando de ‘corte e dobra manual’, bem como no processo de ‘oxicorte’, respectivamente 13% e 17,4% das empresas possuem esses processos, mas os consideram desatualizados tecnologicamente, com contribuição negativa para a competitividade de suas operações. Porém, está nesse mesmo processo manual de ‘corte e dobra manual’, o maior número de MPMEs com tecnologia adequada à competição mundial: 30,4% das empresas entrevistadas da ZO.

Nas empresas com processos de produção por usinagem (torneamento, fresamento e outros, manuais e automatizados ou CNC), não houve citação de possuírem tecnologias defasadas tecnologicamente entre os equipamentos de produção semiautomáticos, automáticos e CNC. Apenas no caso da usinagem manual, foram relatados processos com tecnologias defasadas. Tais processos estão presentes em 17,4% das empresas entrevistadas.

Apenas 4,3% das MPMEs possuem máquinas-operatrizes para usinagem CNC com uso de robôs, tecnologia de produção mais avançada a nível mundial. E 8,7% das empresas informaram possuir a tecnologia de fronteira ‘usinagem de altíssima velocidade (HSM/HSC)’, mas assinalou tal processo no questionário como um processo de tecnologia competitiva e não como um processo na fronteira tecnológica, como de fato é (marcou com número ‘3’ e não ‘5’). Não tendo sido possível esclarecer esta situação junto ao respondente, manteve-se a classificação dada por ele.

Do conjunto de processos de soldagem utilizados pelas MPMEs entrevistadas, a tecnologia de soldagem por eletrodo revestido é a que tem o uso mais disseminado, estando presente em 47,8% das empresas, sendo que, em 13% delas a tecnologia utilizada já é obsoleta, o que afeta a competitividade das empresas. No caso do processo MIG/MAG, também em 13% das empresas o processo está desatualizado, o mesmo se dando com a tecnologia de soldagem TIG.

O destaque positivo fica por conta da existência de empresas na ZO que utilizam tecnologia atualizada (na fronteira tecnológica) nos seguintes processos de soldagem: por pontos; por eletrodo revestido; MIG/MAG; TIG; arco submerso; e soldagem contínua eletrônica. Apenas o processo de soldagem a laser não é utilizado por nenhuma das empresas entrevistadas na ZO.

Um cruzamento dos dados coletados, considerando o porte das empresas pesquisadas e o nível de atualização tecnológica dos processos (Tabelas 16 e 21), revelou que, entre as microempresas (até 19 pessoas ocupadas), na maior parte delas, os seus processos garantem a elas competitividade no ambiente de concorrência atual (58,3%); outros 25% das empresas têm processos obsoletos, com risco de perda de espaço no mercado onde competem; e 16,7% delas não responderam ou não explicitaram suas respostas.

No caso das empresas de pequeno porte (entre 20 e 99 pessoas ocupadas), o quadro é diferente: não há empresas utilizando processos desatualizados tecnologicamente; a maioria delas (83,3%) utilizam-se de processos com tecnologias que as mantem competitivas no mercado a nível mundial; e 16,7% das pequenas empresas utilizam processos produtivos com tecnologias de fronteira.

E, finalmente, as médias empresas de metalmeccânica entrevistadas na ZO do MRJ apresentam um terceiro perfil em tecnologias de processos industriais em uso: há 40% de empresas utilizando tecnologia de processos na fronteira tecnológica a nível mundial; e as demais

empresa de médio porte (60%) têm seus processos adequados para o cenário de competitividade atual.

Isto mostra um maior nível de risco para microempresas de metalmeccânica, que apresentam maior defasagem tecnológica em relação às de porte maior do setor.

Este quadro é baseado na análise das respostas para a maior parte dos processos fabris utilizados. Entretanto, praticamente todas as empresas também têm processos em outros patamares de atualização tecnológica. Não fez parte da pesquisa levantar particularmente cada processo de cada empresa e ainda cabe ressaltar que as respostas foram dadas pelos respondentes das próprias empresas. Esta ressalva é importante, uma vez que a pesquisa visa levantar as demandas por capacitações tecnológicas mais gerais, indicadas a partir das necessidades sentidas ou percebidas pela administração de cada empresa entrevistada.

A partir de outro cruzamento de dados, quando avaliadas por atividades econômicas, desagregadas a dois dígitos, versus o nível de atualização tecnológica dos processos (Tabelas 14 e 21), todas as empresas entrevistadas, da divisão de metalurgia (divisão 24), avaliam que seus processos possuem tecnologia que garante competitividade para o seu negócio.

Já no caso das empresas fabricantes de produtos de metal (divisão 25), a situação é diversa, havendo, entre os respondentes, fabricantes com seus processos produtivos principais totalmente desatualizados ou a maior parte deles (20%). Para cerca de 67% das empresas entrevistadas os seus principais processos produtivos possuem tecnologia que os mantém competitivos para atuarem nos mercados atuais. E apenas 6,7% das MPMEs entrevistadas estão atuando com processos na fronteira tecnológica. Uma empresa não forneceu detalhamento de seus processos em termos de adequação tecnológica.

As empresas pesquisadas da divisão 28 (fabricante de máquinas e equipamentos) foram as que apresentaram resultados melhores em termos do nível de atualização tecnológica dos seus principais processos fabris. Em 50% das empresas entrevistadas, os processos são considerados competitivos. Cerca de 33% das empresas estão utilizando processos na fronteira tecnológica. E uma empresa não respondeu a este quesito (6,7%).

Após este segundo cruzamento, fica evidente que a situação de precariedade das condições de operação das microempresas de metalmeccânica se dá entre as fabricantes de produtos de metal (divisão 25). Este o grupo de empresas em maior desvantagem tecnológica entre todas as empresas pesquisadas.

A Tabela 22 indica a estrutura de organização da produção a partir da natureza da demanda de produção, da frequência de produção e do arranjo físico fabril das MPMEs de metalmeccânica da ZO.

**Tabela 22 – Estruturas de Produção – Demanda, Frequência de Produção e Arranjo Físico (%)**

<u>Natureza da Demanda</u>	<u>% MPMEs</u>	<u>Frequência de Produção</u>	<u>% MPMEs</u>
Por Previsão	8,7	Contínua	17,4
Por Plano Mestre	4,3	Massa-Seriada	0
Contra Pedido	78,3	Por Lote (Batelada)	0
Outro / Não responderam	8,7	Sob Encomenda	82,6
		Única – por Projeto Individualizado	0
		Outro:	0
<u>Arranjo Físico (Lay out)</u>	<u>% MPMEs</u>		
Fixo (posicional)	21,7		
Linha de Montagem por Produto	17,4		
Celular	4,4		
Funcional (por processo)	26,1		
Móvel (não fixo) ou flexível	30,4		
Outro:	0		

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Em geral, a produção é acionada a partir dos pedidos firmes colocados para as empresas entrevistadas. Assim, para 78,3% das MPMEs entrevistadas, o processo fabril segue a demanda ‘contra pedido’. Trata-se de um método que envolve menor risco, pois não impõe qualquer antecipação de recursos para aquisição de matérias primas. Entre as demais empresas entrevistadas, 8,7% delas seguem uma demanda por previsão; outras 4,3% seguem plano mestre de produção.

Considerando a frequência de produção dos produtos, como se trata de produtos, em sua maioria, não seriados, as empresas, majoritariamente, trabalham com produção sob encomenda (82,6%), como já identificado. As demais empresas indicaram que optam por produção contínua, o que não se coaduna com os processos produtivos de metalmeccânica, sendo um tipo de frequência adequada para produtos com escoamento contínuo.

A grande variedade está no ‘arranjo físico’ na forma de organizar fisicamente os recursos de produção no espaço dentro da instalação de uma operação produtiva (CORRÊA & CORRÊA, 2006). Há uma maior diversidade de arranjos físicos informados. Assim, para 30,4% das empresas o seu arranjo é móvel, ou uma opção por arranjos flexíveis, método cada vez mais frequente, dada a frequência maior de introdução de novos produtos.

O segundo arranjo mais utilizado é o ‘funcional’. Neste tipo de organização física dos recursos, as máquinas e equipamentos de produção são posicionados conforme sua função no processo produtivo. No caso de uma empresa de usinagem, por exemplo, ela dispõe lado a lado os tornos, seguidos das fresadoras e assim por diante. Com este tipo de arranjo, estão organizadas 26,1% das empresas entrevistadas.

O arranjo celular, aqui escolhido por apenas 4,4% das empresas entrevistadas tende a ser também um arranjo que possibilita uma maior variação dos roteiros produtivos e busca aumentar eficiências do arranjo funcional, mas com manutenção de flexibilidade. Como mostram os resultados, é a prática menos utilizada entre as MPMEs da ZO.

O terceiro arranjo mais utilizado é o ‘fixo’ ou posicional. Neste caso, os recursos que vão agregar valor ao material/produto é que são deslocados até o local de montagem/fabricação do produto, dada a inviabilidade de movimentação prática (ou econômica) do produto. Essa foi a opção assinalada por 21,7% das empresas de metalmeccânica da ZO entrevistadas.

O arranjo por linha de montagem (ou por produto) é realidade em 17,4% das MPMEs. Isto indica que apenas pequena parcela de produtos de metalmeccânica tem uma produção mais repetitiva que justifique a manutenção de uma linha dedicada.

A tabela 22 também permite identificar o quantitativo de citações não adequadas à questão proposta, o que denotaria conhecimento insuficiente de administração da produção. Esta análise será realizada no capítulo de discussão dos resultados da pesquisa.

### **Capacitações em Tecnologias Industriais Básicas (TIB)**

Neste tópico são apresentados os resultados qualitativos e quantitativos acerca das tecnologias básicas que são relevantes para o setor. O domínio dessas tecnologias de base indica a existência de competências fundamentais, alicerçadas em conhecimentos básicos.

A Tabela 23 reúne os dados referentes à capacitação em TIB das MPMEs da ZO e o nível de desenvolvimento em termos de gestão de processos, a partir do nível de certificação de seus sistemas de inspeção e controle de processos e sistemas da qualidade implantados. Os aspectos que se procurou cobrir na questão, cujos resultados foram compilados na Tabela 23, estão relacionados às capacitações em metrologia, normalização e avaliação de conformidade, de domínio essencial em processos industriais como aqueles envolvidos na metalmeccânica.

O que os resultados de forma geral indicam é uma fragilidade em TIB na maioria das empresas, em suas competências mínimas para a gestão dos processos com adequado controle da qualidade e ainda com relação aos aspectos de produtividade fabril.

**Tabela 23 – Distribuição das Capacitações em Tecnologias Industriais Básicas (TIB) (%)**

<b>Tipo de Capacitação</b>	<b>Quantidade de Empresas</b>	<b>Percentual das MPMEs Entrevistadas</b>
Inspeção Final de Produto Implantada	22	95,7
Controle de Processos Implantado	13	56,5
Sistema de Gestão da Qualidade Implantado	11	47,8
Sistema de Gestão da Qualidade Certificado	8	34,8
Sistema de Gestão Ambiental Certificado	3	13,0
Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Certificado	2	8,7
Outra: Certificação Shell, Petrobras, PDVSA etc.	1	4,3

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Os resultados demonstram que, a medida que os tópicos da questão formulada inquiriam de implantação de sistemas mais complexos e de exigência crescente de capacitação em TIB das empresas, reduziu-se o número de MPMEs que informaram possuir tais sistemas, mostrando que o aspecto ‘certificação’ de sistemas organizacionais apresenta-se como uma fragilidade para a maioria das empresas entrevistadas.

Em termos de controle do produto, para garantir uma inspeção mínima dos parâmetros especificados de produção, em conformidade com as exigências dos mercados atendidos, 95,7% das empresas informaram que possuem um sistema de ‘inspeção final de produto’. Pode-se dizer que 100% das MPMEs têm garantia de inspeção, uma vez que apenas uma não assinalou possuir implantada a inspeção, mas assinalou ter sistema de garantia da qualidade, o que contempla a inspeção.

Porém, pouco mais da metade das MPMEs (56,5%) possuem implantado o ‘controle de processo’, o que reduz a confiabilidade do processo produtivo, uma vez que não conformidades podem ocorrer de forma imprevisível durante a produção e de forma aleatória, onerando a fabricação do produto, uma vez que aumenta a exigência de inspeção final mais rigorosa, sem falar na tendência de maior retrabalho e perdas ao longo dos processos.

Um número ainda menor de empresas dispõe de um ‘sistema de gestão da qualidade’ implantado. Aqui não se questionou se tal sistema era certificado, mas se ele existia formalmente na empresa. Apenas 47,8% das empresas afirmaram possuir tal sistema, que lhes permite ampliar a garantia dos produtos por meio de ações sistêmicas de inspeção e controle ao longo dos processos fabris, reduzindo a variabilidade e o surgimento de defeitos e falhas durante a produção.

Quando questionadas, no tópico seguinte da questão, sobre a certificação dos seus sistemas de gestão da qualidade, estreitou-se ainda mais a janela de empresas que responderam



afirmativamente: somente 34,8% das MPMEs de metalmeccânica entrevistadas informaram possuir seus sistemas certificados, o que lhes renderia mais credibilidade no mercado, uma vez que essa certificação tende a se tornar exigência mínima para fornecimento em cadeias de fornecimento setoriais. Já é fato na cadeia de exploração e produção de petróleo e gás, mercado potencial para este adensamento produtivo.<sup>68</sup>

Com relação à responsabilidade ambiental, apurada ao se questionar sobre a existência de sistema de gestão ambiental certificado, apenas 13% das empresas indicaram possuir sistema certificado.

Já sistemas de segurança e saúde formalizados, que vá além das exigências regulatórias impostas às empresas em operação no país, através da legislação brasileira, somente duas empresas possuem certificação.

E entre todas as empresas entrevistadas, somente uma empresa ia além dessas condições prévias de certificação de sistemas, atendendo a outras exigências específicas de alguns mercados que atende, informando possuir outras certificações para atendimento de empresas como a Shell, Petrobras, PDVSA e outras.

Ao ser feito o cruzamento destes resultados com a desagregação por porte, conforme Tabela 24, observa-se que a maior fragilidade em termos de capacitações industriais básicas se encontra entre as microempresas.

**Tabela 24 – Distribuição das Capacitações em Tecnologias Industriais Básicas (TIB) por porte das Empresas de Metalmeccânica (%)**

<b>Tipo de Capacitação</b>	<b>Micro Empresa</b>	<b>Pequena Empresa</b>	<b>Média Empresa</b>
Inspeção Final de produto Implantada	100	100	80,0
Controle de Processos Implantado	41,7	83,3	60,0
Sistema de Gestão da Qualidade Implantado	25,0	66,7	80,0
Sistema de Gestão da Qualidade Certificado	16,7	66,7	40,0
Sistema de Gestão Ambiental Certificado	0	16,7	40,0
Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Certificado	0	0	40,0
Outra: certificação Shell, Petrobras, PDVSA etc.	0	0	20,0

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Apenas 16,7% delas têm seus sistemas da qualidade certificados e somente 25% têm sistema de gestão da qualidade implantado. Ainda em relação às microempresas, menos de

<sup>68</sup> No cadastro 'Navipeças', mantido pela Organização Nacional da Indústria de Petróleo (ONIP), foram identificadas apenas três empresas da zona oeste.

metade delas têm o controle de processos implantado (41,7%) e somente está presente em 100% das microempresas a inspeção final de produtos.

Em relação às pequenas empresas os resultados apontam que mais da metade delas já possuem sistema de gestão da qualidade certificado (66,7%) e uma parcela pequena já possui sistema de gestão ambiental certificado. Em termos relativos, considerando o resultado das microempresas, o dobro das pequenas empresas já possui controle de processos implantado (83,3%) e 66,7% das pequenas empresas têm sistema de gestão da qualidade implantado e certificado, o que representa uma capacitação muito superior ao das microempresas.

De todo o grupo de empresas entrevistadas, as empresas de médio porte são aquelas que apresentam os melhores resultados em termos de capacitação em tecnologias industriais básicas implantadas. Uma observação sobre os dados apresentados merece destaque: o fato de 20% das empresas não indicarem que possuem inspeção final de produtos implantado não implica menor capacitação que as micro e pequenas empresas. Isto porque as empresas que não assinalaram esse tópico já possuem sistema de gestão da qualidade implantado, o que engloba naturalmente o controle completo dos produtos fabricados. O mesmo entendimento deve ser aplicado para o caso do controle de processos nas médias empresas.

O resultado que surpreende é com relação ao tópico sobre certificação de sistema da qualidade. Neste caso, as pequenas empresas têm resultado superior ao das médias empresas, respectivamente com 66,7% e 40% das empresas com sistemas certificados.

No Quadro 6, pode-se observar o nível de percepção das empresas com relação ao impacto da ausência de alguma dessas capacitações em TIB sobre o seu desempenho econômico.

<b>Questão: Em que medida a ausência de algumas das capacitações acima lhe impede de atender a alguns mercados?</b>
R1: Não responderam (43,5%)
R2: Nenhuma (30,4%)
R3: Falta de certificação de sistema da qualidade – ISO 9001 (8,7%)
R4: Nenhuma – só falta de demanda – mercado (4,3%)
R5: Altos custos certificação (4,3%)
R6: Gestão ambiental no futuro (4,3%)
R7: Certificação de alguns produtos (4,3%)
R8: Alguns tipos de certificação (8,7%)
R9: As normas acima são as mínimas para fabricação de bens de capital sob encomenda (4,7%)

**Quadro 6 – Percepção das Restrições à Concorrência por Ausência de Capacitação em TIB**

Fonte: elaboração própria.

Pouco mais da metade das empresas manifestaram alguma posição em relação a esta questão (56,5%). Entre as que fizeram considerações, em torno de 30% delas informaram que a

ausência de capacitação em TIB não afeta seu desempenho no mercado (R2). Dessas, mais da metade delas são microempresas (57,1%); de médio porte eram 28,6% das empresas e apenas uma empresa era de pequeno porte (14,3%).

Apenas duas empresas (8,7% das entrevistadas) indicaram ter implicações sobre sua participação em alguns mercados o fato de não possuir a certificação de seus sistemas de gestão da qualidade conforme a norma NBR ISO 9001:2015 (R3).<sup>69</sup> Mas houve uma empresa (R7) que manifestou o impacto que as certificações de produtos exercem sobre sua atuação, impedindo-a de fornecer em alguns mercados. E ainda duas outras empresas (R8) informaram que a falta de alguns tipos de certificação são barreiras ao ingresso em certos mercados, que não foram especificados.

Duas outras respostas foram dadas: na primeira, o respondente informa que apenas o momento atual, com fraca demanda, impede um resultado econômico melhor de sua empresa (R4); e na segunda, o respondente, falando especificamente sobre o fornecimento de bens de capital, refere-se às opções da questão proposta no questionário (questão 12), como sendo as capacitações mínimas que as empresas que atendem ao mercado de bens de capital precisam possuir para atuar em tais mercados, demonstrando o nível de exigência da concorrência para as empresas fornecedoras que atuam no segmento de máquinas e equipamentos (grupo 28, CNAE 2.0).

### **Principais rotinas das operações industriais – infraestrutura tecnológica**

Aqui se apresentam os resultados obtidos através das respostas às questões 13, 14 e 16 do questionário aplicado às MPMEs. Na questão 13, aborda-se o conhecimento e uso das tecnologias de gestão de operações industriais. As informações foram coletadas das empresas por meio do preenchimento de uma tabela, que apresentava as principais tecnologias de gestão das operações industriais, incluindo também algumas das técnicas de uso corrente na administração dos processos empresariais, como a gestão de melhoria contínua, metodologias de soluções de problemas e círculo de controle de qualidade. O tópico escolhido para título desta parte faz referência à necessidade de uma infraestrutura tecnológica organizacional, por meio de sistemas de gestão estruturados, que visam dar suporte às operações industriais, cada vez mais complexas, na busca de mais eficiência e eficácia no uso dos recursos alocados aos processos produtivos.

Na questão 14, a intenção foi levantar a frequência com que as MPMEs buscam informações tecnológicas e em quais fontes de informações elas fazem buscas.

---

<sup>69</sup> NBR ISO 9001:2015 é a nomenclatura da norma atualmente em vigor no Brasil que estabelece os requisitos para os sistemas de gestão da qualidade.

Na questão 16, buscou-se coletar dados sobre o uso e a importância dada pelas MPME às fontes de informação e de conhecimento tecnológico de forma mais desagregada do que o que foi levantado na questão 14.

A Tabela 25 apresenta os resultados acerca do conhecimento e uso das tecnologias de gestão das operações industriais, com base no período de 2014-2015.

**Tabela 25 – Distribuição por Infraestrutura Tecnológica – Conhecimento e Uso das Tecnologias de Gestão Industrial (%)**

	Tipo de Tecnologia ou Sistema de Gestão	Uso Pleno	Uso Parcial	Conhecida, mas não Usada	Não Conhecida	Não Responderam
Sistemas de Gestão organizacional	Tecnologia ' <i>Lean</i> '	4,3	13,0	8,7	69,6	4,3
	Tecnologia ' <i>Just In Time</i> '	0	13,0	52,2	30,4	4,3
	Tecnologia 'MRP II'	13,0	4,3	30,4	47,8	4,3
	Tecnologia 'ERP'	26,1	8,7	21,7	39,1	4,3
	Tecnologia ' <i>Supply Chain Management</i> ' com simulador	0	0	34,8	60,9	4,3
	Tecnologia ToC – Teoria das Restrições	0	4,3	26,1	60,9	8,7
Práticas de Gestão	Gestão por PCP tradicional manual	21,7	13,0	34,8	21,7	8,7
	Gestão por PCP com planilha eletrônica	30,4	17,4	17,4	26,1	8,7
	Gestão de Manutenção otimizada (MPT, Manutenção Preventiva, Preditiva)	13,0	17,4	26,1	34,8	8,7
	Gestão de Melhoria Contínua	30,4	21,7	30,4	13,0	4,3
	Metodologias de Solução de Problemas	26,1	21,7	26,1	21,7	4,3
	Círculo de Controle de Qualidade	21,7	17,4	34,8	21,7	4,3
	Outra: Seis Sigma	4,3	0	0	0	95,7
	Outra: Sistema Operacional SHI	4,3	0	0	0	95,7

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Os resultados apontam que, quanto ao uso das tecnologias de sistemas de gestão organizacional, os principais sistemas de gestão das operações industriais utilizados no mundo são utilizados por menos de 50% das empresas entrevistadas, isto se somados o 'uso pleno' e o 'uso parcial'.

A tecnologia que foi mais citada como sendo utilizada foi a tecnologia 'ERP', com uso por 34,8% das MPMEs. As tecnologias '*lean*' e '*just in time*' são muito pouco usadas pelas MPMEs da ZO. O motivo, em relação ao sistema de produção *lean*, é o grande desconhecimento desta tecnologia de gestão da maior parte das empresas entrevistadas (69,6% das MPMEs); a tecnologia

'just in time' é conhecida pela maioria das empresas, mas não é utilizada por 52,2%, enquanto 30,4% delas desconhecem a tecnologia.

Mesmo a tecnologia 'MRP II', que teve forte difusão no Brasil na década de 1990 e 2000, não é muito conhecida pelas MPMEs da ZO: apenas 13% usam esta tecnologia de gestão, que, somados aos 4,3% que usam parcialmente, perfazem somente 17,3% de empresas usuárias do sistema de gestão com base no MRP II, mas esta tecnologia é desconhecida de quase 50% das MPMEs (47,8%). Já a tecnologia '*supply chain management*' não é utilizada por nenhuma das MPMEs entrevistadas e é desconhecida por 60,9% e conhecida por apenas 34,8% das empresas. Com a tecnologia ToC, apenas uma empresa citou usar parcialmente a tecnologia, enquanto 60,9% das MPMEs desconhecem esta tecnologia.

Com relação às práticas de gestão mais utilizadas pelas empresas, plenamente ou parcialmente, são, por ordem de utilização: 'gestão de melhoria contínua' (52,1%); 'gestão por PCP com planilha eletrônica' (47,8%); 'metodologias de solução de problemas' (47,8%); Círculo de Controle de Qualidade (39,1%); Gestão por PCP tradicional manual (34,7%); Gestão de Manutenção otimizada (MPT, Manutenção Preventiva, Preditiva) (30,4%). Ainda foram citadas a metodologia de controle 'seis sigma' (4,3%) e sistema operacional SHI (4,3%).

Pelos resultados apresentados com relação às tecnologias de gestão em uso nas empresas, o que se percebe é que as MPMEs ainda não têm um pleno conhecimento dessas sistemáticas de planejamento e controle dos processos produtivos, ficando os processos mais na dependência apenas da experiência de seus gestores do que na utilização dos recursos tecnológicos mais avançados para otimizar o uso dos recursos produtivos. Isto também indica que os tomadores de decisão a nível estratégico são alimentados de dados de forma mais manual do que por meio eletrônico de dados, convivendo as MPMEs de metalmeccânica entrevistadas na ZO com tendência de atuação dos seus gestores de forma mais reativa do que proativa às mudanças de cenário do ambiente de negócios. Significa também defasagem de ganhos advindos do impacto sobre a eficiência global do processo produtivo, por falta de instrumentos de decisão mais apurados, por exemplo, para o planejamento do roteiro de produção.

A Tabela 26 contém os dados relativos à frequência de busca de informações tecnológicas pelas MPMEs, bem como, de forma mais agregada, em quais fontes elas realizam essas buscas.

Em termos relativos, com relação à frequência de buscas por informação de novas tecnologias, de produto, de processo e organizacionais, as MPMEs entrevistadas, em sua maioria, nunca buscam entre fornecedores (73,9%) e nem entre os clientes e mercados onde atuam ou podem/desejam atuar (69,6%).

E a frequência de buscas por informações de oferta de tecnologias de processo é também muito baixa, tendo apenas 30,4% das empresas informado que ‘poucas vezes’ buscam tais informações e um menor número relativo delas fazem este tipo de buscas regularmente (21,7%).

**Tabela 26 – Distribuição da Frequência de Buscas por Informações Tecnológicas (%)**

<b>Busca de Informação Tecnológica</b>	<b>Nunca</b>	<b>Poucas Vezes</b>	<b>Regularmente</b>	<b>Não Responderam</b>
Benchmarking	39,1	39,1	17,4	4,3
Clientes e Mercados	69,6	26,1	4,3	0
Fornecedores	73,9	21,7	4,3	0
Oferta de Tecnologias de Processo	47,8	30,4	21,7	0
Oferta de Tecnologias de Produto	56,5	17,4	26,1	0
Qualificação de Funcionários	52,2	39,1	8,7	0
Alterações em Normas Técnicas	34,8	34,8	30,4	0
Alterações da Legislação do País	56,5	21,7	21,7	0
Outra:	0	0	0	0

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Em relação à busca por tecnologia de produto, o resultado não é muito diferente desse, com ainda maior número de empresas informando que não buscam tal informação ‘nunca’ (56,5%) e apenas 26,1% delas buscam informação ‘regularmente’.

O quadro piora quando se trata de buscas por novas propostas de qualificação de recursos humanos para as empresas. Neste caso, opinaram que ‘nunca’ buscam informações 52,2% das empresas entrevistadas e outros 39,1% só buscam ‘poucas vezes’.

Com relação a alterações da legislação do país, repete-se a pouca procura por informação nova em torno das questões tecnológicas que podem impactar o desempenho das empresas.

Os resultados são um pouco mais favoráveis, no sentido de que as empresas atuam mais fortemente na busca por informações tecnológicas, que possam ajudar o seu desenvolvimento, quando estão relacionadas à ‘benchmark’ (busca de referências/ inovações tecnológicas em outras empresas, concorrentes diretas ou não) e ‘alterações de normas técnicas’, onde, somados os que buscam ‘poucas vezes’ e os que buscam ‘regularmente’ as informações chegam a, respectivamente, 56,5% e 65,2%, sendo este último o melhor resultado na questão proposta.

A partir da tabulação desses resultados da questão 14 do questionário, são apresentados, a seguir, os dados obtidos a partir da questão 16, cujo foco está sobre o uso de fontes de informação e de acesso ao conhecimento tecnológico e o grau de importância que as empresas atribuem a

essas fontes. Tais questionamentos guardam relação mais diretamente com a questão 14, onde o foco era a frequência da busca e fontes da cadeia de fornecimento. Apesar de, nas duas questões formuladas, não se perguntar diretamente sobre o conhecimento da fonte, considera-se que, pela combinação das respostas de cada respondente, é possível supor o nível de conhecimento acerca das fontes de informação e conhecimento tecnológico por parte dos respondentes de cada empresa. Em certos casos, isso foi mesmo explicitado por eles. Foram os casos de empresas em que o preenchimento do questionário foi mediado pessoalmente pelo pesquisador.

A Tabela 27 apresenta os resultados sobre o uso e a importância dada pelas MPME às fontes de informação e conhecimento tecnológico.

**Tabela 27 – Distribuição por Uso e Importância Atribuída às Fontes de Informações Tecnológicas (%)**

Fontes de Informações Tecnológicas	Uso da Fonte		Não responderam	Importância Atribuída (1 e 2: baixa; 3: média; 4 e 5: alta)					Não responderam
	Sim	Não		1	2	3	4	5	
Revistas técnicas sobre produtos e serviços	65,2	21,7	13,0	17,4	17,4	21,7	4,3	13,0	26,3
Parcerias com outras empresas de metalmeccânica	52,2	39,1	8,7	13,0	8,7	17,4	13,0	17,4	30,4
Parcerias com universidades ou instituições de pesquisa	21,7	69,6	8,7	8,7	17,4	0	8,7	17,4	47,8
Parcerias: Sistema "S" (SENAI, IEL)	26,1	65,2	8,7	13,0	21,7	13,0	4,3	13,0	34,8
Parcerias com SEBRAE	26,1	65,2	8,7	4,3	17,4	21,7	0	13,0	43,5
Máquinas e equipamento novos	69,6	17,4	13,0	0	4,3	13,0	13,0	43,5	26,1
Transferência de tecnologia – origem nacional	21,7	65,2	13,0	13,0	4,3	8,7	4,3	21,7	47,8
Transferência de tecnologia – origem internacional	17,4	69,6	13,0	8,7	13,0	8,7	4,3	21,7	43,5
Por busca em artigos científicos e livros	47,8	47,8	4,3	13,0	4,3	21,7	17,4	4,3	39,1
Por busca em documentos de patentes	17,4	73,9	8,7	26,1	4,3	8,7	8,7	4,3	47,8
Por nosso setor de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	13,0	73,9	13,0	4,3	17,4	17,4	8,7	13,0	39,1
Pela contratação de consultoria especializada	30,4	56,5	13,0	13,0	26,1	13,0	4,3	8,7	34,8
A partir da busca de melhorias nas operações rotineiras	78,3	13,0	8,7	0	8,7	13,0	21,7	34,8	21,7
Por meio dos funcionários qualificados da empresa	82,6	8,7	8,7	8,7	0	13,0	13,0	47,8	17,4
Pela contratação de funcionários especialistas	52,2	34,8	13,0	4,3	4,3	17,4	4,3	39,1	30,4
Outra: Internet	4,3	0	95,7	0	0	0	0	0	100
Outra: Feiras Industriais	4,3	0	95,7	0	0	0	0	4,3	95,7

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Os resultados dessa questão têm relação com os resultados da questão 14 (Apêndice 2), ampliando o escopo de fontes consideradas, o que representa, de certa forma, uma desagregação das fontes citadas nessa questão.

São apresentadas 15 fontes de informações tecnológicas que foram ampliadas com outras fontes informadas pelos respondentes. Desses 15 itens disponibilizados na questão, para que fossem assinalados pelos respondentes, sete deles foram utilizados por mais de 50% das empresas. As fontes de informações tecnológicas mais utilizadas pelas empresas foram, por ordem decrescente de uso:

- ‘Por meio dos funcionários qualificados da empresa’: 82,6% de uso;
- ‘A partir da busca de melhorias nas operações rotineiras’: 78,3% de uso;
- ‘Máquinas e equipamento novos’: 69,6% de uso;
- ‘Através de Revistas técnicas sobre produtos e serviços’: 65,2% de uso;
- ‘Por parcerias com outras empresas de metalmeccânica: 52,2% de uso;
- ‘Pela contratação de funcionários especialistas’: 52,2% de uso.

Com um resultado um pouco menor que 50%, a ‘busca em artigos científicos e livros’ (47,8%) foi a sétima fonte com maior nível de utilização por parte das empresas entrevistadas. No total, foram sete fontes de informações tecnológicas, dentre as 15 elencadas no questionário, as mais utilizadas pelas empresas (seis delas com índice acima de 50% e uma no limiar disso).

Na ordem inversa, as fontes de informação menos utilizadas pelas MPMEs entrevistadas foram:

- ‘Por nosso setor de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)’: 73,9% não utilizam;
- ‘Por busca em documentos de patentes’: 73,9% não utilizam;
- ‘Parcerias com universidades ou instituições de pesquisa’: 69,6% não utilizam;
- ‘Transferência de tecnologia – origem internacional’: 69,6% não utilizam;
- ‘Transferência de tecnologia – origem nacional’: 65,2% não utilizam;
- ‘Parcerias com SEBRAE’: 65,2% não utilizam;
- ‘Parcerias com sistema “S” (SENAI, IEL)’: 65,2% não utilizam;
- ‘Pela contratação de consultoria especializada’: 56,5% não utilizam.

Assim, considerando como valor de corte 50% ou mais, essas foram as oito fontes de informações tecnológicas menos utilizadas pelas empresas. Ainda foram citadas as seguintes fontes de informação tecnológica não relacionadas na questão: ‘internet’ e ‘feiras industriais, citadas por um respondente.



Complementando-se o nível de informações sobre as fontes, buscou-se investigar, nessa mesma questão do questionário, o grau de importância atribuída pelas empresas a cada fonte. Os resultados indicam que o nível de importância atribuído foi, em geral, bem relativizado, com grande pulverização das respostas.

Apenas três fontes de informações foram consideradas por mais de 50% dos respondentes como muito importantes: ‘Por meio dos funcionários qualificados da empresa’ (60,8%); ‘A partir da busca de melhorias nas operações rotineiras’ (56,5%); e ‘máquinas e equipamentos novos’ (56,5%). Outras duas podem ser destacadas: ‘Pela contratação de funcionários especialistas’ (43,4%) e ‘Parcerias com outras empresas de metalmeccânica’ (30,4%).

No extremo oposto, nenhuma fonte foi considerada pouco importante por mais de 50% das empresas. As fontes mais citadas pelas empresas, como de pouca importância foram: ‘Pela contratação de consultoria especializada’ (39,1%); ‘Revistas técnicas sobre produtos e serviços’ (34,8%); ‘Parcerias com Sistema "S" (SENAI, IEL)’ (34,7%); e ‘Por busca em documentos de patentes’ (30,4%).

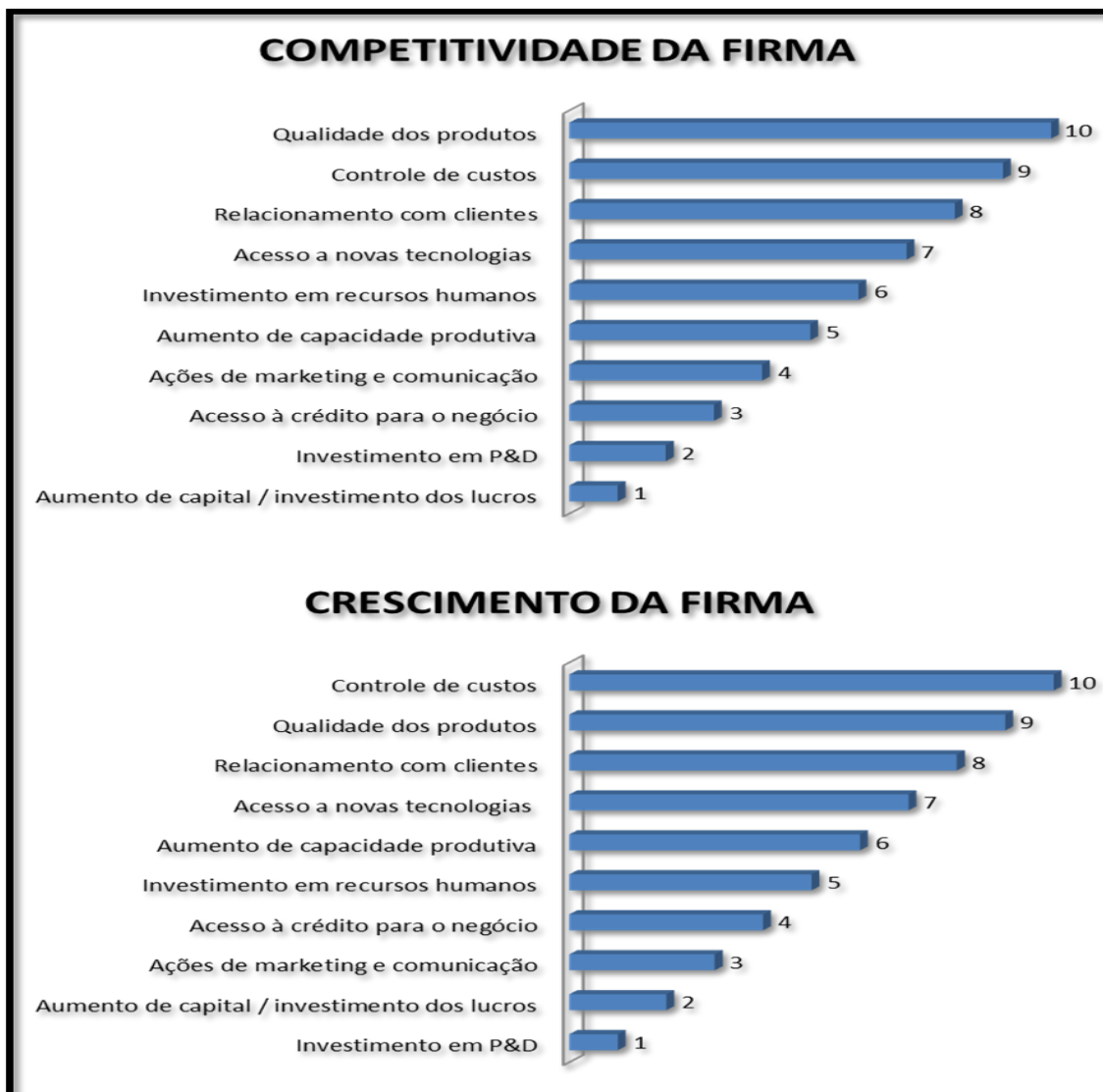
### **Crescimento da Firma e Competitividade**

Do ponto de vista da competitividade, o objetivo foi avaliar os resultados com relação aos fatores que as empresas consideram críticos para a manutenção da competitividade e para o crescimento, possibilitando identificar os aspectos que mais impactam a competitividade das empresas no curto e médio prazo, além de suas perspectivas de crescimento futuro pela ótica das próprias empresas entrevistadas.

O Gráfico 5 apresenta os resultados da ponderação das respostas das MPMEs entrevistadas, tanto para ‘crescimento da firma’ quanto para a manutenção da competitividade no horizonte de planejamento até 2020.

Os resultados apontam que, no momento atual, os cinco principais critérios de manutenção da competitividade do negócio, para o grupo de empresas de metalmeccânica entrevistadas, são, em ordem decrescente: a ‘qualidade dos produtos’; o ‘controle de custos’; o ‘relacionamento com os clientes’; o ‘acesso a novas tecnologias’; e o ‘investimento em recursos humanos’.

Ao considerarem os aspectos mais críticos para a garantia do crescimento da firma, as MPMEs entrevistadas consideram como aspecto mais crítico o ‘controle de custos’ e em segundo lugar a ‘qualidade dos produtos’. Repetem-se como terceiro e quarto fatores críticos, respectivamente, o ‘relacionamento com os clientes’ e o ‘acesso a novas tecnologias’.



**Gráfico 5 – Competitividade e Crescimento das MPMEs Entrevistadas:  
Ranking de Fatores Críticos**

Fonte: Elaboração própria. O ranqueamento considera 10 para o item mais crítico e 1 para o item menos crítico.

Na quinta posição para o crescimento da firma, as empresas priorizam o fator ‘aumento de capacidade produtiva’, fator que, neste caso supera a preocupação com o ‘investimento em recursos humanos’. Como os três fatores menos críticos, as empresas consideraram, para a manutenção da competitividade (crescente a partir do menos crítico): ‘aumento de capital/investimento dos lucros’; ‘investimento em P&D’; e ‘acesso à crédito para o negócio’. Já ao considerarem os três aspectos menos críticos para o crescimento da firma, houve um resultado diferente (crescente a partir do menos crítico): ‘investimento em P&D’; ‘aumento de capital/investimento dos lucros’; e ‘ações e marketing e comunicação’.

### Desafios das MPMEs – Lacunas (*Gaps*) Tecnológicas e Organizacionais

As questões de número 17 a 24 do questionário aprofundam o levantamento das demandas das MPMEs por capacitação tecnológica e organizacional, complementando as que anteriormente prospectaram alguns parâmetros dessa demanda. Nesse desdobramento final do instrumento de consulta utilizado, as demandas se apresentam nas questões sob a denominação de desafios que se colocam ante a administração das empresas.

A Tabela 28 apresenta os dados referentes à participação das empresas em arranjos interempresariais ou setoriais.

**Tabela 28 – Distribuição das Parcerias Estratégicas Interempresariais e Setoriais (%)**

Tipo de Parceria	Participam	Não Participam	Não Responderam	Total	Participação Percentual (%)
Central de Compras	0	23	0	23	100
Central de Vendas	1	22	0	23	4,3
Consórcio para Exportação	1	22	0	23	4,3
Consórcio de Desenvolvimento Tecnológico	1	22	0	23	4,3
Redes <sup>1</sup>	0	0	23	23	0

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Notas: (1) Redes temáticas, redes de fornecedores etc.

Os resultados da Tabela 28 indicam que apenas uma empresa participa de parcerias. Trata-se de empresa de médio porte e ela informa sua participação em: central de vendas, consórcio para exportação e consórcio de desenvolvimento tecnológico. Todas as demais empresas entrevistadas (95,7%) não participam de nenhum arranjo interempresarial ou setorial.

A Tabela 29 apresenta os dados referentes aos desafios apontados pelas MPMEs para a melhoria da competitividade.

**Tabela 29 – Distribuição da Identificação de Demandas/Gargalos Tecnológicos e Organizacionais para melhoria do Desempenho Empresarial (%)**

São Demandas / Gargalos tecnológicos?	Resposta de (%)
Nenhum mais	8,7
Mão de obra qualificada em metalmeccânica	30,4
Melhorias de <i>design</i> / desenvolvimento de produtos	43,5
Uso de novos materiais	39,1
Capacitação em análises numéricas	4,3
Capacitação em prototipagem rápida	13,0
Capacitação em automação industrial	26,1

Capacitação em robótica	17,4
Novas tecnologias de fabricação dos produtos atuais da empresa	73,9
Novas tecnologias de gestão para aumento de produtividade	65,2
Novas tecnologias de gestão da qualidade	56,5
Controle informatizado empresarial	26,1
Implantação de laboratórios para garantia da conformidade produtos	21,7
Acesso a laboratórios externos de inspeção e ensaios de produtos	13,0
Monitoramento continuado de mercados <sup>1</sup>	82,6
Gestão da propriedade intelectual (licenciamento: marcas, patentes etc.)	21,7
Adequação do produto e/ou processo para exportação	30,4
Outros gargalos citados: mercado reativado	4,3

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Notas: (1) no questionário: 'Manter conhecimento atualizado sobre novas oportunidades de negócios'.

Busca-se levantar outras demandas de capacitação e de domínio ou acesso a novos recursos tecnológicos e organizacionais, além dos já citados por eles em questões anteriores e que julgavam capazes de lhes proporcionar melhorias significativas no uso dos fatores de produção. Muitos dos aspectos questionados têm forte aderência com aqueles ofertados por programas de extensão tecnológica e cuja caracterização é apresentada na próxima seção desta pesquisa.

Conforme os resultados, para 91,3% das empresas entrevistadas há alguma demanda ou gargalo, tecnológico ou organizacional, a ser superado por elas. Três demandas se destacam, por representarem uma necessidade de mais da metade das empresas entrevistadas. Para 82,6% delas, um desafio permanente é o 'monitoramento continuado de mercados'. O segundo item crítico, apontado por 73,9% das MPMEs foi a demanda por 'novas tecnologias de fabricação dos produtos atuais da empresa'. O terceiro desafio presente na resposta de 65,2% das empresas é capacitação em 'novas tecnologias de gestão para aumento de produtividade'. Além desses três itens, há outras duas demandas relativas entre 39% e 56% das empresas que merecem destaque pelo caráter complementar em termos de combinação com as maiores demandas. Trata-se de: 'novas tecnologias de gestão da qualidade' (56,5%), 'melhorias de design / desenvolvimento de produtos' (43,5%) e o 'uso de novos materiais' (39,1%).

Algumas demandas foram mais tópicas, apresentadas por algumas empresas. Por exemplo: apenas uma empresa (4,3%) especificou demanda ou gargalo em 'capacitação em análises numéricas'. Capacitação em 'prototipagem rápida' e 'acesso a laboratórios externos de inspeção e ensaios de produtos' são demandas de 13% das empresas. O mais expressivo resultado oriundo deste tópico é reconhecer que há um grande número de demandas tecnológicas e organizacionais das empresas de metalmeccânica.

Nas questões seguintes do questionário, levantar junto às entrevistadas se conheciam e utilizavam instituições e mecanismos de apoio ao seu negócio. A Tabela 30 apresenta os dados referentes às instituições locais ou regionais que poderiam oferecer apoio às MPMEs no acesso a mecanismos de apoio para capacitação tecnológica e organizacional.

**Tabela 30 – Distribuição da Utilização do Apoio Institucional para Acesso à Mecanismos de Melhoria e Superação de Gargalos Tecnológicos e Organizacionais (%)**

Instituições / Organizações	Já utilizou	Utilizaria	Não assinalado
FIRJAN	26,1	39,1	34,8
AEDIN	4,3	13,0	82,6
ACERB	4,3	13,0	82,6
ACIRA	0	8,7	91,3
ACICG	8,7	17,4	73,9
SIMME	17,4	17,4	65,2
SINMETAL	30,4	21,7	47,8
SIMMMERJ	8,7	13,0	78,3
UEZO	13,0	34,8	52,2
UERJ	8,7	26,1	65,2
UFRJ	17,4	34,8	47,8
UFF	13,0	17,4	69,6
UNIRIO	0	13,0	87,0
CEFET/RJ	13,0	26,1	60,9
UCB	0	13,0	87,0
SEBRAE	26,1	30,4	43,5
SENAI	30,4	34,8	34,8
REDETEC	0	13,0	87,0
SIBRATEC	0	13,0	87,0
INT	8,7	8,7	82,6
INMETRO	17,4	17,4	65,2
APEXBRASIL	4,3	17,4	78,3
Empresas de Consultoria	13,0	17,4	69,6
Outra: direto com cliente	0	4,3	95,7
Outra: Gestão financeira do negócio	0	4,3	95,7
Outra: ADEDI	4,3	0	95,7
Outra: Univ Estácio de Sá	4,3	0	95,7
Outra: Faculdade Simonsen	4,3	0	95,7
Outra: Univ Candido Mendes	4,3	0	95,7
Outra: ETERJ	4,3	0	95,7
Outra: FATERJ	4,3	0	95,7
Outra: Universidade UNOPAR	4,3	0	95,7

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

São elencados: a federação industrial do estado (FIRJAN); os diversos sindicatos patronais representativos do setor metalmeccânico, tanto a nível municipal quanto estadual; as diversas associações de comércio e indústria das regiões administrativas do escopo da pesquisa (Bangu, Campo Grande, Realengo e Santa Cruz); as instituições de ensino e formação, universidades estaduais, federais e privadas, centro universitário estadual na ZO, centro federal de formação profissional técnica de nível médio e superior.

Além destas, foram inseridas três instituições que fazem parte do arranjo no ERJ da rede SIBRATEC de extensão tecnológica: SEBRAE, REDETEC, INT. A própria instituição SIBRATEC também foi inserida nessa questão, que também incluiu o SENAI, o INMETRO, a APEXBRASIL e como última instituição listada no questionário colocou-se as empresas de prestação de consultoria em serviços de tecnologia.

Conforme apontam os resultados, o percentual das empresas entrevistadas que 'já utilizam' o apoio das instituições apresentadas no questionário é baixo. Os maiores índices estão sobre instituições que já são atuantes no atendimento às empresas no Brasil há muitas décadas, com foco muito específico num segmento de empresas, como o SENAI para todo o setor industrial brasileiro – utilizado por 30,4% das empresas; como o SEBRAE, que atende a todo o segmento de micro e pequenas empresas – aqui mencionado por 26,1% das empresas; como o apoio do setor sindical, que aqui só apresenta um pouco mais de expressão através do SINMETAL, com 30,4% de utilização por empresas entrevistadas; ou ainda por meio da federação estadual das industriais, representando as associações de classe, mas que é utilizada como instituição de apoio ao desenvolvimento tecnológico e organizacional por apenas 26,1% das empresas entrevistadas na pesquisa.

Mas o que se destaca nos resultados apresentados na Tabela 30 é que as empresas em sua grande maioria não utilizam nem utilizariam o apoio de todas as instituições e organizações listadas na tabela.

Em termos de segmento institucional aqui representado, do conjunto das quatro associações empresariais apresentadas na questão de pesquisa, apenas uma delas obteve indicação superior a 20%. Foi o caso da Associação Comercial e Industrial de Campo Grande (ACICG), em que 26,1% indicaram utilizar ou que utilizariam o seu apoio institucional para acesso à mecanismos de melhoria do desempenho das operações. Além das quatro instituições listadas, uma empresa citou já utilizar o apoio da Associação das empresas do Distrito Industrial de Campo Grande (ADEDI).

No caso dos sindicatos patronais, apenas o SINMETAL foi citado de forma muito expressiva pelas empresas (52,1%), quando somadas as hipóteses de uso das instituições ('já utilizo' e 'utilizaria' no apoio). Para os demais, as citações não superaram o patamar de 30%

somadas as duas hipóteses: SIMME foi citado por 34,8% e SIMMMERJ por 21,7% das empresas entrevistadas.

As instituições de ensino localizadas na ZO ou na região metropolitana do ERJ têm um reconhecimento maior como possíveis instituições a serem utilizadas no apoio ao desenvolvimento tecnológico das empresas. Das instituições de ensino listadas na questão, apenas duas delas não foram utilizadas pelas empresas: a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – com sede na zona sul do município do Rio de Janeiro – e a Universidade Castelo Branco (UCB), sendo esta uma universidade privada situada na ZO considerada na pesquisa. Estas duas instituições foram também as que tiveram a menor citação como instituições que as empresas utilizariam para apoio ao desenvolvimento tecnológico. Na verdade, de acordo com os resultados da Tabela 30, apenas uma instituição se destacou neste conjunto, por ser citada por mais de 50% das empresas: A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com 52,2% das empresas entrevistadas; segue-se o Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO), situado em Campo Grande, foi a segunda instituição mais citada, com indicação de 47,8% das MPMEs entrevistadas. A seguir aparece o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), com 39,1% de empresas que utilizam ou utilizariam o apoio institucional desse centro para melhorar seu desenvolvimento tecnológico. Na sequência vêm: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com 34,8% e Universidade Federal Fluminense (UFF), com 30,4%.

Apenas uma empresa citou que também utiliza as seguintes instituições de ensino não listadas: Universidade Estácio de Sá, Faculdade Simonsen, Universidade Cândido Mendes, Escola Técnica do Rio de Janeiro (ETERJ). A rede estadual de escolas técnicas unificadas pela Fundação de Apoio às Escolas Técnicas (FAETEC) não foi listada e também não recebeu nenhuma citação das empresas.

O arranjo institucional SIBRATEC-ET no estado do Rio de Janeiro não foi utilizado por nenhuma empresa local entrevistada. E apenas 13% das empresas mencionaram que utilizariam seus serviços para apoio em desenvolvimento tecnológico e organizacional. Este sistema, de abrangência nacional, tem uma de suas redes voltadas exatamente para o tipo de apoio institucional que cobre a maior parte das demandas das empresas locais. As instituições do arranjo SIBRATEC-ET não foram citadas por nenhuma empresa. E apenas o SENAI e SEBRAE, já mencionados, são significativamente utilizados ou foram considerados passíveis de serem acionados para apoio às empresas (por 65,2% e 56,5% das empresas, respectivamente). Outras citadas foram as empresas de consultoria – por 30,4% das empresas.

A Tabela 31 relaciona os resultados da consulta às MPMEs da ZO sobre as instituições em que poderiam obter apoio financeiro para as ações de desenvolvimento tecnológico que necessitam.

**Tabela 31 – Distribuição da Identificação do Apoio Institucional Financeiro para Desenvolvimento Tecnológico**

Instituições	Nº Empresas respondentes	%
AGERIO	2	<b>8,7</b>
Banco do Brasil	14	<b>60,9</b>
BNDES	11	<b>47,8</b>
Bancos Privados de Crédito	8	<b>34,8</b>
Caixa	7	<b>30,4</b>
FINEP	6	<b>26,1</b>
Outra	0	<b>0</b>

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Foram relacionados bancos públicos e privados, além da agência estadual de fomento, da FINEP, além de espaço para outras respostas.

Sobre esse aspecto, os resultados apontam que o principal agente do sistema financeiro ao qual recorrem as empresas é o Banco do Brasil (60,9%) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

O terceiro agente mais utilizado pelas MPMEs foram os bancos privados de crédito.

A Financiadora de Projetos e Pesquisa (FINEP) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, que estabeleceu como objetivo, no período 2012–2015, elevar o nível tecnológico do parque produtivo nacional, a fim de torná-lo apto a fazer frente aos desafios prevaletentes nos mercados nacional e internacional.<sup>70</sup>

Esta instituição pública foi identificada por apenas 26,1% das empresas entrevistadas como um agente capaz de lhes apoiar o desenvolvimento produtivo por meio de suporte à capacitação tecnológica e organizacional.

Nenhuma outra instituição foi citada pelas empresas entrevistadas na pesquisa.

A Tabela 32 apresenta os resultados da consulta às MPMEs com relação à demanda por recursos humanos da área tecnológica em termos de qualificação e do ponto de vista temporal. Do ponto de vista da qualificação foi questionado sobre demandas por pessoas com formação profissional técnica de nível médio (em aberto a especialidade técnica) e superior em engenharia.

<sup>70</sup> Esta informação encontra-se estabelecida na Política Operacional da Finep (P-OPE-004/12). Disponível em: <[http://download.finep.gov.br/politicaOperacional/FNP\\_Politica\\_2016.pdf](http://download.finep.gov.br/politicaOperacional/FNP_Politica_2016.pdf)>. Acesso em 22 mar. 2016.



**Tabela 32 – Importância da Demanda por Prazo e Qualificação de Recursos Humanos**

Profissional	Quantidade de MPMEs			Total	%
	A Curto Prazo	A Médio Prazo	A Longo Prazo		
Técnico de Nível Médio (Geral)	11	5	3	19	82,6
Técnico de Nível Superior em Engenharia	5	4	1	10	43,5
Tecnólogo (Superior curta duração)	1	1	0	2	8,7

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

Também foi colocado na consulta a necessidade de tecnólogos e dado espaço para outra resposta que indique outra demanda específica não considerada na questão.

E do ponto de vista temporal, buscou-se identificar se a demanda era de curto, médio ou longo prazo. Os resultados mostraram a seguinte estratificação para técnicos de nível médio:

- Técnicos de nível médio modalidade de formação Mecânica – a curto prazo: cinco empresas demonstram necessitar; e a médio prazo uma.
- Técnicos de nível médio modalidade de formação não especificada – a curto prazo: duas empresas demonstram necessitar; a médio prazo, três; e a longo prazo, duas.
- Surgiu interesse para contratação de curto prazo também por técnicos de administração, eletrotécnica, planejamento e controle de produção e automação.
- E a longo prazo, há demanda de uma empresa por técnico em metalurgia.
- Foram citados outros profissionais que são de formação técnica, porém não necessariamente de nível médio, como: soldadores, torneiros, operador de máquina, e de montagem de fábrica.

Já para os técnicos de nível superior em engenharia, os resultados foram os seguintes:

- Foram citados com maior frequência engenheiros sem especificação da modalidade de formação (40%);
- Seguiu-se as citações de engenheiros mecânicos e de produção, ambos com 30% de citação;
- A seguir foram citadas as necessidades de engenheiros eletrônicos e de elétrica, além de por último aparecer a demanda por recursos humanos com formação em administração de empresas, com participação percentual nestes casos de 10% cada uma delas.

Também houve demanda por tecnólogo, que são profissionais de nível superior, mas com tempo de formação menor que a dos engenheiros plenos, mas estes foram citados por apenas 8,7% das empresas entrevistadas.

A Tabela 33 apresenta os resultados sobre o modo de capacitação tecnológica dos funcionários pelas MPMEs de metalmeccânica da ZO entrevistadas.

**Tabela 33 – Distribuição das Instituições Utilizadas para Capacitação dos Trabalhadores**

Instituição Capacitadora	Nº Empresas	%
Própria Empresa – Internamente	17	73,9
Instituição de Formação / Capacitação Tecnológica da ZO	6	26,1
Instituição de Formação / Capacitação do ERJ	6	26,1
Instituição de Formação / Capacitação de Outros Estados do Brasil	1	4,3
Outra: empresas internacionais	1	4,3

Fonte: elaboração própria. Os percentuais estão calculados sobre o total de empresas entrevistadas.

O objetivo era o de identificar a origem predominante, se houvesse, dessas capacitações, se feitas internamente ou externamente à empresa. Foram disponibilizadas quatro opções de escolha mais uma em aberto para outra fonte de capacitação.

Os resultados indicam que, em sua maioria, as empresas optam por capacitar internamente os recursos humanos que utilizam, como indicado por 73,9% delas. Como segunda opção, 26,1% das empresas indicaram que capacitam seus funcionários em instituições da ZO ou em outras instituições do ERJ.

Apenas uma empresa citou também a utilização de outras instituições de outros estados do Brasil e também citou outras empresas internacionais. Como pode ser observado na Tabela 33, a soma dos percentuais ultrapassa os 100%, haja vista que muitas empresas assinalaram no questionário mais de uma opção neste tópico.

O Quadro 7 apresenta os resultados da última questão proposta às MPMEs de metalmeccânica da ZO. Trata-se de dar um espaço, por meio de questão aberta, para que os respondentes pudessem apresentar outras necessidades de apoio à competitividade que eles consideravam que não foram oferecidas por nenhuma instituição de ensino, pesquisa, consultoria apresentadas nas diversas questões anteriores.

Os resultados apontam a necessidade real de apoio institucional para a superação de gargalos nas operações industriais, cujas demandas, apresentadas anteriormente voltam a ser reforçadas pelas respostas abertas.

<b>Questão: Que tipo de apoio você precisa para melhorar sua competitividade que não é oferecido hoje pelas instituições de ensino, pesquisa, consultoria mencionadas anteriormente?</b>
R1: Comercial e de desenvolvimento prático de novas tecnologias.
R2: Apoio real e não retórica.
R3: O mercado está muito concorrido, os juros muito altos e no país em que vivemos, as pequenas empresas não recebem muita ajuda do Estado.
R4: As instituições poderiam oferecer técnico com profissionais em formação, seria útil para o aprendizado dos mesmos e útil para as empresas. Estes profissionais em formação (principalmente na área de gestão de qualidade e processo) poderiam fazer estudos junto às empresas para melhorar seus processos, além de oferecer cursos aos operadores das empresas para aprimorar seus conhecimentos.
R5: Apoio governamental de forma geral.
R6: Apoio dos sindicatos metalúrgicos do Rio de Janeiro, universidades, governo do ERJ.
R7: Financeiro e técnico.
R8: Não necessitamos de apoio; necessitamos de estabilidade econômica para podermos planejar e crescer.

#### **Quadro 7 – Relação e Frequência de Outros Tipos de Apoio Demandados**

Fonte: elaboração própria. Total das respostas dadas.

Outras informações obtidas na entrevista aberta possível de ser encetada com muitas empresas, mesmo não respondentes, trouxeram mais dados para entender o atual perfil das empresas metalmeccânicas da ZO do MRJ.

Foram apreciações feitas pelas empresas:

- Descrença no apoio governamental;
- Desconhecimento do entorno produtivo (não percebem a região como oportunidade de negócios);
- Não valorizam as trocas possíveis a partir de um relacionamento interempresarial (não aventam tal possibilidade);
- Usam muito poucas fontes de informação para agregar mais subsídios para a tomada de decisão;
- Desconhecem a realidade educacional da população local e que poderia ter impacto importante sobre o seu negócio.

E finalmente, para encerrar a apresentação dos resultados da pesquisa de tese, pelo lado da demanda por capacitação tecnológica e organizacional, a partir da percepção do pesquisador, se chegou às seguintes impressões:

- Há grande desconhecimento da rede de apoio mais estritamente voltadas para o apoio direto às MPMEs no estado – O sistema SIBRATEC-ET, que é o arranjo institucional voltado a atender os gargalos tecnológicos e organizacionais da indústria nacional.
- Mesmo o SEBRAE, que também possui um programa de extensão tecnológica nos mesmos moldes do SIBRATEC não é acessado pelas MPMEs de metalmeccânica da ZO.

#### 4.2 INSTITUIÇÕES DE APOIO – RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

##### **Sistema SIBRATEC-ET Rede RJ – a oferta de capacitação tecnológica e organizacional**

Esta seção apresenta os resultados da pesquisa empírica junto aos atores do arranjo institucional do Sistema Brasileiro de Tecnologia – Rede de Extensão Tecnológica no ERJ (SIBRATEC-ET). Também são apresentados os resultados da pesquisa acerca do programa de extensão tecnológica denominado de SEBRAETEC. Este programa tem atuação no estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um segundo modelo de apoio institucional no estado, por meio da estrutura do SEBRAE nacional, segmentado por estado. Foi realizada uma consulta também aos atores entrevistados com relação ao seu entendimento acerca da atuação institucional do programa SEBRAETEC, a fim de identificar o nível de interferência deste programa em relação ao SIBRATEC-ET Rede RJ.

##### **Entrevistas realizadas**

O primeiro bloco trata da política de institucionalização do programa SIBRATEC e da rede SIBRATEC-ET: sua missão, características e modo de operação. O segundo bloco trata da oferta de apoio e sua abrangência no ERJ. Identifica que setores e territórios foram alvo das ações do SIBRATEC-ET no ERJ desde a implementação no estado. E busca saber o quantitativo de empresas de metalmeccânica da ZO atendidas. No terceiro, trata de levantar a visibilidade do programa para o seu possível público-alvo. O quarto bloco avalia as parcerias do programa no ERJ. O quinto bloco levanta a situação vivenciada pela governança do arranjo SIBRATEC-ET no estado em sua relação com o outro programa de extensão em vigor no estado, mantido pela unidade regional do Sebrae para o programa de abrangência nacional: SEBRAETEC.

O que se buscou foi identificar a relação entre os programas de extensão: se foi uma relação de concorrência ou de complementaridade? E que mudanças institucionais ocorreram (se ocorreram) nos programas para garantir a eficácia e eficiência de atuação de ambos, SIBRATEC-ET e SEBRAETEC?

Já o bloco seis apresenta a visão dos entrevistados sobre o programa SEBRAETEC, com seu perfil operacional a partir de 2011. No sétimo bloco são pesquisadas as características do sistema de monitoramento e avaliação do programa no estado e as ações de melhoria desenvolvidas no sistema desde sua implementação no ERJ. E o último bloco trata das considerações finais feitas pelos respondentes. Finalizando a seção, apresenta-se um resumo acerca do SIBRATEC-ET Rede RJ.

### **Institucionalização do programa SIBRATEC e da rede SIBRATEC-ET**

O processo de criação da política pública que culminou com a criação do sistema SIBRATEC e de suas três redes sistêmicas (Redes de centros de inovação, de serviços tecnológicos e de extensão tecnológica) está documentado e disponível na página do programa, no portal do MCTI.<sup>71</sup>

Da criação à sua implementação e ação nos estados brasileiros, por meio dos arranjos institucionais formais, decorreu um tempo. A seguir descreve-se como se deu essa implementação e qual o modo de operação do SIBRATEC-ET no estado do Rio de Janeiro.

Em termos contextuais, o SIBRATEC é um programa inserido nas iniciativas contidas no Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (PACTI 2007-2010) do MCTI, lançado em novembro de 2007, fazendo parte do Eixo Estruturante II, com a seguinte prioridade estratégica: Promoção da Inovação Tecnológica nas Empresas. O objetivo com essa priorização era intensificar as ações de fomento à inovação e de apoio tecnológico nas empresas.

A criação do SIBRATEC fez parte da linha de ação número 5, denominada: Tecnologia para a Inovação nas Empresas. O objetivo foi a estruturação de um sistema de tecnologia nacional (MCTI, 2007, p. 17):

“[...] formado por um conjunto de entidades atuantes na promoção da inovação e na realização de serviços tecnológicos para empresas, distribuídas por todo o território nacional e organizadas em redes formadas de acordo com as principais atividades e áreas de atuação. Esta iniciativa de rede de instituições tecnológicas, calçada pelo que estabelece a política industrial, tecnológica e de comércio exterior – PITCE, visa apoiar o desenvolvimento das empresas, a oferta de prestação de serviços tecnológicos, dentre eles aqueles voltados para Tecnologia Industrial Básica (TIB), a realização de atividades de P,D&I, de extensionismo, de assistência e de transferência de tecnologia, pela promoção do aumento da competitividade empresarial, pelo apoio às pequenas e médias empresas, pelo fortalecimento dos APLs, e pelo suporte a atividades estratégicas para o País”.

---

71 Disponível em: < <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/313014.html>>. Acesso em 10 set. 2013.

Os resultados apontam a necessidade real de apoio institucional para a superação de gargalos nas operações industriais, cujas demandas, apresentadas anteriormente voltam a ser reforçadas pelas respostas abertas.

Em 20 de novembro de 2007, por meio do Decreto nº 6.259, o Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC) foi criado, operado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Como se pode depreender, a partir dos objetivos do SIBRATEC, o escopo de atuação é muito amplo e buscava eliminar as incongruências das iniciativas isoladas de extensão, desarticuladas e de eficácia limitada (MADEIRA, 2009; MENDES & HASENCLEVER, 2015). No caso específico em foco nesta tese, agregaram-se sob este sistema, através da rede de extensão tecnológica formada, as diversas iniciativas isoladas de extensão, como os programas de extensão industrial PROGEX e o PRUMO.<sup>72</sup>

Os entrevistados situaram o SIBRATEC-ET no ERJ com a missão, que é de caráter sistêmico da rede extensão a nível nacional, de prover às MPMEs do estado ações de consultoria tecnológica de modo que seus produtos ou processos ou os dois se tornem mais adequados, tanto do ponto de vista de ampliação de novos mercados, seja interno ou externo, quanto em termos de geração de emprego e renda, fortalecimento com base em adequações a nível normativo e regulatório, sejam elas específicas para produtos ou processos, de modo a que, em algum momento seja possível caracterizar inovação em produto ou processo.

As ações de extensão, que começaram a ser realizadas no Brasil, em termos de extensão industrial a partir do final da década de 1980, início de 1990, visavam suprir uma carência de apoio de base. A instituição precursora foi o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT).

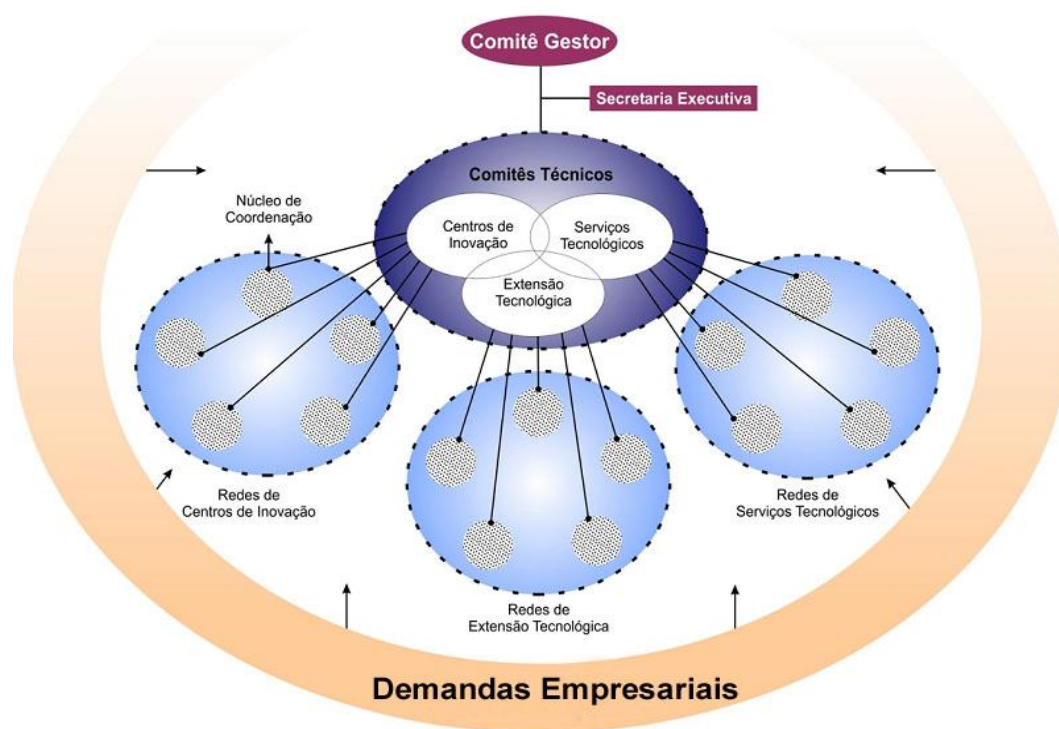
Haviam sido identificadas ações do gênero em São Paulo e no Paraná e a Finep e outros parceiros atuaram no sentido de dar estrutura para uma maior efetivação dessas ações. Então não havia uma fonte estável de recursos financeiros que garantisse a continuidade das ações. Evoluiu-se para programas com metodologias que partiam de um diagnóstico da necessidade da empresa em termos tecnológicos e se oferecia por meio de alguns instrumentos que fossem mais adequados, a fim de produzir impacto positivo no desenvolvimento tecnológico daquela empresa. Isso evoluiu para a estruturação de programas em parceria, como: o PRUMO, com o SEBRAE (unidades móveis de serviços tecnológicos); o PROGEX, com o INT (adequação tecnológica para exportação); apoio também à gestão da produção, com o programa ‘Inovar para Competir’, utilizado pelo SENAI.

---

72 Um exame detalhado desses programas pode ser visto em Madeira (2009) e Mendes e Hasenclever (2015). Outras iniciativas de extensão específicas ainda vigoram, coordenadas por outras instituições e também são citadas pelos autores mencionados aqui.

O sistema SIBRATEC tenta estruturar setorialmente, ou regionalmente, as ações de apoio ao desenvolvimento tecnológico e à inovação nas empresas, contando, a partir de sua institucionalização em 2007, com uma fonte continuada de recursos financeiros para a sua efetivação. E tenta estruturar a ajuda em forma de redes, com todo o apoio de tecnologia industrial básica que seja possível ofertar: rede de serviços tecnológicos, de extensão tecnológica; e rede de centros de inovação. Buscou-se agregar uma fonte de recursos para que o apoio tivesse continuidade. Para isso foi usado o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, fonte de financiamento do SIBRATEC. O modelo sistêmico do SIBRATEC em redes é mostrado na Figura 18.

A concepção inicial era a de juntar em um mesmo programa todos os produtos de extensão bem-sucedidos que estavam espalhados na FINEP, MCTI e, ao mesmo tempo, juntar outros atores (como o SEBRAE) numa lógica de desenvolvimento local com a inclusão dos atores locais.



**Figura 18: Sistema Brasileiro de Tecnologia – SIBRATEC – Governança**  
Fonte: MCTI.

A rede de extensão tecnológica foi sendo estruturada, estado a estado. No caso do ERJ, sua efetivação se deu em 2009, com início das ações a partir de 2010. O arranjo teve como lógica inicial envolver todas as ICTs do estado com articulação disso por meio da REDETEC.

Contou com os seguintes atores na estruturação do arranjo e com suas funções prioritárias: INT, como coordenador técnico do projeto; a REDETEC, na articulação com as ICTs e na gestão administrativa e financeira do arranjo; o SEBRAE no apoio institucional junto às micro e pequenas empresas e com aporte de recursos financeiros (10%); a FAPERJ, como o agente do ERJ na contribuição com recursos financeiros (fomento regional – 10%); e, finalmente, a FINEP, como operadora nacional e gestora financeira estratégica do programa (70%), uma vez que é quem recebe e repassa os recursos do FNDCT, fonte de financiamento do SIBRATEC-ET.<sup>73</sup> São recursos do tipo ‘não reembolsáveis’. E os 10% restantes são aportados pela empresa atendida, como contrapartida.

Um desenho virtuoso, nas palavras de um dos entrevistados, pois se tratava de reunir em um só sistema de gestão das expertises do SEBRAE junto às MPEs, da FAPERJ no apoio à aproximação universidades/ICTs – empresas, do INT com sua experiência com programas precursores de extensão industrial, que foram exitosos (PROGEX e PRUMO) e da rede de ICTs articuladas pela REDETEC.

Mas a implementação real do programa provocou uma modificação completa no desenho original. Isto porque, cada estado identificou seu arranjo de forma própria, mas que não necessariamente retratava o ambiente de inovação local.

O arranjo SIBRATEC-ET no ERJ ficou constituído com a seguinte estrutura de governança: FINEP, FAPERJ e SEBRAE são agentes financiadores; REDETEC é a conveniente da rede; o INT é o coordenador da rede no ERJ. E, considerando-se a importância da visão regional do programa, busca-se o apoio das instituições governamentais, como a Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia prioritariamente, mas também a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços (SEDEIS) e todos os demais órgãos com dimensão adequada a esse ambiente e também foi buscada a parceria com organizações que atuam no apoio às empresas. Assim se construiu no Rio de Janeiro a parceria com o SEBRAE.

Na operação real do arranjo, o SEBRAE atuava também na indicação de prioridades de atendimento, buscando indicar ao INT, operador efetivo, empresas que pudessem estar mais aptas à buscar uma assistência com relação à preparação de seus produtos para exportação.

### **Oferta de apoio institucional da rede SIBRATEC-ET**

Assim, a proposta inicial dessa rede no ERJ foi criar um conjunto de ofertas que pudessem apoiar as empresas a se fortalecerem tecnologicamente com vistas à exportarem. Em termos das

---

73 Os detalhes dessa estruturação do SIBRATEC-ET do ERJ estão disponíveis em: <[http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/318972/Rede\\_de\\_Extensao\\_Tecnologica\\_do\\_Rio\\_de\\_Janeiro.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/318972/Rede_de_Extensao_Tecnologica_do_Rio_de_Janeiro.html)>. Último acesso em 8 mar. 2016.



demandas a serem atendidas, a ideia ajustada na parceria seria ter como público-alvo inicial as empresas já com perfil potencial para se tornarem empresas exportadoras.

Mas esse foco foi ampliado para outras modalidades de atendimento, com o público-alvo se ampliando também. Historicamente, no arranjo do ERJ, o SIBRATEC-ET começou ofertando a modalidade ‘adequação tecnológica para o mercado externo’, seguida pelo ‘atendimento tecnológico com unidade móvel’. Só depois acrescentou-se ao escopo de oferta para a ‘adequação tecnológica para o mercado interno’, ‘gestão do processo produtivo’ e para ‘tecnologias mais limpas’.

No ano de 2015 foram ofertadas cinco modalidades de atendimento:

- Adequação tecnológica de produto para o mercado externo: atende empresas que desejam exportar seus produtos, com o SIBRATEC-ET apoiando a adequação tecnológica do produto e processo;
- Adequação tecnológica de produto para o mercado interno: similar ao anterior, mas voltado à melhoria da performance para atender o mercado interno, com vistas a maior produtividade;
- Gestão do processo produtivo: que atua na melhoria do modelo de gestão das operações das empresas;
- Tecnologias mais limpas: focada no apoio à preservação ambiental, na conservação dos recursos naturais;
- Atendimento tecnológico com unidade móvel: no caso do ERJ, é específica para o segmento de alimentos e bebidas. Inicialmente também possuía esta modalidade para atendimento ao segmento de fabricação de peças plásticas.

Essa maior oferta de modalidades foi sendo ampliada com base na própria dinâmica de atendimento às empresas, pelo trabalho de observação e avaliação das demandas dos empresários pelos extensionistas, que vai investigar a melhor oferta de serviço para a solução do gargalo tecnológico. O olhar externo mais especializado pode captar outras demandas não tão aparentes. E em muitas ocasiões o empresário desconhece que tem uma restrição crítica que lhe será, então, apresentada pelo extensionista. As novas modalidades foram sendo oferecidas a partir dessa dinâmica de atendimento.<sup>74</sup>

Segundo os entrevistados, as metodologias de atendimento do SIBRATEC-ET, porém, não são ofertas verticais padronizadas e de execução rígidas, mas sim um atendimento que se

---

74 Também houve conflitos e ajustes se fizeram necessários na rede, levando ao modelo de oferta que se passou a ter em 2015. Tais circunstâncias são detalhados nesta seção da tese.

adequa às demandas das empresas, colocadas pelos empresários e confirmadas pelos extensionistas. Isto já difere do que ocorria nos programas de apoio anteriores ao SIBRATEC-ET, em que a literatura sugere que eram padronizados, fechados e com pouca maleabilidade para adequações às demandas das empresas.<sup>75</sup>

A operação se efetiva conforme a modalidade de atendimento. Mas o *modus operandi* básico foi o seguinte: os extensionistas tecnológicos, alocados pelo INT, faziam a prospecção de empresas; faziam, então, um primeiro diagnóstico da situação e, dependendo da demanda tecnológica, ele mesmo se encarregava do serviço, ou então, repassava o serviço para outra equipe de especialistas.

Na modalidade ‘atendimento tecnológico com unidade móvel’, é feito um diagnóstico, identificando a(s) oportunidade(s) de atendimento e, no contexto do atendimento, de um dia a um dia e meio, identifica-se as demandas do processo produtivo, ou do produto, para superar restrições que ocasionem defeitos e para evitar uma eventual devolução de produtos. Atua treinando, levando especialista no tipo de processo produtivo ou produto fabricado, encaminhando soluções por meio de treinamentos para operadores, engenheiros; por ajustes de máquinas; por adequação de matérias primas etc. São, portanto, ações voltadas à melhora da qualidade e da produtividade por meio de breves intervenções de especialistas.

O SIBRATEC, segundo os entrevistados, tem como diferencial ir além da indicação de uma solução. A proposta é resolver o problema no tempo de atendimento da modalidade, evitando o retorno do problema pela capacitação dos recursos humanos envolvidos com o processo e o produto em foco. A meta é que o gargalo seja superado, garantindo uma incorporação de competência tecnológica em relação àquela restrição. O atendimento busca gerar impacto imediato, mas tem ganho de longo prazo, uma vez que a empresa adquire conhecimento maior de seus processos e de fabricação de seus produtos, que possa ser incorporado às rotinas das operações produtivas.

Na modalidade de ‘adequação tecnológica de produto’, o prazo do atendimento pode ser maior, chegando a seis meses. Nas duas modalidades ofertadas, o desafio é olhar o produto e identificar a necessidade de atendimento a uma norma para o mercado interno, ou uma norma para um mercado determinado ou potencial, identificado pelo empresário e que deseja explorar.

Os especialistas do programa identificam os requisitos a serem atendidos e os procedimentos que permitirão atingir o resultado desejado para aquela situação. Sugerem a adequação e acompanham a execução por parte da empresa, agindo para capacitar a empresa no domínio das rotinas que garantam a reprodutibilidade dos procedimentos com os recursos da empresa, efetivando a aquisição do conhecimento específico para tal. Essa atuação pode abranger

---

75 Um estudo mais detalhado pode ser visto em Madeira (2009).

o *design* do produto, adequação de *lay out* fabril, adequação de rotinas operacionais, adequação de rótulos e etiquetas de produtos à legislação etc.

Na modalidade ‘gestão do processo produtivo’, o SIBRATEC-ET pode atuar até três meses para auxílio à empresa, com foco em ações de implantação de ‘boas práticas de fabricação’, produção segura, melhorias em planejamento e controle etc. Essas possibilidades são apontadas aos empresários, para que sejam operacionalizadas pelas empresas, uma vez que não são cobertas pelo custeio do SIBRATEC. Este custeio do programa abrange a consultoria contratada, algum trabalho de ensaio, alguma produção piloto para uma nova característica funcional ou dimensional, por exemplo, ficando todas as demais despesas por conta da empresa.

Já a vertente de apoio ‘tecnologias mais limpas’, engloba a questão de eficiência energética, avaliação de resíduos, com foco na redução do impacto ambiental. A possível intervenção de apoio do programa vai buscar ajudar a empresa a encontrar mecanismos de redução de gastos energéticos, diminuição de descartes, rejeitos e emissões de poluentes no meio ambiente. A ótica está na capacitação para a busca de reuso, no reaproveitamento, no uso mais eficiente de todos os recursos envolvidos nos processos produtivos.

As ações de prospecção de empresas para uso do SIBRATEC-ET não se limitaram à ida direta às empresas, mas também com captação das demandas, vindas do público-alvo, buscadas em geral pelo próprio INT, em diversos fóruns em que atuam junto ao empresariado do estado, onde o INT expõe as ofertas de apoio. São, por exemplo, fóruns de exportação (Exporta Rio), ações regionais de desenvolvimento setorial, reuniões da Câmara de Comércio, das associações da indústria têxtil. Também foram feitas parcerias com a indústria da cachaça do estado, para melhoria da qualidade. Buscou atuação próxima da ApexBrasil na melhoria dos produtos para exportação.

Ao serem questionados sobre atendimento pelo SIBRATEC ao adensamento produtivo de metalmeccânica da zona oeste do Rio de Janeiro, com o recorte da tese (foi-lhes apresentada a listagem com 59 empresas relacionadas pela pesquisa, Apêndice 1), com características específicas para serem alvo do programa de apoio, os entrevistados não identificaram o atendimento a qualquer uma delas pelo SIBRATEC-ET em todo o tempo de atuação do programa no estado (período de 2009 a 2015). Mas existe empresa da zona oeste do município do Rio de Janeiro (fora do recorte utilizado na tese) que recebeu atendimento. A circunstância do não atendimento da região específica foi justificada por alguns dos entrevistados pelo escopo setorial e territorial definido para a abrangência do programa no estado, que tiveram seu critério de seleção.

Os setores atendidos pelo SIBRATEC-ET variam, conforme a opção do Estado, visando o fortalecimento dos sistemas produtivos locais. No caso do Rio de Janeiro, alguns setores, bem como os territórios a serem atendidos pelo SIBRATEC-ET foram priorizados a partir da avaliação

feita pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços (SEDEIS), segundo informe dos entrevistados. Em termos locais, as ações do SIBRATEC-ET, desde o início dos atendimentos até o ano de 2015, primeiro semestre, se concentraram em Nova Friburgo, Petrópolis e Volta Redonda. Foi informado também que foram feitos atendimentos em Nova Iguaçu e Caxias. Os locais foram priorizados inicialmente considerando que já haviam sido identificadas empresas nestes locais com potencial exportador, uma das primeiras opções de partida do programa para o estado. Os setores priorizados foram:

- Confeção, cosméticos, joias e calçados;
- Moveleiro e Plásticos;
- Cerâmica vermelha e Rochas Ornamentais;
- Naval, fabricação de produtos de metal, metalurgia;
- Alimentos e bebidas.

Sobre a capacidade de atendimento do programa SIBRATEC-ET, a capacidade projetada foi de dez atendimentos por mês, ou 120 atendimentos por ano. Porém, essa capacidade não se efetivou em todo o período de atendimento. Em todo o período de atuação do programa no estado, até o ano de 2014, cinco anos, o número total foi de 160 atendimentos concluídos, bem inferior à capacidade de oferta do programa. A carteira de atendimento continua aberta, com atendimentos em andamento.

Essa situação de atendimento é melhor explicada, considerando algumas informações dos respondentes, nestes termos: o projeto se iniciou oficialmente em 2009, com a assinatura da parceria para formalizar o arranjo do SIBRATEC-ET Rede RJ. Esse trabalho teve vários aditivos de prazo. As metas eram pelo período de duração do convênio. Os primeiros atendimentos ocorreram somente em 2010; ficou um ano e sete meses paralisado ao longo de todo o período de vigência por diversos motivos, analisados adiante. Ficou estabelecida como nova meta do convênio para o novo complemento de tempo, a se encerrar em dezembro de 2015, o atendimento a 143 empresas. O convênio que sustenta o arranjo da rede de extensão no ERJ terminará em fevereiro de 2016.

Ressalte-se que no trimestre final de 2015 havia demanda reprimida no SIBRATEC-ET, uma vez que não há recursos para atendimento, segundo informado pelos entrevistados. Caso haja liberação de recursos, isto é, caso os financiadores autorizem novas contratações de atendimentos, já existem mapeadas e prestes a serem atendidas mais seis empresas além das 143 já definidas.

### **Divulgação do programa SIBRATEC-ET no ERJ**

Com relação a este aspecto da atuação institucional dos responsáveis pelo arranjo do ERJ, em parte já foi citado o impacto negativo da falta de uma estrutura planejada para a efetiva divulgação do programa de extensão tecnológica em todo o estado. Todos citaram que este foi um ponto falho da estruturação e que contribuiu para o não cumprimento de metas, dificultando muito a abordagem das empresas, que em geral não tinham conhecimento da existência do mecanismo de apoio institucional implantado no ERJ e que tem caráter nacional. Não houve estratégia de mídia no programa. Isto é fato reconhecido por todos os entrevistados. Mas não significa que não houve esforços neste sentido. Mas aqui o objetivo neste bloco é aprofundar ainda mais este tópico.

Foram utilizados diversos mecanismos de divulgação: participação em eventos; por meio de instituições governamentais do estado e do governo federal; pelo 'boca a boca' a partir de empresas atendidas; por meio de sindicatos patronais como o de metalmeccânica, do setor de produtos plásticos; por meio das prefeituras locais (foi citado o município de Bom Jesus de Itabapoana); e ainda os contatos por meio da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e outras entidades de classe. Muitos eventos do SEBRAE foram utilizados para fazer a divulgação do SIBRATEC-ET, mas sem uma diretriz maior. Aproveitava-se de ocasiões que já estavam agendadas, sem relação direta com o programa.

Os sindicatos e associações de classe até fazem divulgação, mas, segundo alguns entrevistados, não interessa a elas alavancar o uso dos programas. Se elas não se sentirem parte do processo não interessará a elas divulgar o apoio institucional existente. Segundo os entrevistados, ainda não se conseguiu definir uma forma de aproximar os programas existentes das empresas, ou seja, ligar a oferta à demanda.

O que se depreende, porém, das respostas é que o esforço de divulgação do SIBRATEC-ET foi muito mais baseado em iniciativas de grupos, com motivação própria em alavancar o programa do que de esforço institucionalizado, ainda que fosse tardio, por não ter sido planejado quando da implantação do arranjo no ERJ.

Até cerca de um ano e meio atrás, não havia qualquer meio impresso específico para divulgar o SIBRATEC-ET no estado, nas feiras e demais eventos que reunissem os empresários das MPMEs. E isso foi remediado por iniciativa dos extensionistas com apoio da divisão de comunicação do INT, criando-se identidade visual para o programa. A falta de direcionamento estratégico redundou em baixa efetividade de tais iniciativas. Não houve elaboração de agenda para isso, pois não havia recursos direcionados para a divulgação do SIBRATEC-ET.

### **Parcerias do programa SIBRATEC-ET no ERJ**

Com relação a este aspecto do arranjo institucional, foi feita parceria institucional direta com o SENAI – Alimentos (município de Vassouras – ERJ) diretamente, com celebração de convênio, durante a modelagem do SIBRATEC-ET com a modalidade ‘Atendimento tecnológico com unidade móvel’, com toda a expertise do parceiro neste tipo de atendimento, exclusivamente para o segmento empresarial de alimentos e bebidas. Na modalidade ‘Tecnologias mais limpas’ também houve parceria, porém indiretamente, com o SENAI – Meio Ambiente, (MRJ). Neste caso, a parceria se deu em função deste centro do SENAI ter vencido o processo licitatório para dois atendimentos na referida modalidade, um atendimento para a indústria de charque e outra para a indústria de laticínios. Houve ainda, segundo os entrevistados, uma parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (SESCOOP) para permitir a realização de palestra de divulgação da rede de extensão tecnológica para o sistema cooperativo do estado.

Os entrevistados relataram, ainda, que foram realizadas diversas reuniões com o Instituto SENAI de Tecnologia Têxtil e de Confecção (SENAI CETIQT) na tentativa de aproveitamento da reconhecida expertise deles no setor têxtil, porém não foi realizada nenhuma ação por eles, dado que não era possível contratação apenas por qualificação técnica, mesmo que demonstrada a excelência da organização na modalidade e, nas cotações em que participaram não foram vencedores no conjunto de critérios (técnico + preço).

Em termos de parceria com a governança do sistema “S”– Indústria no ERJ (exercida pela FIRJAN), foi informado que houve uma série de ações com o conselho de moda da região serrana, voltadas para a divulgação e prospecção de empresas para utilização da rede SIBRATEC-ET, mas sem resultar em atendimentos efetivos, apesar de uma empresa ser contatada pela rede. Informam ainda que houve contato com a vertente da federação que atende o setor moveleiro do estado. Com o setor de gemas e joias, foram desenvolvidas diversas ações com parceria da Associação dos Joalheiros do Rio de Janeiro.

Sem parceria formalizada, houve ações de busca de apoio para divulgação da rede de extensão com: Ministério da Agricultura; SEDEIS; Correios; Banco do Brasil; sindicatos de classe da metalmecânica (não especificado qual ou quais); instâncias institucionais dos setores de plástico, eletroeletrônico, panificação. Citam que basicamente fizeram contatos com quase todos os sindicatos patronais do estado.

### **Rede SIBRATEC-ET no ERJ e SEBRAETEC-RJ**

Uma questão que precisava ser esclarecida era acerca da existência de duas redes de extensão tecnológica e o seu papel no atendimento às indústrias do ERJ: o componente Rede de Extensão Tecnológica do sistema SIBRATEC, mantida pelo governo federal e o Programa

SEBRAETEC, com governança do SEBRAE Nacional e operacionalizada por meio de sua rede por estado. Essa foi, portanto, uma última questão a ser feita aos entrevistados.

Uma das avaliações desse relacionamento entre os atores institucionais responsáveis pelos dois programas dá uma dimensão das circunstâncias em que se desenrolaram as discussões em busca de uma harmonização das atividades. De forma resumida, foi relatado que, quando da formalização do SIBRATEC-ET e início de sua operação no ERJ, o SEBRAETEC não era operacionalizado no estado. Parado desde 2004, só retornou, em operação piloto, em 2011 (o SEBRAE-RJ já participava do SIBRATEC-ET no estado). Em 2012, o SEBRAETEC reiniciou as operações em âmbito nacional.<sup>76</sup> Houve necessidade de se discutir a governança do SIBRATEC-ET frente à entrada do SEBRAETEC também no ERJ, uma vez que se notou que havia zonas de conflito, com sobreposição de atividades entre os dois modelos de atendimento às empresas. Houve, de fato, sobreposição de ações e que gerou dificuldades também junto ao empresariado. E ainda havia outra questão crítica: o nível de subsídio financeiro dos dois modelos diferia. Enquanto no SIBRATEC-ET a relação aporte da oferta / contrapartida da empresa era na proporção 90/10, no caso do SEBRAETEC a proporção era de 70/30, com variação também em termos absolutos dos valores máximos do subsídio.

Enquanto no SIBRATEC-ET o valor era de R\$ 29 mil, para o SEBRAETEC, com apenas uma linha de subsídio, este valor era de R\$ 10 mil (valores aproximados para o ano de referência da situação de conflito – 2012). As discussões na governança do SIBRATEC-ET e do SEBRAETEC caminharam para uma solução conciliatória que evitasse atividades concorrenciais nas duas operações no estado. A solução encontrada era na linha de se pactuar uma atuação por complementaridade entre os dois modelos de apoio tecnológico no estado. Isto, porém, limitou o SIBRATEC-ET a ações em apoio à capacitação das empresas para exportação. Essa pactuação não se sustentou, segundo alguns entrevistados por força da atuação não sustentável do apoio à exportação, levando a se ampliar o SIBRATEC-ET para coberturas de serviços de capacitação ao mercado interno, o que criou ações correlatas nos dois modelos de apoio no estado. E assim prosseguiu até o fim do ano de 2015.

Para finalizar o estudo dos mecanismos de extensão em atividade no ERJ, buscou-se junto aos mesmos entrevistados, as suas impressões sobre o desempenho do SEBRAETEC no estado. Obviamente, eles não atuam diretamente com este instrumento de apoio, exceção feita ao próprio entrevistado do SEBRAE-RJ e da REDETEC, que atuava em parceria como SEBRAE no desenvolvimento das ações do programa. Mas, como houve forte interação no arranjo para busca

---

<sup>76</sup> Como elemento intensificador de conflito, havia em operação, criada antes do retorno do SEBRAETEC e mantida pelo SEBRAE-RJ com recursos próprios nesse período, uma linha de extensão tecnológica. Houve muito desgaste no processo de ajuste, segundo os entrevistados. Outro agravante: a denominação quase idêntica dos dois modelos de extensão.

de soluções para atuação complementar entre os dois modelos de extensão, há impressões que merecem ser retratadas, a fim de traçar um perfil de atuação do SEBRAETEC, ainda que com menor profundidade do que com relação ao SIBRATEC-ET, um dos objetos da pesquisa de tese.

### **Rede de extensão SEBRAE no ERJ (SEBRAETEC)**

Buscou-se com a última questão do questionário direcionador da entrevista com os atores do SIBRATEC-ET fazer um levantamento do nível de conhecimento da nova modelagem do SEBRAETEC. Trata-se de uma abordagem exploratória, para coletar dados e informações que permitam ter uma primeira impressão sobre o modus operandi deste elemento de ação de extensão junto às MPEs do estado.

No programa do SEBRAE nacional, não são contempladas as empresas de médio porte do estado. O SEBRAE tem por missão atender à micro e pequenas empresas no país. O Quadro 8 apresenta um resumo de informações e dados obtidos, a partir das entrevistas, sobre o SEBRAETEC no Brasil e, mais especificamente, no ERJ.

<b>Aspectos Gerais</b>	<b>Aspectos Específicos</b>
1. As atividades do SEBRAETEC foram paralisadas em 2004 e retomada, com uma operação piloto em 2011. As operações efetivas se deram em 2012, em âmbito nacional.	1. Subsídios máximos para cada atendimento: R\$ 30 mil. Modelo de subsídio no ERJ: 80/20. O SEBRAE entra com 80% do valor de atendimento e o empresário com 20%.
2. Programa que tem metas ambiciosas nessa retomada em 2012.	2. Focado em atendimentos de menor complexidade.
3. É uma operação de caráter nacional, com regulamento nacional, emanado do SEBRAE nacional e recursos advindos dele.	3. Na linha de atuação coletiva, são consolidados grupos de empresas e a atuação se dá por oficinas tecnológicas, clínicas tecnológicas. Nesse modelo de atuação é que se tem o maior quantitativo de empresas alcançadas pelo SEBRAETEC.
4. Tem-se a impressão de que, no momento, as ações foram paralisadas (2015).	4. Dados de 2015 atuação coletiva - ERJ: 140 clínicas (Semana tecnológica em out.); 5. Feira do empreendedor: 95 clínicas.
5. O SEBRAETEC atua totalmente separado do SIBRATEC-ET, mas com mesmo público, sendo que o SEBRAE é um dos apoiadores financeiros do SIBRATEC-ET.	6. Dados de 2015 atuação individual - ERJ: 2.000 empresas atendidas; 7. Aplicação de recursos - ERJ: R\$ 31 milhões.
6. O 'produto' de ambos os instrumentos de extensão (SEBRAETEC e SIBRATEC-ET) prestam apoio bem semelhante: apoio à capacitação das empresas para superação de gargalos tecnológicos e organizacionais.	8. Total de atendimentos em 2015 – ERJ: 13.600 empresas com as duas linhas.
7. No passado, o modelo de financiamento do SEBRAETEC era 70/30, mas agora virou 80-20 no ERJ.	9. Cadastrados no SEBRAE-RJ: 400 prestadores de serviços tecnológicos para execução dos serviços no ERJ.



8. A abordagem do SEBRAETEC.	10. SEBRAE atua na operação como financiador; na captura da demanda; faz um diagnóstico tecnológico das empresas; desse diagnóstico fazem a orientação para o tipo de temática a ser priorizada no atendimento.
9. Linhas de atuação coletiva e individual.	11. Uma empresa pode ser atendida até duas vezes por ano com temáticas distintas.
10. Operação SEBRAETEC depende das instituições credenciadas. Há um cadastro nacional e, dependendo do tipo de serviço o SEBRAE-RJ cadastra também.	
11. Visão de que tem aprofundamento menor nas questões tecnológicas, sendo apoio mais gerencial. Visão de que tem aprofundamento menor nas questões tecnológicas, sendo apoio mais gerencial.	

### **Quadro 8: SEBRAETEC – Características do Programa**

Fonte: elaboração própria.

Observa-se, em algumas considerações dos entrevistados, o caráter comparativo dos dois modelos de extensão. Sobre as dificuldades na operação do SEBRAETEC, as informações dos entrevistados dão conta que as metas de 2015 foram ultrapassadas em mais de 35% em termos de atendimentos, tendo sido parada a operação por exaustão dos recursos financeiros.

Um fator de dificuldade é como organizar uma agenda de desenvolvimento das empresas, de forma a dar uma diretriz de capacitação ao empresário, no sentido de indicar que capacitações eles precisariam desenvolver e em que sequência, sem ferir a liberdade de opção do demandante do apoio. Seria um suporte para que as atividades do dia a dia, que absorvem muito o empresário, principalmente numa pequena empresa, onde ele toma quase todas as ações gerenciais, de nível tático, com preterimento das ações de cunho mais estratégico do negócio, que são mais de médio e longo prazo. Administram muito fortemente o curto prazo.

Sobre melhorias, as informações são que há alguns aperfeiçoamentos e ações de integração de ferramentas que o SEBRAE já utiliza. Estão aperfeiçoando um conceito que denominam de 'Trilha de Desenvolvimento das Empresas'. O princípio de operação é: para cada empresa, pretende-se ter um prontuário dela, como um processo de relacionamento próximo, onde o SEBRAE se propõe administrar cada momento de desenvolvimento da empresa, mas com a decisão cabendo sempre ao empresário. Seria uma espécie de agenda de desenvolvimento empresarial, com um plano de trabalho definindo os momentos de investimentos prioritários.

Outro esforço de melhoria citado é a experiência que vão tentar em 2016: vincular a agenda do SEBRAETEC à agenda do projeto ALI (Agentes Locais de Inovação), que é um projeto do SEBRAE em parceria com o CNPQ. Com recursos alocados pelo SEBRAE ao CNPQ, este disponibiliza bolsas para graduados de até 2/3 anos de graduação. Após um treinamento de

200 horas, cada agente ALI será alocada durante dois anos e meio como bolsista do CNPQ para trabalhar numa empresa, sendo supervisionado por um consultor senior do quadro do SEBRAE. O papel do agente ALI é estimular o empresário a construir uma agenda de inovação. Funciona como um elemento de foco para que as ações do dia a dia não tirem a atenção do empresário da agenda de desenvolvimento da empresa. A metodologia parte de um diagnóstico, passa a construção de um plano de trabalho para o desenvolvimento da empresa (na metodologia chamado de ‘Radar da inovação’), que é então apresentado ao empresário, posicionando-o em relação ao estágio do seu negócio em relação ao seguimento onde atua. A função do agente ALI é então levar as demandas do momento em que se encontra a empresa para análise do SEBRAE.

### **Monitoramento, avaliação e ações de melhoria na rede SIBRATEC-ET**

Neste bloco foram focados, através de três aspectos do desenvolvimento do programa SIBRATEC-ET no ERJ foram levantados junto aos respondentes: a questão da métrica de avaliação do programa; as dificuldades enfrentadas na execução das ações de apoio, desde o momento de formalização das atividades, em 2009, até o momento das entrevistas para esta pesquisa, ocorridas entre o trimestre final de 2015 e janeiro de 2016; e a questão da tradução dos benefícios do SIBRATEC-ET para o empresário.

Em termos da métrica, um dos entrevistados ponderou que o SIBRATEC-ET não tinha uma preocupação central com o aspecto quantitativo, por ser uma iniciativa ainda muito experimental, considerando o tipo de rede constituída. E também se considerado o tipo de desenho institucional no sentido de prospecção tecnológica nas empresas estava muito calçada nos extensionistas e estes eram bolsistas no programa, alocados pelo INT. E os atrasos e interrupções interferiram em metas de atendimento.

Outro entrevistado explicou que se avalia o programa com uma pesquisa de satisfação, encaminhada às empresas participantes do SIBRATEC-ET, que avalia o atendimento do INT e avalia o consultor que foi contratado.<sup>77</sup> Essa pesquisa de satisfação está atrelada à última parcela de pagamento à empresa de consultoria contratada. Havendo não conformidade no atendimento, pede-se que o serviço seja complementado para corrigir a não conformidade, a fim de liberar-se o pagamento final. Até o momento da entrevista não haviam tido qualquer não conformidade com relação ao atendimento do INT.

Outra visão do processo de avaliação. Outro entrevistado informa que o processo se dá com estabelecimento de metas. Não se trabalha com metas de milhares de atendimentos no

---

<sup>77</sup> Contrato de acordo com a legislação que rege a aplicação do FNDCT. Essa legislação difere um pouco da lei de licitações: é feita a escolha da proposta de menor valor dentre três propostas candidatas que se enquadram nos critérios técnicos definidos no processo licitatório para atender uma demanda específica.

SIBRATEC-ET, por considerarem que o programa trabalha em nicho diferencial, que busca identificar na avaliação o impacto sobre a competitividade da empresa atendida.

Assim, não é possível, por exemplo, se comparar os atendimentos do SIBRATEC-ET com os do SEBRAE ou mesmo do programa SEBRAETEC. A expectativa que se tem é de dimensionar a capacidade do núcleo com a demanda (visão nacional).

Também acerca da métrica, foi colocado que se faz acompanhamento de: como é feita a articulação; cumprimento das metas; divulgação; e ainda da forma de captação de novas empresas. A questão relacionada às dificuldades com o programa foi um dos pontos em que os entrevistados mais se demoraram respondendo, pois apontaram muitas circunstâncias que impactaram negativamente a execução do programa no estado.

Para alguns entrevistados, um problema foi que o desenho do projeto da extensão no ERJ foi realizado pelo INT, em negociação com a FINEP. E o projeto original do INT estava todo calcado no PROGEX. Passou-se muito tempo com o INT focado em fechar as metas desse programa e só depois é que focou nas metas do SIBRATEC-ET. Houve muito atraso e a necessidade de renegociar com a FINEP para que o projeto não fosse só focado em exportação, como anteriormente estava escrito, mas também aceitando apoiar o mercado interno. Quando isso ocorreu é que o projeto foi alavancado.

Outro entrevistado informou que o programa, em seu arranjo no ERJ, chegou mesmo a ter cogitada a sua dissolução. O programa prosseguiu, porém, em sua trajetória de atuação no estado. Segundo o relato dos entrevistados, desde o princípio da vigência surgiram problemas que emperraram a execução.

O Quadro 9 sumariza o rol de dificuldades do SIBRATEC-ET no ERJ, com os impactos mais importantes sobre a execução do programa durante o tempo de vigência (previsto encerrar atividades com arranjo atual em fevereiro de 2016).<sup>78</sup>

O primeiro deles parece ter sido um conflito de público-alvo. Havia a possibilidade de se ter dois programas similares em sua forma de atuação buscando atender as mesmas empresas: SIBRATEC-ET e SEBRAETEC. A complexidade já se dava na composição do arranjo em que um dos financiadores, o Sebrae era o gestor do outro programa. Houve então uma negociação interna entre os atores do arranjo para que o SIBRATEC-ET e o SEBRAETEC fossem complementares em sua atuação no estado.<sup>79</sup>

---

78 A avaliação dos entrevistados faz referência ao período de 2009, ano de formalização do arranjo no ERJ, até o primeiro semestre de 2015, ou ainda, em algumas circunstâncias, até agosto de 2015.

79 O SEBRAETEC é uma iniciativa do Sebrae nacional, com desdobramento regional.

<b>Dificuldades na execução</b>	<b>Detalhamento</b>	<b>Impactos</b>
1. Interrupção do programa por um ano e sete meses	Motivada por falta de repasses de recursos	Perda de oportunidades de melhorias nas MPMEs com impacto inclusive ambiental
2. Falta de trabalho efetivo em rede	Atividade primordial – prospecção de empresas – atrelada apenas ao INT	Dificuldade de prospecção que poderia se beneficiar da expertise no tema e capilaridade no ERJ de outro ator do arranjo (SEBRAE)
	Distanciamento do extensionista do processo de adequação tecnológica proposto e repassado à consultoria contratada para continuidade do serviço – falta de interação no interior do arranjo. Identificado por avaliação externa do MCTI	Desempenho muito ruim do programa no estado em relação ao Brasil, pior resultado do país
	Impossibilidade de uso das ICTs do estado de forma direta como rede de serviços para o arranjo no ERJ	Sobre a própria concepção original do programa nacional. No Rio, impacto sobre a dinâmica de atendimento: aumento dos tempos de atendimento.
3. Processo de contratação de consultorias para execução	Engessamento nas contratações para prestação de serviços, que exigem processo semelhante ao da lei nº 8.666	Tempo perdido em processos burocráticos grandes, comprometimento da efetividade dos atendimentos
4. Descontinuidade de atendimentos	Extensionistas são bolsistas; houve descontinuidade de fornecimento de bolsas; gerou perda de profissionais para o atendimento	Interrupção nos atendimentos; perda de credibilidade junto aos empresários; inércia para retomada ao se contratarem novos bolsistas
5. Acesso do empresário ao programa - desafio	Os empresários são avessos a mudanças de rotinas e de abertura de suas atividades a terceiros	
6. Atendimento descontinuado – unidade móvel do INT	Por falta de atualização tecnológica da mesma para atender o segmento fabricante de peças plásticas	Frustrar o desenvolvimento tecnológico do segmento, que já foi forte no estado e em parte migrou para o sul do país. Não pode propagar mais as tendências tecnológicas setoriais
7. Descontinuidades e falta de segurança institucional	Atrasos nas ações por falta de garantia de repasses do recurso oriundo do FNDCT sob gestão da FINEP	Planejamento ineficaz do programa; ações interrompidas; perda de conhecimento tácito por saída de extensionistas do programa
8. Falta de maior sensibilização do empresariado das MPMEs – estratégia de abordagem inadequada	Apenas efetuadas pelos extensionistas do programa; abordagem com linguajar muito técnico e um pouco distante dos empresários de empresas de menor porte	Menor efetividade nas prospecções de empresas
9. Prospecção de demandas nas empresas deficiente	O acesso das empresas era inadequado por não se ter um material de divulgação e nem plano de mídia para respaldar a implementação do programa no estado	Manutenção de demanda reprimida das MPMEs por apoio à capacitação tecnológica e organizacional para aumento de

	Necessidade de trabalho prospectivo no universo oculto de empresas com demandas por capacitação tecnológica	competitividade
10. Falta de divulgação do programa	Não houve planejamento de ações de mídia para divulgar o programa no ERJ	
	Não houve planejamento de ações de mídia para divulgar o programa no ERJ	Baixa efetividade nas prospecções de empresas para o programa por falta de conhecimento de sua existência por parte das empresas
	Outros atores do arranjo poderiam participar nisso mais ativamente, por sua expertise em abordagem junto às MPMEs	
11. Falta de recursos para divulgação do programa	Não foi previsto no planejamento orçamentário do programa no ERJ recursos para a divulgação do SIBRATEC-ET	
12. Complementaridade versus concorrência entre SIBRATEC-ET e SEBRAETEC	Gerou confusão mesmo entre empresas	
13. Problema final: Incerteza quanto à continuidade do SIBRATEC-ET com o encerramento do convênio no ERJ	Finda em fevereiro de 2016 o convênio do arranjo no ERJ, sem previsão de continuidade	Perda de credibilidade do programa para um possível retorno mais a frente; cessação de mecanismo primordial de apoio às MPMEs do ERJ

### **Quadro 9: SIBRATEC-ET– Dificuldades de execução no ERJ**

Fonte: Elaboração própria a partir das entrevistas com os atores do arranjo SIBRATEC-ET no ERJ.

Uma das questões relacionadas no Quadro 9, que dá um panorama da gama e complexidade de problemas que ocorreram ao longo das atividades do SIBRATEC-ET Rede ERJ está registrada na linha 2. Trata-se da elementar identificação da falta de sinergia entre atores do arranjo.

Uma falta de maior interação dos atores evidenciada pelo distanciamento entre os extensionistas, que atuavam na ponta do processo (junto aos demandantes do apoio tecnológico) e a instituição que tinha a incumbência de contratação das consultorias para a efetivação dos serviços indicados pelos extensionistas em seu trabalho de diagnóstico de demandas. Isto impactava o tempo total de atendimento, pressionando o cumprimento de metas e criando desconforto nas relações dos atores e perda de eficiência de todo o processo. Esse problema persistiu até o início do ano de 2015.

Outro caso emblemático das dificuldades enfrentadas na execução das atividades de extensão foi relatado: a falta de operacionalização de serviços por meio das ICTs e universidades no estado. Foi relatado que uma empresa de Nova Friburgo foi prospectada para apoio institucional pelo SIBRATEC-ET. Esta empresa gerava 4 toneladas de resíduos têxteis que eram

descartados como lixo comum. O empresário buscava apoio para transformar esse resíduo descartado em um produto de uso social. Foi buscado apoio junto à Escola de Química da UFRJ e junto ao Instituto de Macromoléculas da UFRJ (IMA), que participaram da concorrência para a prestação do serviço. Ao se avaliar a proposta completa dos ofertantes (proposta técnico-econômica), venceu a EQ-UFRJ. Porém, houve uma paralisação do programa por decurso de prazo da vigência do mesmo. O programa foi renovado, mas não encontrou o empresário disposto ao investimento dada a situação econômica em que o país se encontrava, mesmo se tratando de uma contrapartida por parte da empresa de 10% dos custos da consultoria.

Outra questão levantava o que pensavam a respeito da necessidade de outros mecanismos para melhorar os resultados do programa no estado. A este respeito, alguns entrevistados consideraram que a melhor solução não seria tanto de inserção de outros mecanismos, mas de garantir que o programa tenha vida longa, ou ainda melhor, considerá-lo como instrumento de política que deveria ser perene. Foram computadas cerca de 800 abordagens de MPMEs de variados setores da indústria e localizações geográficas, ao longo dos anos de vigência do arranjo no estado. Inclusive a experiência do INT com capacitação em extensão tecnológica foi levada a outros estados do país, tendo sido autorizada até mesmo ações de extensão em outro estado. Portanto para estes entrevistados, o programa foi exitoso, com a expertise do INT na operação das ações de extensão sendo reconhecida no estado e junto às MPMEs atendidas. Um ponto aqui citado foi sobre a necessidade de maior proatividade dos parceiros, com maior interatividade dos atores do arranjo.

Outro ponto abordado nas entrevistas trata da forma de dar conhecimento do SIBRATEC-ET ao empresário por meio de um mecanismo de tradução dos benefícios da tecnologia para sua empresa e do caráter de baixo risco, dado o baixo investimento por parte da empresa. Apesar de se reconhecer, pelos diagnósticos já feitos que as empresas precisam desse suporte, o cotidiano do empresário das MPEs, principalmente, é muito assoberbado por uma série de outros fatores. Ele busca soluções de curto prazo e muito diretas. Torna-se, pois, um desafio para a academia, os centros tecnológicos e os processos de fomento tecnológico: como traduzir em linguagem que sensibilize o empresário o benefício que o mecanismo de extensão pode lhe proporcionar? No entender do entrevistado, só o processo de extensão não basta, carecendo de um mecanismo de acesso mais direto ao entendimento do potencial de melhoria para o seu negócio o uso da extensão tecnológica.

### **Considerações finais dos entrevistados**

Neste bloco estão as informações com as considerações finais dos entrevistados sobre o objeto de estudo que motivou a entrevista: a rede SIBRATEC-ET no ERJ.

Um dos pontos levantados é que houve bons resultados que poderiam ser atribuídos ao apoio do SIBRATEC-ET no estado, sendo lembrado o caso da acreditação do INT como organismo certificador do produto ‘cachaça’, bem como de produtos orgânicos. Por meio, inicialmente do PROGEX e, posteriormente, do SIBRATEC-ET, a primeira cachaça do estado foi certificada perante o regulamento nº 276 do INMETRO (para avaliação de conformidade específica de cachaça). Foi feita a prequalificação da empresa, de modo a que atendesse os requisitos estabelecidos no regulamento, além de ter sido a primeira empresa de cachaça certificada no ERJ; foi o primeiro alambique no ERJ a conseguir uma licença de operação pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Foi citado o caso de depósito de patente junto ao INPI de desenvolvimento de biofilme de uma empresa do ramo de fruticultura (coco) por meio de uma divisão do INT, em parceria com a Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Neste caso se gerou uma inovação de produto (embalagem), com redução de custo para exportação do produto. Há outro caso, de empresa pioneira, certificada no ramo de cosmético orgânico que foi prequalificada com apoio da extensão tecnológica.

Um dos entrevistados citou a falta de um processo de divulgação dos resultados exitosos do programa, o que deixa transparecer que só teria havido problemas na operação do SIBRATEC-ET, posto que os êxitos não foram divulgados. De forma distinta, outros núcleos do SIBRATEC-ET no país tem uma política de divulgação dos resultados finais dos atendimentos. Foi citado que, sistematicamente, o núcleo gestor do SIBRATEC-ET em Santa Catarina manda *flyer* para o núcleo do Rio, informando o andamento dos trabalhos que estão desenvolvendo, do que foi proposto, dos resultados obtidos etc.

Um dos entrevistados cita também a dificuldade de reconhecimento do papel social – para além do aspecto econômico apenas – da extensão tecnológica entre as instituições, tendo em vista que está focada em um público muito desassistido, como a empresa de pequeno e médio porte, geradoras de emprego e renda no país.

Ao serem provocados sobre a possibilidade de ser descontinuado o SIBRATEC-ET no estado, a percepção de alguns entrevistados foi a de que as empresas do ERJ vão ficar mais deficientes ainda no âmbito da extensão tecnológica, uma vez que o SIBRATEC-ET no ERJ encerraria as atividades do arranjo atual em dezembro de 2015. As opções que restariam para apoio às MPMEs seria o SEBRAETEC (mas apenas para as MPEs) e o Projeto Extensão Industrial Exportadora (PEIEX), que é um instrumento de caráter estruturante aos setores e de reforço da base exportadora do Brasil. Volta-se mais para questões ações relativas à informação e

ao acesso a mercados, que são processos externos, ficando as questões de caráter tecnológico a cargo do empresário e sua equipe (levantam-se em diagnósticos os fatores de competitividade para exportação que são deficientes na empresa).

Um dos entrevistados comentou que algumas redes pleitearam o convênio no sistema SIBRATEC, mas não chegaram nem a ser implementadas em virtude de várias problemáticas, de engessamento para a efetivação institucional. E que efetivamente, são apenas 4 redes de extensão que tiveram uma sobrevida mais longa: ERJ, MG (CETEC), SP (IPT), PR (TECPAR) e a Bahia (CIMATEC).

Na avaliação de outros entrevistados, a concepção do programa SIBRATEC foi muito boa, porém, quando isso virou realidade, o programa original modificou-se completamente, pois cada estado identificou um arranjo específico que, não necessariamente, retratava o ambiente de inovação local. A lógica inicial desse arranjo era que, via REDETEC, seriam inseridas na rede todas as demais ICTs envolvidas no processo. Mas o marco legal que suporta o convênio que foi estabelecido não permitia o uso mais livre do grupo de ICTs no estado, de acordo com a expertise com a demanda.

Assim, as ICTs não entraram como rede no projeto, tornando-se um processo licitatório, como outro qualquer. Então o modelo contratual do SIBRATEC inviabilizou um bom arranjo e um bom uso das ICTs públicas no estado. Esse foi considerado por esses entrevistados, o maior defeito do sistema: a concepção original não previa que o repasse do recurso para viabilizar o projeto impediria de se ter a concepção original bem definida e implementada. Não funcionou em rede, como era a ideia original. O MCTI esperava que as ICTs aceitassem receber pelo trabalho recursos em forma de insumos que, na opinião dos entrevistados não funcionou.

Como resultado de política de extensão, para estes entrevistados, não houve um bom resultado. As metas foram atingidas, mas com muitas dificuldades. E o maior ofertante dos serviços não são as ICTs e sim as empresas de consultoria que estão no mercado. Se são empresas de consultoria, percebe-se que não há uso de laboratórios para o setor industrial. Então o que acaba ocorrendo é um atendimento mais em gestão para melhoria de processo e bem menos sobre os produtos, sobre novas tecnologias que possam ser embarcadas nos produtos. Nesses, o avanço fica mais em design e outras ações que não demandam uma infraestrutura das ICTs com todos os seus equipamentos aportados ao atendimento às MPMEs.

Para estes entrevistados, o mais importante é analisar a forma como os instrumentos são ofertados para as empresas. Não se tem dúvida de que existe demanda. E, também, que existe uma oferta possível e alguns instrumentos pensados. Mas a questão fundamental não é essa, mas sim como realmente se faz a articulação da demanda com a oferta. E, para isto, o arranjo local é o



elemento fundamental. Não adianta falar de instrumentos de extensão sem imaginar que o arranjo está concebido de forma a dar fluidez à operação.

Na visão dos entrevistados, torna-se muito complicado quando as instituições de fora como a REDETEC, o SEBRAE, a FIRJAN etc. tentam fazer uma intervenção local, pois vão ser sempre estrangeiros no local. Se não houver um arranjo organizado no local – e na opinião deles não há uma receita de como se faz isso –, todos os instrumentos não vão servir, pois será sempre um agente externo.

Essa é considerada a grande questão a ser resolvida, pois não dá fluidez ao arranjo. Não terá aderência, pois não terá uma instituição tal que você diga: "usa este instrumento aqui que vai te ajudar"; uma instância legitimadora perante os empresários locais, capaz de exercer uma ação coordenada e com liderança. Essa instância, na opinião dos entrevistados, pode ser uma grande ou média empresa que tenha uma cadeia de fornecedores que precise ser capacitada. Onde ele tem um papel importante de alavancar as atividades e ele se interessa pelo resultado, pois vai ser bom para ela, empresa, ter fornecedores mais capacitados. E aí tem um programa para isso que possa ser subsidiado e apoiado por outras instituições etc.

Esta seção da tese se encerra com algumas sugestões dadas pelos entrevistados e que estão apresentadas no Quadro 10. Foram sendo sugeridas ao longo das entrevistas e quando provocados a fazerem suas considerações finais.

1. Que a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), instituída pelo governo federal, possa dar apoio às MPMEs. Hoje o ERJ tem dois operadores EMBRAPII, que são: INT e a UFRJ (operador: COPPE). Já há empresas mapeadas e que talvez estejam dentro das premissas da EMBRAPII.
2. Uma vertente de sistema de apoio às MPMEs que seja vinculada a uma nova concepção de território, de apoio a aglomerados de empresas e a todos os territórios para desenvolvimento local ainda é um caminho para poder incorporar todos esses produtos de crédito, de apoio, de parcerias com universidades, centros de pesquisa etc.
3. Uma outra vertente de sistema de apoio com base no conceito de 'cadeia de valor', o que não é novidade, pois o Sebrae teve uma política dessas que não tem usado muito. A ideia de se trabalhar uma empresa âncora, uma liderança (média ou grande empresa) que tenha uma cadeia de fornecimento que precise ser apoiada e que precisa ter os encadeamentos e aí você pode usar os instrumentos como suporte a isso.
4. Ter um programa de apoio onde tenha uma estratégia em que se incorporem os produtos disponíveis de acordo com o que vem de demanda nesta estratégia é a única forma de dar certo.

#### **Quadro 10: Entrevistados – Sugestões de Medidas para Apoio Efetivo às Empresas**

Fonte: Elaboração própria.

Uma síntese dos relatos dos entrevistados acerca da implementação da rede SIBRATEC-ET no estado do Rio de Janeiro pode ser assim resumida:

1. Programa ‘puxado’ pela demanda em termos de capacidade de atendimentos, mas com um dimensionamento inicial em torno de 10 atendimentos-empresa por mês;
2. Cinco modalidades de atendimento no programa SIBRATEC-ET ERJ foram utilizadas;
3. Modalidades com especificidades próprias, mas com o instrumento relativamente aberto, ajustável à demanda das empresas demandantes dos serviços de apoio;
4. Eficácia foi baixa, tendo, a execução dos atendimentos, sofrido muitas intermitências ao longo do período de vigência do arranjo no ERJ;
5. Houve necessidade de nova pactuação ao longo da execução do programa, com ajustes inclusive das metas pactuadas inicialmente;
6. Não houve atendimento na ZO do MRJ (recorte que inclui apenas as RA de Bangu, Realengo, Campo Grande e Santa Cruz), território da pesquisa de tese;
7. Não houve estratégia específica de divulgação do programa, sendo feito de forma não pactuada, informal, com apoio em dado momento da estrutura do INT, com criação de folder de divulgação;
8. Não atingiu nenhuma meta original. O número de atendimentos foi muito baixo frente ao tempo de execução do programa no ERJ;
9. Houve conflitos na operação dos instrumentos de extensão SIBRATEC-ET e SEBRAETEC, posto haver grande similaridade e potencial concorrência das ações no estado. Foi preciso acordo na governança do SIBRATEC-ET para que as atividades de ambos os instrumentos fossem o mais possível complementares em suas operações, a fim de otimizar o uso de recursos e gerar menos desgastes e sobreposições de ações. Isto, em parte, foi obtido por certo tempo. Mas o SIBRATEC-ET perdeu vigor com a ação.

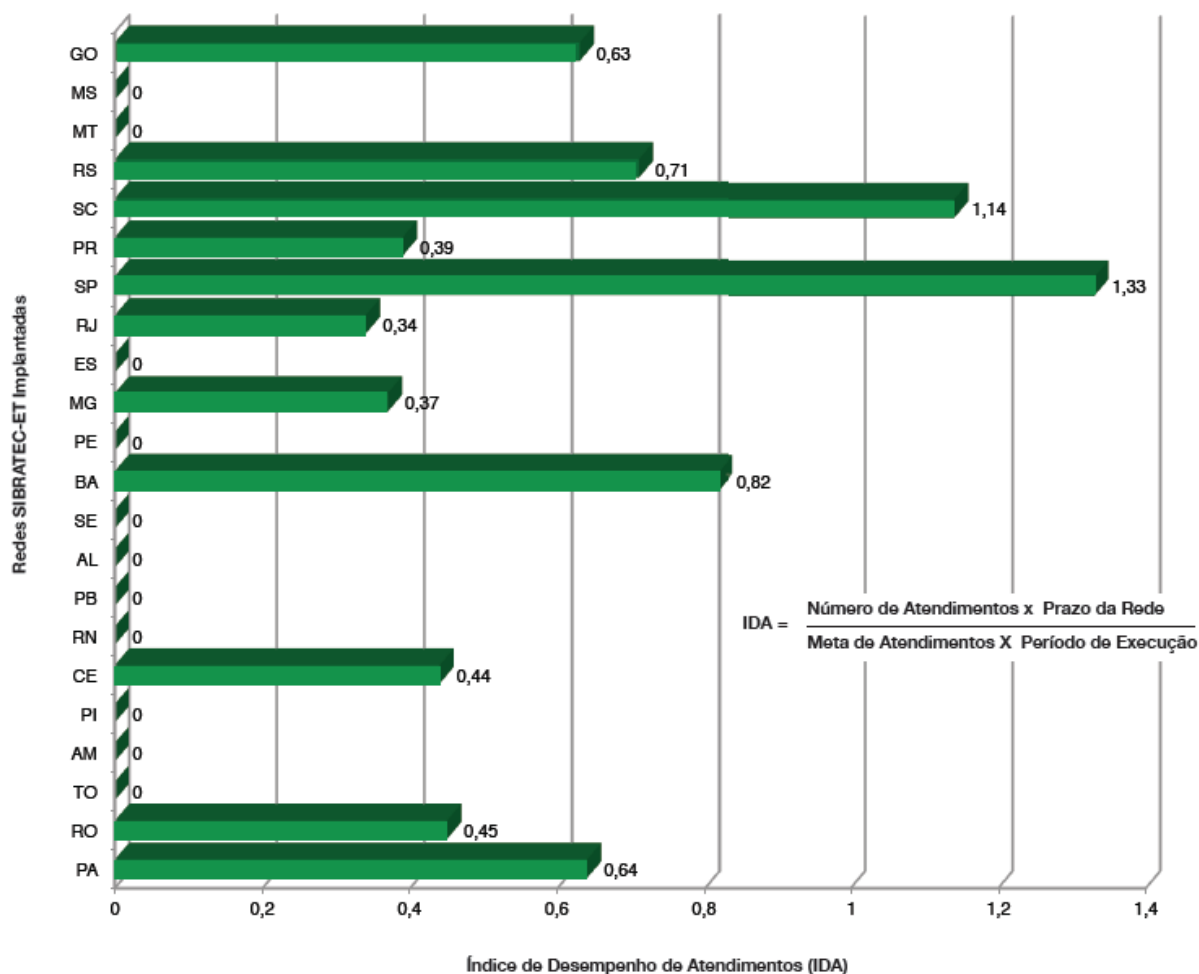
O resultado da rede de extensão no ERJ, como ficou claro pelo resumo acima, não foi nada bom. A situação do sistema SIBRATEC, em termos nacionais, foi apresentada oficialmente através do ‘Relatório de Gestão – Programa SIBRATEC 2013’. Neste documento, foi identificada a situação de cada um dos três componentes do programa: redes de centros de inovação; redes de serviços tecnológicos; e redes de extensão tecnológica. Ali fica clara também a situação negativa da rede de extensão do Rio de Janeiro até aquela ocasião, ainda mais levando-se em consideração que a situação das Redes do componente SIBRATEC-ET era distinta em razão das diferentes datas de criação das mesmas, datas diversas de aporte de recursos financeiros ou o somatório de deficiências ou desafios enfrentados pelas diferentes redes em cada estado onde estavam implantadas. Na seção do relatório relativa ao acompanhamento e avaliação do componente de

extensão tecnológica e suas redes (seção 5.2 do relatório), foram destacados os seguintes desafios ou deficiências das redes, em termos gerais para o país:

- As dificuldades impostas pelo modelo de governança das Redes SIBRATEC-ET, em razão de envolver dois entes federativos (união e estado) no mesmo objeto;
- As diferenças entre exigências administrativas ou legais federais e estaduais, que favorecem o descompasso entre o repasse de recursos destes dois entes federativos às redes;
- A limitação de recursos humanos capacitados para atendimento às empresas nas modalidades de extensão tecnológica eleitas pelo estado;
- As deficiências de inserção de Redes do componente SIBRATEC-ET em outras iniciativas públicas ou privadas de apoio à micro, pequenas e médias empresas;
- A elevada substituição de gestores das Redes nos estados por razões de rotatividade política de governos locais, acarretando prejuízos na implantação e operação das Redes;
- A temporalidade da existência das Redes em razão dos períodos estabelecidos para execução de seus projetos de gestão, sem referências ou critérios para apoiar sua continuidade;
- A deficiência de mecanismos para avaliação periódica do desempenho das Redes e suas instituições.

O Gráfico 6 já demonstrava o baixo resultado até então da rede de extensão no ERJ. O resultado apresentado pela rede do Rio de Janeiro foi o pior. Outros estados também apresentam índices de desempenho de atendimento baixos, como Minas Gerais e Paraná, por exemplo.

Mas o problema é que o ERJ avançou muito pouco. Estes resultados, apenas, não dão a dimensão do desenvolvimento das redes até o presente momento (considerando como data limite o mês de novembro de 2015). Há uma defasagem desde este relatório até os dias atuais, em que os arranjos se consolidaram (ou não) nos estados onde a formação das redes é mais antiga, como no caso do estado do Rio de Janeiro (desde agosto de 2009). A situação apontada pelos entrevistados demonstra poucos avanços e muitos entraves na gestão e nos serviços efetivamente prestados ao conjunto de empresas do ERJ.



**Gráfico 6: SIBRATEC-ET – Avaliação das Redes Implantadas até 2012**

Fonte: MCTI. Relatório de Gestão do Programa SIBRATEC: 2013.

Com índice de desempenho de atendimento (IDA) de apenas 0,34, o estado do Rio de Janeiro obteve o último lugar no ranking de avaliação das redes de extensão tecnológica implementadas no Brasil até 2012. Este é um dos poucos indicadores do sistema SIBRATEC apresentados no relatório de gestão.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão será feita com ênfase na demanda, pois como o SIBRATEC-ET é orientado por ela, podemos evidenciar as possíveis relações de apoio no contexto de apresentação de demandas reais de um grupo de empresas representativas de um setor que foi priorizado para receber apoio no estado.

É apresentado inicialmente o quadro-resumo relativo ao levantamento do perfil das demandas e a correlação com a oferta por capacitação tecnológica e organizacional das MPMEs de metalmeccânica da ZO. A partir dele, faremos a análise e discussão dos resultados à luz da questão que buscamos responder com esta tese: *A oferta de apoio institucional por meio da rede de extensão tecnológica do programa SIBRATEC atende às demandas por capacitação tecnológica e organizacional das micros, pequenas e médias empresas industriais (MPME), visando superar as principais dificuldades das MPMEs com relação ao desenvolvimento tecnológico e a manutenção da competitividade desses atores econômicos?*

O Quadro 11 apresenta um resumo com a visão pelo lado da demanda, relacionando as necessidades levantadas junto às empresas com a oferta do programa SIBRATEC-ET. Nesse quadro foram listadas as demandas das empresas por tecnologias-chave e agrupando-as em demandas gerais.

### **Discussão central**

Os resultados apontaram que 91% das empresas consultadas na pesquisa têm alguma demanda tecnológica ou organizacional. Todas essas demandas são desafios desse conjunto de MPMEs para: adquirir as capacitações necessárias para absorver as tecnologias, adequá-las ao uso, difundir essas novas capacitações entre a equipe técnica e codificar os novos conhecimentos nas rotinas empresariais, a fim de melhorar o desempenho do seu negócio, visando mantê-lo competitivo nas condições de concorrência atual por mercados.

Além da questão de pesquisa, outra, complementar àquela, surge ante a apresentação desses resultados: como obter e manter essa nova coleção de recursos (as capacitações tecnológicas demandadas) que é mister seja dominada pelas MPMEs entrevistadas?

E a questão da tese, dada as condições de assimetria de acesso à tecnologia e à informação relevante ao processo concorrencial entre as empresas nos mercados, vai na direção do apoio às empresas para atingirem seus objetivos de construção de capacidades tecnológicas superiores para o desenvolvimento de produtos e processos e em gestão: a rede de extensão no ERJ, componente do sistema SIBRATEC, possui as modelagens adequadas para atender esse conjunto de demandas? A que nível é possível atender?

Item	Elementos	Demandas Gerais	(%) <sup>1</sup>	Oferta SIBRATEC ET
1	Tecnologia de Produtos	Design, projeto assistido por computador, desenvolvimento de produtos, prototipagem	30-40	SIM
2		Uso de novos materiais	30-40	SIM
3		Adequação de produto para mercado interno	40-60	SIM
4		Adequação de produto para exportação	30-40	SIM
5	Tecnologia de processos	Apoio para renovação de máquinas e equipamentos	50-80	SIM
6		Adequação tecnológica de processos (automação, boas práticas etc.)	70-80	SIM
7		Informação tecnológica – novas tecnologias	80-90	SIM
8	Tecnologia de Gestão	Atualização em gestão de operações industriais (JIT, ToC, Suply Chain etc.)	80-90	SIM
9		Aumento de produtividade	80-90	SIM
10	TIB	Implantação de sistema de gestão da qualidade	50-70	SIM
11		Certificação de sistemas de gestão industrial	20-40	SIM
12		Implantação de laboratórios – Conformidade de produtos	20-30	SIM
13		Acesso à laboratórios externos – inspeção e ensaios	10-20	SIM
14	Sistemas de Inteligência de Negócios	Informação tecnológica – rotinas de monitoramento tecnológico	80-90	Parcial
15		Controle empresarial informatizado	20-40	Parcial
16	Interação Interempresarial	Melhor interação das empresas locais	100	NÃO
17	Recursos Humanos	Mão de obra qualificada em tecnologias de metalmeccânica	30-40	NÃO
18	Gestão da Propriedade Intelectual	Apoio em licenciamentos, marcas, patentes etc.	20-30	SIM
19	Marketing e Comunicação	Apoio à prospecção de novos mercados	10-20	NÃO
20	Apoio Institucional	Apoio do conjunto de ICTs do ERJ	30-50	Condicional por licitação
21		Apoio das Entidades patronais (federação das indústrias, sindicatos, associações industriais)	60-80	Parcial
22		Instituições de fomento e apoio ao desenvolvimento empresarial	80-90	SIM

### Quadro 11: Correlação - Demandas das MPMEs de Metalmeccânica da ZO-MRJ e Ofertas do SIBRATEC-ET

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados das entrevistas.

Nota: 1- Número relativo estimado a partir das demandas das empresas entrevistadas.

A resposta é positiva apenas do ponto de vista do potencial técnico de atendimento. Sob este aspecto, concluímos que há uma aderência entre a oferta de apoio institucional pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, através do componente de política pública de extensão tecnológica SIBRATEC-ET Rede RJ e as demandas empresariais das MPMEs de metalmeccânica da zona oeste do município do Rio de Janeiro.

O que corrobora esta conclusão é o volume de correlações positivas entre a demanda por capacitação e a oferta de apoio a esta capacitação como demonstrado no Quadro 11. As correlações entre oferta e demanda são positivas principalmente nas tecnologias-chave para o setor, reunindo 13 demandas críticas para a competitividade setorial.

Mas, no que tange ao nível de consistência do arranjo institucional estruturante da rede no ERJ, evidenciada pelo conteúdo das entrevistas e da análise documental do sistema SIBRATEC, a conclusão é que não houve nem o nível de eficácia objetivado, consubstanciado numa medida quantitativa de meta anual (120 atendimentos concluídos por ano), nem de eficiência, haja vista que não se obedeceu a nenhum padrão temporal de execução das ações durante o período em que as atividades do programa de extensão foram analisadas (2009-2015) e houve paralisações em que recursos financeiros eram consumidos sem atendimentos, apenas na manutenção dos recursos de *back office* da rede. A consequência disso foi a falta de efetividade do programa para os fins a que se destinava: o apoio ao desenvolvimento das MPMEs industriais do estado do Rio de Janeiro, pelo menos na proporção que era esperada.

Foi comprovado na pesquisa que há grande desconhecimento da existência da rede de apoio direto às empresas – SIBRATEC-ET Rede RJ. Sobre este aspecto, não há como se considerar uma possível aderência do arranjo com as MPMEs de metalmeccânica da ZO de futuro, por total desconhecimento de sua existência.

Mas o potencial de ajuda que a rede pode prestar existe. Aqui se evidencia mais uma falha sistêmica, pois não foi considerado no desenho institucional do programa recursos específicos para divulgação da rede.

### **Aspectos gerais**

Com relação ao perfil geral das MPMEs entrevistadas, os resultados apontam que se trata de um conjunto de empresas dirigidas por pessoas com qualificação técnica, em termos de nível de escolaridade, e identificação com as atividades que dirigem ou gerenciam, demonstrando muita experiência na condução dos negócios nas condições em que se apresentam até o momento.

As empresas em geral são de micro e pequeno porte (78%) e são empresas que já ultrapassaram a fase de consolidação do negócio, apresentando cinco ou mais anos de fundação. Pode-se afirmar que, sob este aspecto, são negócios maduros, consolidados na região, ainda que os desafios deles sejam bem diversificados, como demonstram os resultados mais amplos.

A região estudada sofreu um esvaziamento industrial, a partir da década de 1980, que ficou claro pelo pequeno número de empresas antigas que permanecem em atividades na região. Este fato foi confirmado nos informes de alguns entrevistados, nas conversas do pesquisador com eles e no contato mantido em diversas ocasiões do pesquisador com lideranças locais, gestores

acadêmicos de centros de ensino da região e em contato mantido com associação de classe de um dos distritos industriais da região.

Isto pode ter representado a perda de segmentos importantes para o encadeamento produtivo da região e lideranças potenciais, entre os empreendedores locais mais antigos. Mas é também interessante notar a ausência de novas empresas industriais no período mais recente da década de 2010, uma vez que houve uma política de estímulo aos pequenos negócios pela consolidação do simples nacional. Parece que esta ação institucional não foi suficiente para movimentar empreendedores para iniciativas industriais, ao menos na região analisada. Apesar disso, todas as MPEs entrevistadas são optantes do supersimples.

A partir dos resultados pela receita operacional bruta, os três últimos anos selecionados na pesquisa (2012-2014) foram favoráveis às MPEs entrevistadas, pois, em geral, são informados maiores ganhos de receita no período. O que merece reflexão e análise, para estudos posteriores, são acerca das características de instrumentos de política que possam de fato estimular o crescimento das empresas e sua competitividade.

Quanto às empresas de médio porte, é provável que também tenham se beneficiado de maiores ganhos – as que tiveram receita na faixa média característica desse porte tiveram ganhos –, mas não é possível tal afirmação para as que reportaram ganhos na última faixa de receita no questionário (classificadas na metodologia do BNDES como de médio-grande porte), já que a faixa de receita considerada é muito ampla.

Quanto aos mercados das MPMEs da ZO, uma constatação interessante é que mais da metade das empresas são também prestadoras de serviços industriais ou para outros mercados. Nota-se uma atuação em que as empresas buscam atividades complementares, como forma de aumentar seus ganhos ou de oferecer um atendimento aos clientes que contemple outras demandas deles. Ainda pode ser uma forma de otimizar o uso dos recursos internos, para reduzir ociosidades, aumentando a eficiência de suas operações.

Em geral as empresas da ZO são produtores de bens intermediários para indústrias do complexo metalmeccânico, mas também se constatou atendimento ao encadeamento produtivo de petróleo e gás natural (P&G). Com a prestação de serviços, há um maior alargamento de mercados alcançados pelas empresas. Um aspecto característico deste conjunto de empresas é o aspecto regional de seus mercados, realidade de 70% das empresas, que têm aí seu principal mercado. Poucas atuam em mercados a nível nacional, sendo outro aspecto marcante das MPMEs de MM da ZO a sua ausência quase total do comércio exterior. Apenas 9% delas exportam, mesmo assim uma parcela mínima de sua produção, tendo como destino externo o Mercosul ou a América Latina.



Ao cruzarmos estes resultados com as políticas de apoio do SIBRATEC-ET Rede RJ, vemos que a modalidade mais utilizada no estado foi justamente o da ‘adequação de produto ao mercado externo’. Vemos que há alinhamento com possível demanda para o setor MM da ZO. Poderia ser útil ao desenvolvimento da região, por abrir novos mercados, mais exigentes e mais qualificados para o conjunto de empresas locais. Mas tal ferramenta de apoio não alcançou a região nos seis anos de atuação da rede de extensão (2009-2015).

### **A TIB nas empresas**

Em termos de capacidade em TIB, verificou-se uma fragilidade generalizada nas empresas. Constatou-se a falta ou debilidade em competências mínimas nas empresas. Apenas 50% delas têm controle de processos implantados formalmente. Este é um requisito mínimo de capacidade dos processos, em termos de garantia da qualidade industrial.

Face a este cenário, como pensar em adequação para exportação? Nota-se, pelos resultados da pesquisa, a existência de demandas básicas de organização dos processos que precisam de apoio.

O que a pesquisa evidenciou: a existência de garantia de inspeção de produtos em quase todas as empresas entrevistadas, o que demonstra competência técnica para produzir. Mas falta o respaldo da capacidade dos processos. Isto reduz o nível de confiança. Sugere que os conhecimentos estão mais no nível tácito, intrínseco nos indivíduos que atuam nas empresas e não estão apropriados pelas empresas, inseridos em suas rotinas organizacionais, na operação dos processos, na especificação técnica de fabricação dos produtos. Esta condição é que garantiria uma continuidade dos processos de produção, com condições de manter a repetibilidade de execução de tarefas, dada a codificação dos conhecimentos necessários para sua realização.

Estas empresas do setor de metalmeccânica têm apenas o domínio técnico em fabricar produtos dada sua habilidade histórica em fazê-los, por meio de seus técnicos qualificados. Os resultados mostram também a precariedade na gestão do conhecimento tecnológico. O controle de custos e de todas as atividades alimentadas por informações dos processos a montante na cadeia produtiva da empresa sofre o impacto negativo desta debilidade organizacional.

Analisando os demais critérios de certificação elencados na questão formulada no questionário, verifica-se que houve participação decrescente do número de empresas que assinalaram possuírem capacidades nestes sistemas organizacionais (sistemas de gestão da qualidade e de gestão ambiental e de segurança e saúde). Estas certificações estão presentes em empresas de médio porte.

Mas curiosamente, as pequenas empresas tiveram um resultado melhor relativamente que as de médio porte, em termos de suas capacitações em TIB. Cerca de 67% das pequenas empresas têm seus sistemas de gestão da qualidade certificados pelo padrão ABNT NBR ISO 9001.

Em TIB, no caso das MPMEs pesquisadas, o diferencial observado entre as empresas de pequeno porte, certificadas em seus sistemas de gestão da qualidade e as não certificadas, parece ter relação direta com o perfil dos empresários. Os resultados sugerem uma correlação positiva com um misto de conhecimento técnico específico, adquirido em empresas de melhor nível tecnológico onde atuaram e o nível de formação técnica dos empresários, neste caso a formação superior de engenharia e pós-graduação a nível de especialização. Em reforço deste argumento, na tipologia relacionada com as características das empresas pela capacidade tecnológica (Figura 3), os patamares de capacidade de absorção das empresas têm como um dos seus elementos-chave qualitativos a presença de engenheiros, como recurso humano qualificado capaz de impactar favoravelmente o desenvolvimento tecnológico das empresas. E a elevação de patamar considera, nesta tipologia o aspecto quantitativo da presença de engenheiros (OECD, 1997).

A busca das empresas por competência em TIB cria oportunidade de apoio institucional por sistema de extensão tecnológica na construção dessas capacidades essenciais às empresas de MM da ZO. Não há, nacionalmente, uma estimativa de perdas com a inadequação dos sistemas metroológicos, por exemplo, mas em fins da década de 1990, os gastos dos países desenvolvidos com metrologia eram estimados em 4 a 6% do produto interno bruto (PIB). Isto demonstra o impacto sobre a economia dos países de apenas uma das tecnologias básicas consideradas centrais para o desenvolvimento científico e tecnológico das nações (JORNADA, 2005).

Este apoio deve vir por sistema externo de suporte, haja vista a demonstração pelas empresas de falta de capacidade endógena para tal mister. Cabe, portanto, uma pergunta em relação à competência das empresas: elas sabem que precisam ter competência em TIB? A resposta entra no âmago da difusão do conhecimento tecnológico básico existente no país (e a demonstração do seu impacto nos processos fabris), mas que não flui de forma adequada, não atingindo, por exemplo, as MPMEs de MM da ZO.

Nesta discussão, avançamos no potencial de instrumentos de extensão tecnológica para ganhos superlativos do tecido industrial em qualidade e produtividade. Neste aspecto, a estrutura do sistema SIBRATEC, com suas redes de extensão (ET) e de serviços tecnológicos (ST),<sup>80</sup> demonstra aderência por demandas identificadas nas empresas entrevistadas na ZO. De fato, o sistema compreende três redes que atuam, por propositura e idealmente, de forma sinérgica para

---

80 A rede de serviços tecnológicos é de estruturação nacional e se destina a apoiar a infraestrutura de serviços de avaliação da conformidade (metrologia, ensaios, análises e certificação), normalização e regulamentação técnica, com a finalidade de auxiliar as empresas na superação de exigências técnicas para o acesso aos mercados interno e externo.

atender as demandas por desenvolvimento tecnológico e organizacional, da qual as duas redes citadas aqui são as que teriam um potencial impacto de apoio às MPMEs da ZO para oferecimento dessa capacitação em TIB. Ocorre que não houve ainda qualquer atendimento às empresas nestes seis anos das redes no estado.

A intensificação do fluxo do comércio internacional tem exigido que as partes fornecedoras de bens e serviços demonstrem a conformidade destes com requisitos técnicos, por meio do atendimento à normas e regulamentos técnicos como condicionante de acesso a mercados para os quais se deseja exportar. Isto tem se tornado uma barreira técnica às exportações de países em desenvolvimento.

Considerando-se as formações atuais de redes globais de fornecimento que se utilizam dos mecanismos de certificação como um dos suportes de sua viabilização, chegamos do âmbito internacional ao organismo de cada empresa industrial estudada na tese.

Outro aspecto da TIB que ressalta dos dados coletados deste grupo de empresas da ZO: a percepção das suas deficiências em TIB. Em geral, as microempresas não têm a percepção da necessidade da TIB para a manutenção da competitividade. Isto pode, em parte, estar relacionado ao maior nível de informalidade no relacionamento com seus mercados (normas pactuadas entre as partes envolvidas), onde a exigência de contratos não é mandatória. A medida que aumenta o nível de formalização das relações (relações institucionais regidas por contratos, por exemplo), vão se intensificando as demandas dos mercados, mesmo no mercado interno, por garantias explícitas de qualidade (exigência de conformidade), evoluindo até alcançar um patamar que é o da exigência de certificações de sistemas de gestão dos processos industriais.<sup>81</sup>

### **Especialidades produtivas, processos fabris e competitividade**

Os fabricantes locais da ZO são especializados em determinadas áreas de fabricação, em especial destacam-se suas competências em: caldeiraria (leve e pesada), montagem industrial, corte e dobra de metais e usinagem de metais para atendimento preferencial à indústria, característico de produtores de bens intermediários. Assim, as MPMEs da ZO geram um amplo rol de especialidades produtivas na região.

Mas há um destaque na região, que já havia sido relatado por Hasenclever e Cunha (2010): é a capacidade de trabalhar o aço inox, especialidade de algumas empresas, mas que

---

81 É preciso compreender a evolução histórico-institucional dos sistemas de gestão, que em essência guardam relação com a qualidade, mas que possui forte correlação com a metrologia e hoje fazem parte da TIB estendida (MCTI, 2005, p. 27-46).

encontra competência técnica difundida entre muitas outras MPMEs de metalmeccânica na ZO, pelo menos em termos dos processos fabris disponíveis, capazes de trabalhar estes materiais.

Os autores destacam que além da forte representação na ZO do setor metalmeccânico, a região conta com diversos setores demandantes de aço inox, como alimentos e bebidas, químico e farmacêutico, editorial e gráfico, o que os levou a concluir pela capacidade da cadeia produtiva de metalmeccânica gerar efeitos de encadeamentos produtivos sobre as demais indústrias locais.

Isto abre amplos horizontes de novos mercados para as MPMEs de metalmeccânica a nível local, mas encerra, ao mesmo tempo um desafio para elas: o de se especializarem neste material e o de adotarem padrões de gestão mais modernos. E o desafio vai mais além, pois pede processos tecnologicamente atualizados, pois a concorrência para elas deixará de ser por custo para se fazer por diferenciação em produtos e em atendimento, com maior importância para os aspectos de qualidade e produtividade nas operações.

Mais uma vez se evidencia a importância do apoio em capacitação tecnológica e organizacional para este grupo de empresas locais. E a oferta do SIBRATEC-ET é aderente a estas demandas.

Em termos de atualização tecnológica dos processos, as empresas se situam, em situações diversas tecnologicamente, podendo se distinguir três grupos de empresas na ZO em relação ao padrão tecnológico de seus processos produtivos.

Um primeiro grupo é formado pelas empresas cujos processos não são competitivos, situando-as como empresas que sobrevivem em nichos específicos e mercados menos exigentes. Neste grupo, estão as empresas de menor porte que atuam com processos manuais de usinagem, soldagem por eletrodo revestido com equipamentos mais antigos tecnologicamente e outros tipos de soldagem com mesma deficiência, além de oxicorte nesta categoria tecnológica e corte e conformação defasados.

Um segundo grupo de empresas da ZO são de todos os portes e, em termos de processos são empresas competitivas face às exigências de mercado atuais.

Há ainda um terceiro grupo de empresas na ZO, onde estão as empresas melhor situadas em termos de seus processos produtivos. Em geral, seus processos são competitivos e estão situados entre os mais avançados para as atividades a que se dedicam. Em sua maioria, estão neste patamar tecnológico empresas de médio porte ou pequenas empresas especializadas, que atendem mercados de alto nível de exigência em termos de qualidade e/ou *design* dos produtos finais.

Em termos de apoio, cada grupo tem uma gama variada de necessidades. No primeiro grupo a carência em TIB é crítica e o aspecto de organização da sua estrutura de produção é outro ponto focal de um possível apoio do SIBRATEC-ET, que possui modalidades de atendimento que atendem essas demandas. Outro aspecto fundamental é a capacitação para a busca de informações

tecnológicas, voltada para a modernização do parque fabril, conjunto de produção que está defasado e que precisa ser atualizado. Todo esse suporte está disponível nas modalidades do SIBRATEC-ET.

Já para o segundo grupo, o apoio avança ainda em TIB, mas com a fronteira sendo a busca por certificações fundamentais de seus processos e, em alguns casos, de produtos. Para esse grupo, as modalidades de atendimento ‘adequação de produto para o mercado interno’ é adequada por cobrir as demandas amplas em produto. A modalidade de ‘adequação de produto para o mercado externo’ pode ajudar na busca por novos mercados, o que exige o aprimoramento das rotinas de controle de processos e envolve a organização fabril. Isto toca na questão crucial deste grupo: a gestão dos processos. Há muitas possibilidades de ganho apenas com a otimização das rotinas das operações industriais. O apoio para isso também pode ser dado pelo SIBRATEC-ET, pois está incluso na modalidade de ‘gestão do processo produtivo’. Aqui os ganhos de produtividade são o alvo das MPMEs deste grupo.

Para o terceiro grupo de empresas, a necessidade se volta ao aprimoramento produtivo na busca da excelência na gestão: do desenvolvimento de produtos, dos processos produtivos e no monitoramento continuado do mercado, para visualizar oportunidades e acompanhar o movimento da concorrência. A implantação de sistemas de informação empresarial torna-se uma necessidade básica para os avanços em gestão. Para essas empresas, ainda mais do que para as outras, o mercado externo é fonte de aprendizado tecnológico e de diferenciação em seus próprios mercados. O apoio do SIBRATEC-ET também é aderente com essa demanda.

Para todos os grupos, escalonando-se o nível da informação, torna-se fundamental proporcionar informações acerca das mudanças tecnológicas em curso no mundo, da velocidade com que isso acontece e da necessidade de um olhar atento para o ambiente concorrencial na atualidade.

É fundamental que as empresas enxerguem a complexidade do ambiente da indústria de transformação e de serviços. Não vivemos mais num cenário em que cada empresa tinha seu mercado e com perspectivas de atuação perene. A complexidade hoje é o cenário competitivo onde essas empresas buscam se manter, cenário ‘puxado’ pela demanda e não mais ‘empurrado’ pela oferta de bens e serviços. Essa demanda traz complexidade dada a grande variedade de opções que lhe são oferecidas, proporcionada pela inovação. Outro elemento que aumenta a complexidade e impacta o ambiente de operações industriais é a velocidade do fluxo de informações (COSTA & JARDIM, 2015).

A fim de reforçar o argumento em torno de ser a demanda por monitoramento do ambiente concorrencial a plataforma por excelência para as empresas industriais na atualidade, é

apresentado o quadro-resumo (Quadro 12) com algumas causas da complexidade das operações no mundo contemporâneo com base no trabalho de Costa e Jardim (2015).

Item	Elemento	Variável (de quê?)	Indicador de Referência (no sistema de produção)	Nível de Complexidade (↑↓) Ocorre se o indicador
1	Variedade	(de) Produtos	Nº de diferentes produtos feitos simultaneamente	Aumenta (↑)
2	Variabilidade	(de) Processos	Nº de diferentes recursos/fornecedores usados para a mesma operação/o mesmo insumo	Aumenta (↑)
3	Velocidade	(das) Mudanças	Tempo disponível para introduzir novo processo ou produto	Diminui (↓)
4	Volume	(dos) Pedidos	Diferenças nas quantidades a serem produzidas de um mesmo produto	Aumenta (↑)
5	Volatilidade	(dos) Ciclos de Vida	Tempo de vida de um produto no mercado	Diminui (↓)
6	Vagarosidade	(nas) Entregas	Tempo necessário para receber ou entregar um produto	Aumenta (↑)
7	Valor	(dos) Ativos	Custo de aquisição ou adaptação dos recursos	Aumenta (↑)
7 + 1	Vaidade	(da) Gestão	Frequência com que clientes são consultados sobre a sua satisfação	Diminui (↓)

### **Quadro 12: Operações de Produção e Serviços – Aspectos da Complexidade**

Fonte: Adaptado de Costa e Jardim (2015).

Quando avaliadas quanto à atualização tecnológica dos seus processos por tipo de atividade econômica, as empresas da divisão 25 (produtos de metal) são as que apresentam maior desatualização dos processos fabris, com destaque negativo, nesse grupo, para as microempresas dessa divisão. Em pólo oposto, estão situadas as empresas da divisão 28 (máquinas e equipamentos), cuja maioria dos processos situam-se no nível de competitividade dos seus concorrentes ou são processo de fronteira no setor. Mais de 80% delas situam-se nesse patamar tecnológico.

Já em termos do planejamento das operações industriais, a maior parte das empresas atuam com acionamento dos processos produtivos ‘contra pedido’, com produção efetiva somente sob encomenda (em geral ‘pedidos firmes’). Isto garante menor risco e melhor eficiência no uso dos recursos. Mas esta aparente eficiência (ou potencial) é impactada pela precariedade da organização, por exemplo, em termos de *lay-out* e planejamento da produção. No primeiro caso, a tendência observada pelas respostas ao instrumento de pesquisa, de uso de arranjos físicos que, em muitas empresas não representa a escolha tecnicamente mais adequada em função do tipo de processo e de produtos.

Os arranjos celulares, que seriam mais adequados para um certo número destas empresas, pelas características de processos utilizados, são quase inexistentes. Nesta investigação, por meio do instrumento de pesquisa e pela observação do pesquisador, foi percebido desconhecimento técnico por parte dos respondentes em geral neste aspecto da organização física dos recursos produtivos. Os resultados também sugerem uma fragilidade no uso de tecnologias de gestão da manufatura, muito pouco utilizadas pelas empresas, o que possibilitaria maiores ganhos de produtividade. A investigação de outros aspectos organizacionais pode confirmar esta observação.

### **Infraestrutura organizacional – os sistemas de gestão**

A utilização dos modernos métodos de gestão fabril é uma demanda que foi evidenciada pela tese, dado que a práxis de gestão nas empresas se divide no uso de planilhas eletrônicas ou planilhas manuais, com emissão de ordens de produção ao estilo das décadas de 1980 e 1990. Sistema de gestão do tipo ‘ERP’ é realidade apenas de 26% das empresas da ZO. E a tecnologia ‘lean’ está presente em apenas uma empresa da região.

Em termos organizacionais, há um atraso muito grande na região, que evidencia a necessidade de se difundirem conhecimentos de práticas de gestão da produção entre as empresas de todos os portes na ZO. Aqui se evidenciou que há baixa formalização de rotinas nas empresas, o que expõe alto risco de perda de conhecimentos fundamentais para a continuidade dos negócios, dado que parte considerável dos conhecimentos das organizações está inserida na forma de conhecimento tácito, enraizado nas pessoas das organizações, não tendo migrado para sistemas codificados que podem perenizar estes conhecimentos.

Há carência entre empresas de todos os portes na gestão da manufatura, no uso de tecnologias de gestão de processos. Neste aspecto se vislumbram grandes oportunidades de ganhos de eficiência e produtividade. Há muito espaço de melhoria, pois o desconhecimento das MPMEs de MM da ZO em relação às metodologias de gestão mais atualizadas é generalizado.

Em primeiro lugar, em termos de possibilidade de maior impacto positivo, estão as microempresas da divisão 25 (produtos de metal), seguidas pelas empresas de pequeno porte desta mesma divisão CNAE e pelas pequenas empresas da divisão 28 (máquinas e equipamentos).

Os sistemas de gestão, antes vistos como um instrumento adicional nas empresas mais bem estruturadas, devem estar integrados na infraestrutura de administração dos negócios como item fundamental, sendo incluído de forma estratégica no sistema nacional de tecnologias básicas para o desenvolvimento tecnológico (entendido como extensão em TIB).

Neste sentido, é muito significativo que menos de 50% das empresas utilizem os principais sistemas de gestão de operações industriais disponíveis no mercado nacional há pelo

menos duas décadas.<sup>82</sup> A popularização dos benefícios advindos do uso desses sistemas não alcançou as MPMEs da ZO. Os elementos principais desses sistemas vêm evoluindo ao longo de muitas décadas a nível mundial (o *just in time* iniciou-se após a Segunda Guerra Mundial, década de 1940). Nas MPMEs de MM, a gestão se baseia na experiência dos gestores principais (em geral os sócios e um pequeno grupo de profissionais ‘de confiança’ no caso das MPEs). A constatação da falta de sistemas de gestão da informação, capazes de integrar minimamente as informações nas empresas, gera perda de eficácia e eficiência na tomada de decisão nas empresas, impactando negativamente o desempenho da produção. A consequência é que a gestão das empresas, com estas precariedades, é mais do tipo reativa do que proativa, como se busca competir hoje.

### **Busca por informação tecnológica – fontes, conteúdos e frequência**

Poucas vezes as empresas de MM da ZO buscam boas práticas de produção, padrões de referência em gestão de processos e no desenvolvimento de produtos. Optam pelo benchmarking 39% das MPMEs. A maioria das MPMEs (70%) não reconhecem clientes e as relações de mercados onde atuam como fontes de aprendizado, por isso não buscam aí informações tecnológicas, tão pouco o fazem com os fornecedores. Com esses a parceria é meramente comercial (relações de compra e venda).

Mas então, onde buscam? A grande fonte externa de conhecimento tecnológico novo vem de máquinas e equipamentos adquiridos, por meio das tecnologias embarcadas. Aí nenhuma novidade, pois tem sido a forma de setores tradicionais buscarem suas melhorias incrementais. Mas é por busca endógena que a maioria das empresas prospecta novos conhecimentos para a organização. O paradoxo se estabelece quando constatamos que, em geral, as empresas não têm um conjunto de competências para inovar, nem mesmo aquelas básicas se encontram disseminadas nas MPMEs da ZO.

Por outro lado, as fontes de onde, em geral, vem o conhecimento novo – setor de P&D próprio (que não têm); patentes; artigos científicos; universidades e ICTs em geral; consultorias especializadas; transferência de tecnologias nacional e internacional – são muito pouco consultadas.

Não pode se esperar, nessas condições, uma dinâmica favorável à inovação na região. Das três fontes consideradas mais importantes para obter conhecimento novo, apenas uma é externa: máquinas e equipamentos novos, mas estes são de difícil aquisição, dada a dificuldade de crédito. Como os resultados apontaram, as MPMEs da ZO pouco recorrem a apoio externo. Neste cenário, não se pode esperar novidades, exceto aquelas obtidas por meio da combinação de seus recursos

---

82 Aqui fazemos referência às tecnologias de gestão: *Just in Time* (ou *Lean Manufacturing*); Teoria das Restrições; e os sistemas ERPs e seus desdobramentos com a abordagem *supply chain management*.



internos. Fica claro o foco da maioria das empresas em manutenção de participação nos mercados de forma reativa e não proativa. Aqui na ZO, entre as empresas de MM, não se vê ganhos por exemplo a partir da aglomeração de empresas, por falta de interação, como ocorre no arranjo produtivo de Franca citado por Garcia e Madeira (2013). Não há aprendizado por troca, nem espontânea nem induzida.

### **Capacidades do SIBRATEC-ET Rede RJ**

O objetivo desta seção foi de discutir os principais resultados da pesquisa, o que foi feito. Certamente há muitos outros cruzamentos entre a ampla gama de dados apresentados, tanto a respeito das empresas do setor metalmeccânico da ZO quanto do programa de extensão tecnológica que foi analisado SIBRATEC-ET Rede RJ, que pode gerar mais informações úteis para o desenvolvimento local, para o aperfeiçoamento do instrumento de apoio e para estimular novas pesquisas que aprofundem o conhecimento em torno das demandas desse conjunto local de empresas de metalmeccânica ou ampliando a amostra setorial etc.

Como último esforço de análise, é feita a apresentação de quadro resumo das capacidades do arranjo em forma comparada entre o caráter normativo, presente no desenho institucional do arranjo e a operação efetiva do arranjo no estado.

O que os resultados sugerem é que há forte aderência entre as demandas das empresas pesquisadas e os mecanismos de apoio da rede de extensão SIBRATEC-ET. Mas as empresas pesquisadas não foram atingidas pelo benefício desse apoio institucional. Esse mecanismo, pela importância estratégica que possui de gerar a eliminação de restrições tecnológicas nas MPMs industriais pode gerar impactos positivos se aplicados às empresas de metalmeccânica da zona oeste.

Quanto às capacidades estatais postas a serviço do desenvolvimento das empresas do estado, pelo resumo exposto no Quadro 13, a conclusão é de uma baixa capacidade de gerar um apoio efetivo às empresas, apesar de virtudes na flexibilização possível nas modalidades de atendimento, pelo modelo inovador de atendimento ‘puxado’ pelas demandas das empresas e não por mecanismos padronizados e rígidos.

Um atenuante é que este novo modelo institucional de organização de instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico está ainda numa fase inicial de atuação, tratando-se de estrutura complexa com muitos condicionantes.

Mas há falhas de concepção que precisam ser atacadas, afim de garantir efetividade. Uma delas é a falha de coordenação. Não há como ter uma atuação com fluidez sem que os fluxos aconteçam. Quais são eles: o fluxo de informações entre os parceiros do arranjo nas atividades centrais da rede (relação oferta-demanda-apoio de *back office*); os fluxos de recursos financeiros

que sustentam desde a manutenção de uma equipe técnica em operação no campo até a contratação dos especialistas quando se faz necessário, além do custo de apoio administrativo; e o fluxo no intercâmbio intrainstitucional para que o arranjo tenha sustentação.

Capacidades	Caracterização		Observações
	Normativa	Operacional	
Coordenação	Pactuada e atribuída	Pouco vigor	Houve muitos e reiterados conflitos
Controle Financeiro	Repasses garantidos	Irregularidade	Intermitência paralisando a rede
	Previsível e controlável	Imprevisível Sem controle interno	A fonte principal de recursos – FNDCT – foi alvo constante de contingenciamento
Competências Operacionais	Difundidas na rede	Conflito entre agentes Operador-conveniente	O desenho propugnava uso das capacidades das ICTs no estado, mas a regra legal impede ação direta
	Uso conforme demanda	Como previsto, mas com lentidão	Processo de atendimento via serviços contratados pelo núcleo por licitação
Ações Interinstitucionais	Entre redes ET e atores governamentais	Pouco ativa	Sem projeto formal de interlocução do arranjo com a sociedade em geral
Ação no Campo	‘Puxada’ pela demanda	‘Empurrada’ muitas vezes pela ação dos extensionistas	Mérito da flexibilização
Ações Intrainstitucionais	Distribuídas e complementares	Dificuldade de integração entre os parceiros	
Avaliação da Rede	Periódica e ativa	Irregular e reativa	
Relação Núcleo-Empresas	Plena	Deficiente	O canal foram os extensionistas que eram bolsistas temporários
Articulação de Rede (atividades do núcleo)	Presente	Ausente	
Monitoramento	Continuado	Irregular	Não há processo intensivo de acompanhamento das atividades
<b>Capacidades</b>	<b>Alta</b>	<b>Baixa</b>	Não foram capazes de gerar resultados expressivos para o arranjo, em termos de metas e de difusão da ação no ERJ

**Quadro 13: SIBRATEC-ET Rede RJ – Capacidades Técnico-Administrativas**

Fonte: Elaboração própria.

Neste último caso, faltou por parte dos representantes do ERJ na governança do arranjo uma interação mais efetiva com os demais atores, como pode ser percebido na análise do discurso de todos os entrevistados do arranjo SIBRATEC-ET.

Mas a falha de coordenação não tem componente apenas regional. Trata-se de problema sistêmico do SIBRATEC, como foi assinalado na apresentação das dificuldades colocadas no relatório de gestão 2013 (MCTI, 2013b).

## 6. CONCLUSÃO

O objetivo geral da tese foi analisar a oferta de apoio institucional do modelo brasileiro de extensão tecnológica como instrumento de suporte ao desenvolvimento tecnológico e organizacional das MPMEs vis-à-vis as demandas dessas empresas, através de um estudo de caso: as demandas por capacitações tecnológicas e organizacionais das MPMEs do setor metalmeccânico (MM) da Zona Oeste do município do Rio de Janeiro (ZO).

Além deste objetivo geral, a pesquisa teve os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar o setor metalmeccânico no contexto econômico brasileiro e do estado do Rio de Janeiro e os desafios tecnológicos atuais do setor;
2. Caracterizar as MPMEs de metalmeccânica da zona oeste do MRJ, por meio de suas demandas tecnológicas e organizacionais;
3. Avaliar a implementação do arranjo institucional SIBRATEC-ET Rede RJ, em termos da efetividade da oferta de capacitação tecnológica e organizacional.
4. Analisar a correlação oferta-demanda por capacitação tecnológica e organizacional entre o SIBRATEC-ET Rede RJ vis-à-vis as MPMEs da ZO do MRJ e no contexto da finalidade deste mecanismo de apoio para as MPMEs do ERJ.

O objetivo geral e os objetivos específicos foram atendidos nesta pesquisa de tese com uma caracterização do setor metalmeccânico no Brasil e no estado do Rio de Janeiro; pela caracterização das MPMEs de metalmeccânica da zona oeste, por meio da apresentação das suas demandas tecnológicas e organizacionais das empresas; pela apresentação da implementação do arranjo institucional da rede de extensão tecnológica do sistema SIBRATEC no estado do Rio de Janeiro; e ainda pela análise da correlação entre as demandas das MPMEs e o conjunto de mecanismos de oferta de apoio institucional do SIBRATEC-ET Rede RJ.

A pesquisa de tese pretendeu responder a seguinte questão: *a oferta de apoio institucional, por meio da rede de extensão tecnológica do programa SIBRATEC está adequada para atender às demandas por capacitação tecnológica e organizacional das micros, pequenas e médias empresas industriais (MPME) de metalmeccânica, visando superar as principais dificuldades das MPMEs com relação ao desenvolvimento tecnológico e à manutenção da competitividade no atual ambiente concorrencial?*

As hipóteses que são utilizadas como argumentos na tese, para responder à questão de pesquisa, foram: 1. O programa de extensão tecnológica poderá atender as demandas se seus instrumentos de apoio – modalidades de atendimento – forem flexíveis e acionados pelas demandas das empresas; 2. O arranjo institucional do programa de extensão poderá facilitar a

correlação entre a oferta e a demanda por capacitações se as capacidades administrativas e técnicas atuarem coordenadamente e orientadas para o atingimento dos fins do programa. E poderá dificultar, se atuarem inversamente.

O Quadro 11 apresentou o conjunto de demandas das MPMEs de metalmeccânica da zona oeste. Este conjunto de demandas mostra a prioridade dada pela maioria das empresas no desenvolvimento de produtos e processos mais adequados para o atendimento dos mercados onde as empresas já atuam, mercados que requerem um acompanhamento contínuo das suas mudanças e das novas exigências a serem atendidas. Também nesse quadro, ficou demonstrada a correlação positiva entre as principais demandas das MPMEs e a oferta de apoio do SIBRATEC-ET Rede RJ.

Com base nestes resultados, a hipótese um foi validada, pois ficou evidenciado que os instrumentos de ação do SIBRATEC-ET são flexíveis e estão desenhados para se ajustarem às demandas das empresas e são estruturados pela lógica de acionamento pela demanda. O que corrobora esta conclusão é o volume de correlações positivas entre a demanda por capacitação e a oferta de apoio a esta capacitação como demonstrado no Quadro 11. As correlações entre oferta e demanda são positivas principalmente nas tecnologias-chave para o setor, reunindo 13 demandas críticas para a competitividade setorial.

Porém, com relação à hipótese dois, uma vez que o arranjo não está estruturado de forma adequada e não consegue balizar normas e comportamentos das empresas, então a hipótese não foi confirmada. Ou foi confirmada apenas em relação à potencialidade técnica, mostrando nítidas deficiências: na coordenação das instituições que fazem parte do arranjo institucional do SIBRATEC-ET rede RJ, com concorrência com outra iniciativa não governamental (ou paragovernamental), o SEBRAETEC, mantido por um dos agentes do próprio arranjo; com insuficiência de recursos para continuidade dos atendimentos e cumprimento das metas estabelecidas; de mediação de conflitos, com prejuízo nos atendimentos; de capacidades intrainstitucionais, com falta de ação sinérgica entre os parceiros; na falta de canal institucional efetivo para o contato institucional com as MPMEs dos setores alvo das ações do arranjo no estado, o que foi evidenciado pelo desconhecimento sobre o arranjo entre um aglomerado de empresas potencialmente atingível pelo programa (MPMEs de MM da ZO).

Assim, considerando o que foi evidenciado pelo quadro resumo sobre as capacidades do programa (Quadro 13), ainda que se tenha identificado uma correlação positiva entre demanda e oferta de capacitações de tecnologias-chave do setor, os aspectos institucionais dificultam ao invés de facilitar o aumento de competitividade das empresas e o seu desenvolvimento.

No que tange ao nível de consistência do arranjo institucional estruturante da rede no ERJ, a conclusão é que não houve nem o nível de eficácia objetivado, consubstanciado numa medida

quantitativa de meta anual (120 atendimentos concluídos por ano), nem de eficiência, haja vista que não se obedeceu a nenhum padrão temporal de execução das ações durante o período em que as atividades do programa de extensão foram analisadas (2009-2015) e houve paralisações em que recursos financeiros eram consumidos sem atendimentos, apenas na manutenção dos recursos de *back office* da rede. A consequência disso foi a falta de efetividade do programa para os fins a que se destinava: o apoio ao desenvolvimento das MPMEs industriais do estado do Rio de Janeiro, pelo menos na proporção que era esperada.

Considerando o aspecto institucional com Rutherford (1994), Langlois (1986) e ainda com Hodgson (1988), o arranjo não apresentou nem regularidade de comportamento, nem suas regras de condução tiveram aceitação geral pelos membros do arranjo, havendo conflitos internos ao longo do tempo de parceria institucional. O arranjo não se comporta como uma instituição quando se considera sua constituição e rotinas sob o aspecto da estabilização das mesmas, o que não houve (VANBERG, 1993).

Tomando a abordagem de Pondé (2005), o arranjo institucional não foi capaz de moldar as interações entre os indivíduos e grupos de indivíduos para produzir padrões estáveis e determinados de operações no sistema econômico.

Já do ponto de vista da ação do estado (os dois níveis federal e regional), não se observou uma atuação que integrasse interesses particulares (aqui claramente com divergências entre atores institucionais) com os interesses da sociedade a ser atendida, ou seja as MPMEs. Prosseguem as assimetrias de informação, a fraca interação dos agentes (FIANI, 2011; EVANS, 2004). As ações do estado do Rio de Janeiro para o arranjo institucional de extensão tecnológica não conseguiram direcionar a transformação industrial desejada e levar as MPMEs de metalmeccânica para um novo patamar de desenvolvimento. Faltou, nas palavras de Peter Evans (2004) a parceria (pelos canais institucionalizados) e sobrou autonomia em relação à sociedade. As ações foram deliberadas pelos agentes do arranjo, mas não foram ouvidos de forma ampla os atores econômicos que se beneficiariam do acesso aos ‘produtos’ ofertados pelo arranjo SIBRATEC-ET no ERJ.

Como visto pelos resultados da pesquisa, as lideranças locais, que podemos representar aqui através dos sindicatos e associações de classe não fazem parte do arranjo, apesar de ter sido mencionado que foram acionados pela governança do arranjo, mas apenas no sentido de ressonância para a iniciativa governamental, sem um envolvimento direto.

Um atenuante é que este novo modelo institucional de organização de instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico está ainda numa fase inicial de atuação, tratando-se de estrutura complexa com muitos condicionantes. Mas há falhas de concepção que precisam ser atacadas, afim de garantir efetividade. Uma delas é a falha de coordenação. Não há como ter uma atuação com fluidez sem que os fluxos aconteçam.

Quais são eles: o fluxo de informações entre os parceiros do arranjo nas atividades centrais da rede (relação oferta-demanda-apoio de *back office*); os fluxos de recursos financeiros que sustentam desde a manutenção de uma equipe técnica em operação no campo até a contratação dos especialistas quando se faz necessário, além do custo de apoio administrativo; e o fluxo no intercâmbio interinstitucional entre os entes que se conjugam para que o arranjo tenha sustentação. Neste último caso, faltou por parte dos representantes do ERJ na governança do arranjo uma interação mais efetiva com os demais atores, como pode ser percebido na análise do discurso de todos os entrevistados do arranjo SIBRATEC-ET.

Mas a falha de coordenação não tem componente apenas regional. Trata-se de problema sistêmico do SIBRATEC, como foi assinalado na apresentação das dificuldades colocadas no relatório de gestão 2013 (MCTI, 2013b). Foi comprovado na pesquisa também que há grande desconhecimento da existência da rede de apoio direto às empresas – SIBRATEC-ET Rede RJ.

Os problemas relativos ao financiamento do SIBRATEC-ET a nível nacional ganha alento com a recente promulgação de emenda constitucional que altera o marco para a ciência, a tecnologia e a inovação no país. A emenda constitucional nº 85/2015, que altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. Por este novo dispositivo, novas perspectivas se abrem com relação a um dos obstáculos na execução do SIBRATEC: o aporte de recursos financeiros ao programa. Em seu parágrafo 5º, do artigo 167, da Seção II (dos orçamentos) (BRASIL, 2015):

[...] A transposição, o remanejamento ou a transferência de recursos de uma categoria de programação para outra poderão ser admitidos, no âmbito das atividades de ciência, tecnologia e inovação, com o objetivo de viabilizar os resultados de projetos restritos a essas funções, mediante ato do Poder Executivo, sem necessidade da prévia autorização legislativa prevista no inciso VI deste artigo.

Se o recurso fluirá como necessário para o sistema SIBRATEC e, particularmente, para o componente de extensão só o tempo poderá dizer. E dependerá da priorização do MCTI em relação aos seus programas de desenvolvimento.

### **Implicações de políticas**

Os resultados da pesquisa de tese revelam que o arranjo para a ação de extensão tecnológica do sistema SIBRATEC, em sua estruturação no estado do Rio de Janeiro, não foi efetivo em relação à sua missão institucional de apoio ao desenvolvimento empresarial porque

não reuniu as capacidades técnico-administrativas de forma a agir com eficiência e eficácia ao longo de sua trajetória de implementação no estado. Isto frustrou a expectativa do tecido industrial de receber um apoio real. As implicações desses resultados sobre a política de extensão são no sentido de apontar a necessidade de se rever com critério a composição de arranjos, a necessidade de que agente com inserção local e liderança junto ao público-alvo das ações de política esteja com papel ativo na governança de arranjo institucional de extensão tecnológica. No caso em foco, as MPMEs de metalmeccânica do estado.

Outro ponto que foi evidenciado é que o problema de coordenação do arranjo continua sendo uma questão crítica para uma boa implementação deste tipo de política. Mas apesar de altamente conflituoso o arranjo, que enfrentou até mesmo a ação concorrente de programa similar de extensão coordenado por um dos atores integrante do arranjo, tem virtudes e pode ser aprimorado. Uma das virtudes é sua ação a partir da demanda das empresas e sua flexibilidade para atender estas demandas. Outra virtude é a ampla gama de instrumentos de apoio, atingindo todas as tecnologias-chave da metalmeccânica.

O SIBRATEC-ET é fundamental também, em nosso entender, porque resgata um apoio ausente no sistema de sustentação da competitividade das empresas por parte do Estado: o apoio à média empresa industrial. Esta foi esquecida pelas políticas de apoio ao desenvolvimento industrial. Este apoio esteve presente nas ações do Centro Brasileiro de Apoio à Pequena e Média Empresa (CEBRAE), mas, com a sua transformação em SEBRAE, as empresas de médio porte ficaram esquecidas pelo poder público. Trata-se de um dos poucos mecanismos de apoio que alcançam as empresas de médio porte.

Esta pode ser uma saudável implicação para as políticas de desenvolvimento industrial. Resgatar a importância das empresas médias. Talvez deva ser uma aposta interessante para novas políticas nacionais de extensão reforçar o enfoque no apoio à este conjunto empresarial para que se torne mais representativo em termos de geração de valor. Até hoje tem sido segmento esquecido. Uma vez que o BNDES deixou a política de fomento a ‘campeãs nacionais’,<sup>83</sup> talvez seja hora de apostar nas médias empresas industriais. As pequenas e microempresas têm o apoio do SEBRAE, organização com grande capilaridade no país. E as médias? Não têm apoio institucional específico. Já está na hora de se lançar um olhar atencioso para este grupo de empresas nacionais.

Reverter a especialização do país em setores de menor intensidade tecnológica. Como ressaltaram De Negri e Cavalcante (2013), a partir dos dados da PINTEC 2011, caminhamos para um aprofundamento da especialização produtiva de nossa matriz industrial em segmentos de

---

83 Disponível em: < <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,bndes-decide-abandonar-a-politica-de-criacao-de-campeas-nacionais,151356e>>. Acesso em 04 abr. 2016.



menor intensidade tecnológica, que se une a uma matriz produtiva onde predominam empresas de baixa escala de produção e com poucas empresas de capital nacional inseridas em setores de mais alta intensidade tecnológica. Eles observam ainda que, apesar de ter havido um aumento do conteúdo de conhecimento em setores intensivos em tecnologia, a participação desses setores diminuiu na economia brasileira, que não tiveram esta tendência revertida pelas políticas públicas postas em prática. Em sua análise, De Negri e Cavalcante (2013), atribuem o fracasso da política de inovação posta em prática (que consideram apontar na direção correta) especialmente à falta de: foco, priorização e volume adequado de recursos.

Os resultados da presente pesquisa de tese, ainda que somente para o estudo de caso das empresas de metalmeccânica entrevistadas da ZO, apontaram para um quadro que reforça as conclusões de De Negri e Cavalcante (2013) sobre a causalidade da estagnação do esforço inovativo no país. Nesse caso, trata-se da falta de apoio para elevar as empresas em termos de capacidades, a fim de que consigam, com base na tipologia da OECD (1997), migrar dos patamares inferiores (de baixa ou mínimas capacidades tecnológicas) para se situarem em patamares de competência tecnológica ou, indo mais além, serem capazes de entrarem no grupo de empresas com um amplo conjunto de recursos em pesquisa e desenvolvimento endógeno, o que as capacita para inovar e buscar continuamente a fronteira tecnológica. Apesar de parte das empresas do setor de metalmeccânica serem de segmentos de baixa ou média-baixa intensidade tecnológica, a divisão de máquinas e equipamentos é um dos segmentos dinâmicos em termos inovativos no mundo, o que não se repete no país, como visto. Priorizar a elevação do patamar de capacitações tecnológicas e organizacionais deste conjunto de empresas, por exemplo, aponta no sentido de aumento da taxa de inovação da indústria.

E, se uma política de priorização focalizar essa divisão de atividades econômicas, uma complementação importante deste tipo de programa de desenvolvimento industrial passa por atuar no reforço dos encadeamentos produtivos onde este segmento se situa, com mecanismos de apoio de extensão tecnológica como o que foi analisado nesta tese.

Outro aspecto crítico para as políticas de extensão tecnológica é com relação à credibilidade deste tipo de ação junto ao empresariado industrial. Como visto nesta pesquisa de tese, o apoio pretendido para as MPMEs industriais do ERJ, através da formação do arranjo institucional da rede de extensão SIBRATEC, não foi efetivo, com descontinuidades do programa no estado, o que pode levar à perda de credibilidade neste tipo de programa no futuro, frustrando mais ainda as empresas industriais no ERJ. Essa conclusão não pode ser expandida para os demais arranjos da rede SIBRATEC-ET no país, uma vez que a composição deles e os setores priorizados nos outros estados não foram analisados na tese. Mas os resultados da tese podem auxiliar na

melhoria do desenho desse tipo de programa, em curso no âmbito das políticas do MCTI, voltados para o aumento da competitividade do tecido industrial brasileiro.

Esta tese contribui com um diagnóstico detalhado de 23 empresas de metalmeccânica e suas principais demandas, que poderiam se constituir em um arranjo institucional localizado para desenvolvimento da capacitação em TIB das empresas da zona oeste do município do Rio de Janeiro.

### **Limitações da pesquisa**

O modelo de pesquisa realizado, com estudo de caso, não permite a generalização dos resultados em termos da aderência da oferta a todo o conjunto de empresas de metalmeccânica do estado do Rio de Janeiro, nem tão pouco do país. Mas, dado o caráter das tecnologias principais do setor, evidenciadas na tese e as que são demandas locais da ZO, é possível indicar que os resultados são sugestivos para supor que a oferta seja capaz de atender as demandas nas capacitações tecnológicas e organizacionais chaves do setor metalmeccânico em termos nacionais.

Outra limitação é que a análise do arranjo não foi realizada em todas as dimensões de análises de políticas públicas. As capacidades políticas do arranjo não fizeram parte do escopo da pesquisa. Além disso, trata-se da avaliação de apenas uma das 22 redes de extensão do componente extensão tecnológica do sistema SIBRATEC, o que limita as generalizações para toda a rede de extensão do SIBRATEC no país.

### **Novos campos de pesquisa**

A partir das limitações da pesquisa, uma das sugestões para complementar os resultados desta pesquisa é o estudo das demais redes para levantar suas implementações. Há subsídios documentais do MCTI para sugerir que o caso do SIBRATEC-ET no ERJ não é paradigma da rede de extensão, mas um caso específico que tem origem no desenho próprio do arranjo no estado. Estão disponibilizados relatórios das demais redes no site do MCTI.

A considerar pelo documento para discussão posto pelo MCTI para a nova proposta da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2016-2019),<sup>84</sup> há disposição de continuidade para as redes SIBRATEC-ET. Assim, novos estudos em torno do melhor modelo para os arranjos de rede de extensão devem ser levados a efeito, para avançar no desenvolvimento dessas políticas de apoio, pois há demanda e é uma ação prioritária e estratégica para o Brasil.

---

84 Disponível em:

<[http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Estrat%C3%A9gia+Nacional+de+Ci%C3%A2ncia,%20Tecnologia+e+Inova%C3%A7%C3%A3o+\(Encti\)%202016-2019+-+documento+para+discuss%C3%A3o/5a4fe994-955e-4658-a53c-bc598af09f7e](http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Estrat%C3%A9gia+Nacional+de+Ci%C3%A2ncia,%20Tecnologia+e+Inova%C3%A7%C3%A3o+(Encti)%202016-2019+-+documento+para+discuss%C3%A3o/5a4fe994-955e-4658-a53c-bc598af09f7e)>. Acesso em 08 mar. 2016.

Em debate realizado pela Fundação Getúlio Vargas na cidade do Rio de Janeiro, no dia 20 de maio de 2015, o então Ministro-chefe da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República do Brasil, Roberto Mangabeira Unger, apresentou a ‘Nova Estratégia Nacional de Desenvolvimento’. Mais do que apresentar uma agenda pronta de temas para a elaboração de um novo plano nacional, o objetivo principal do ministro foi conclamar a sociedade para um debate em torno de novas ideias, visto que, em sua opinião, os modelos postos e ditos desenvolvimentistas não reuniriam elementos adequados para mudança de rumos de que o país precisa. Mangabeira Unger destacou a necessidade de estender o acesso a tecnologias e práticas avançadas para empresas de todas as escalas. Nestes termos, eis sua ideia para o novo modelo não existente no país:

"Nós temos uma cultura empreendedora no Brasil vibrante, mas a verdade dura é que a grande maioria das nossas pequenas e médias empresas ainda está afundada em um primitivismo produtivo, com práticas e tecnologias relativamente retrógradas. Precisamos agora organizar um choque de vanguardismo. Não é só ter vanguardismo em uma ilha elitista. É usar o poder do Estado para difundir as práticas avançadas para grandes setores da economia. No fundo é a mesma preocupação que também ajuda a motivar a pátria educadora, o nosso outro grande projeto de qualificação do ensino básico. O Brasil tem vitalidade, tem um espontaneísmo inculto. Agora nós queremos dar a essa vitalidade instrumentos e oportunidades. Nós queremos transformar o espontaneísmo inculto em flexibilidade preparada" (UNGER, 2015).

Presente no debate, o que escutei do ministro fez eco com minha crença na possibilidade de sucesso em tal estratégia: um modelo de extensão radical, que repita o êxito da extensão rural que transformou o Brasil em potência agrícola. Nossa meta agora seria construir um sistema de extensão tecnológica que gerasse na indústria o mesmo efeito que a extensão rural produziu no campo. Pensar qual modelo de política de extensão teria tal capacidade transformadora é uma grande proposta de programa de pesquisa para os próximos anos no Brasil.

### **Outra proposta de pesquisas futuras**

Para alinharmos as possíveis contribuições desta tese ao ambiente de pesquisas nacionais, particularmente com relação à temática do apoio institucional às indústrias brasileiras, por considerarmos que é elemento vital para o fortalecimento do tecido industrial, começamos com a listagem de algumas questões que julgamos vitais serem respondidas. Tratam-se de questões relativas aos recursos humanos de nível técnico em atuação na indústria:

- Onde estão alocados os engenheiros e técnicos de nível médio formados no MRJ/ERJ?
- Qual a atual densidade de engenheiros e de técnicos de nível médio das principais especialidades requeridas nas atividades das MPMEs industriais do MRJ/ERJ (com

formação em metalurgia, mecânica, eletrotécnica, produção, automação industrial, eletrônica e telecomunicações, tecnologia da informação e comunicação)?

- Qual o nível de atratividade das MPMEs do ERJ para a retenção de recursos humanos qualificados que demandam?
- A rede de formação de profissionais de nível técnico, tecnológico e em engenharia no ERJ está capacitada a formar recursos humanos, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, para atender as demandas futuras das indústrias do ERJ?

Como podemos ver, existem muitas indagações que emergem a partir dos resultados desta tese, uma vez que apoiar as MPMEs não é apenas oferecer serviços pontuais de consultoria especializada para a solução tópica de gargalos, que estarão sempre presentes, já que a restrição é o recurso que nos impede de maiores ganhos, como aprendido com a teoria das restrições. E a questão dos recursos humanos emergiram, ao analisarmos a tipologia da OECD (1997), que evidencia o papel central da engenharia para caracterizar o nível de competência empresarial. Aqui acrescentamos a necessidade dos técnicos de nível médio, pois na indústria são a interface de tradução da linguagem emanada do planejamento estratégico para o nível de ‘chão de fábrica’, operacionalizando as ações na fase de execução. A sua ausência nas empresas pode representar um comprometimento do fluxo dos conhecimentos empresariais através dos níveis de operacionalização dos objetivos e metas do negócio.

### **Sugestões de políticas e ações institucionais**

Mecanismos de incentivo ao crescimento da empresa. A questão do sistema de tributação do SIMPLES – o SUPERSIMPLES – deve ser considerada como um caso de desestímulo ao desenvolvimento das MPEs no Brasil. Se, por um lado, facilita burocraticamente e financeiramente o fluxo das ações administrativas nas empresas, por outro cria uma acomodação a esse patamar de cobertura do benefício, desestimulando a busca por aumento do negócio e padrões de evolução das capacidades. O modelo atual é inibidor do crescimento das empresas, uma vez que se crescerem e ultrapassarem o limite de receita do sistema, perdem o benefício fiscal. As empresas preferem manter-se no patamar de conforto quanto aos tributos. É necessário se pensar em outros caminhos para estímulo ao desenvolvimento das empresas já consolidadas, para evitar que haja um maior distanciamento entre as pequenas e as médias.

Arranjo localizado por clusters de empresas especializadas: realização de parcerias com instituições locais representativas que permitam facilitar as parcerias com a sociedade. Esse pode ser um caminho de desenvolvimento para as MPMEs de metalmeccânica da zona oeste.

Finalmente, um outro aspecto diz respeito à ausência de métrica ou parâmetros de avaliação das políticas. Em geral, observou-se que, mesmo nos relatórios de gestão, aos quais a pesquisa teve acesso, o parâmetro utilizado (ver gráfico 6) é insuficiente para uma avaliação qualitativa do arranjo em relação aos serviços prestados. Mesmo a avaliação qualitativa dos clientes atendidos de forma completa, ou seja, que firmaram a parceria com o SIBRATEC-ET para a execução do atendimento em uma das modalidades ofertadas, não complementa satisfatoriamente os mecanismos de monitoramento e de avaliação do arranjo implementado no estado do Rio de Janeiro. Ficou notória a necessidade de se estruturar a métrica para avaliação da rede de extensão tecnológica do sistema SIBRATEC.

## REFERÊNCIAS

ABERNATHY, W. J.; COROCORAN, J. E. Relearning from the old masters: lessons of the american system of manufacturing. **Journal of Operations Management**, v. 3, nº 4, p. 155-167, aug. 1983.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Política Industrial Comparada – volume V - Variedades de capitalismo e política industrial: formas institucionais e inovação tecnológica.** (Série Cadernos da indústria ABDI, v. X). Brasília: ABDI, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Conteúdo Local.** Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/?id=554>>. Acesso em 24 set. 2014.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROMOÇÃO DE EXPORTAÇÕES E INVESTIMENTOS (APEXBRASIL). **Perfil exportador do estado do Rio de Janeiro.** Brasília: ApexBrasil, 2013.

ARRETCHE, M. T. S. Tendências no estudo sobre avaliação. In: RICO, Elizabeth Melo (org.) **Avaliação de políticas sociais: uma questão em debate.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Normalização: definição.** 2015a. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>>. Acesso em 12 out. 2015.

\_\_\_\_\_. **Sistema de gestão ambiental ABNT NBR ISO 14001.** 2015b. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/certificacao/tipos/sistemas#faqnoanchor>>. Acesso em 12 out. 2015.

BAUMANN, R.; PINELI, A. O Brasil e as cadeias globais de valor. In: MONASTERIO, L. M.; NERI, M. C.; SOARES, S. S. D. (Ed.). **Brasil em desenvolvimento 2014: estado, planejamento e políticas públicas.** Brasília: IPEA, 2014.

BECATTINI, G. (1979) Dal settore industriale al distretto industriale. Alla ricerca dell'unita` d'analisi dell'economia industriale, Rivista di Economia e Politica Industriale, 1, pp. 7–21; english translation: Sectors and/or districts: some remarks on the conceptual foundations of industrial economics, in GOODMAN, E., BAMFORD, J., and SAYNOR, P. (Eds.) **Small Firms and Industrial Districts in Italy**, p. 123–135. London: Routledge, 1989.

BELUSSI, F.; CALDARI, K. At the origin of the industrial district: Alfred Marshall and the Cambridge school. **Cambridge Journal of Economics**, v. 33, p. 335-355. Cambridge, Oxford University Press, 2009.

BEST, M. H. **The new competition: institutions of industrial restructuring.** Cambridge: Polity Press, 1990.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil (PIB).** Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/Apoio\\_a\\_estudos\\_e\\_pesquisas/BNDES\\_FEP/pesquisa\\_cientifica/pib.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Apoio_a_estudos_e_pesquisas/BNDES_FEP/pesquisa_cientifica/pib.html)>. Acesso em 3 out. 2014.

BRASIL. Decreto nº 4.925/2003. Institui o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural - PROMINP, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 19 de dezembro de 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/D4925.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4925.htm)>. Acesso em 11 jan. 2015.

BRASIL. Emenda Constitucional nº85/2015. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. Brasília: D. O. U. p. 5,

seção 01, 03 de março de 2015. Disponível em:

<<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/03/2015&jornal=1&pagina=5&totalArquivos=140>>. Acesso em 1 mar. 2016.

BREMEN, S.; MEINERS, W.; DIATLOV, A. Selective Laser Melting: A manufacturing technology for the future?, **Laser Technik Journal**, Volume 9, Issue 2, pages 33–38, April 2012.

CAMPOS NETO, C. A. S.; POMPERMAYER, F. M (Ed.). **Ressurgimento da indústria naval no Brasil**. Brasília: Ipea, 2014.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar., 2005.

CHACON, P. A. S. **Aquisição de tecnologia e esforço inovativo**: um olhar crítico sobre o balanço de transações correntes e os fluxos tecnológicos. Tese de doutorado em Economia do Instituto de Economia da UFRJ, 2012.

CHANDLER JR., A. D. **The visible hand**: the managerial revolution in american business. Cambridge: Belknap, 1977.

CHANDLER JR., A. D. What is a firm?: a historical perspective. **European Economic Review**, v. 36, issue 2-3, p. 483-492, North-Holland: Elsevier B. V., 1992.

CHANG, H-J. **The political economy of industrial policy**. Nova York: Palgrave Macmillan, 1996.

\_\_\_\_\_. **Globalisation, economic development and the role of the state**. London: Zed Books, 2003.

\_\_\_\_\_. **Maus Samaritanos**: o mito do livre-comércio e a história secreta do capitalismo. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

CORRÊA, H. L.; CAON, M. **Gestão de serviços**: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes. São Paulo: Atlas, 2002.

CORRÊA, H. L. **Teoria geral da administração**: abordagem histórica da gestão de produção e operações. São Paulo: Atlas, 2003.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2006.

CORRÊA, R. A. **Tendências tecnológicas para máquinas-ferramenta de alta velocidade – HSM/HSC**. Projeto de graduação em engenharia mecânica na Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, agosto de 2013.

COSTA, R. S.; JARDIM, E. G. M. **Produção e serviços**: reflexões e conceitos. São Paulo, 2015. Mimeo.

DANTAS, A.; KERSTENETZKY, J.; PROCHNIK, V. Empresa, indústria e mercados. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Orgs.). **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002, cap.2, p. 23-41.

DARÓS, M. M. **O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade: uma análise de política.** Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Análise dos dados da Pintec 2011.** Brasília: IPEA, 2013. (DISET, nota técnica n. 15)

DE PAULA, G. M. **Produção independente de ferro-gusa (“guseiros”) – relatório final.** Economia de baixo carbono: Avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas. Ribeirão Preto: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FEA-RP/USP), 2014.

DELOITTE TOUCHE TOHMATSU. **Relatório Deloitte/Exame PME: as PMEs que mais crescem no Brasil.** São Paulo: Deloitte, 2010. Disponível em <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/Conte%20C3%BAAdos/PMEs/PME2010.pdf>>. Acesso em 11 jun. 2014.

DIAS, J. L. **Mercados Medidos: a construção da tecnologia industrial básica no Brasil.** Rio de Janeiro: Redetec, 2007.

DIREITO, I. C. N. **Método de desenvolvimento do capital inovativo no setor metalmecânico na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.** Relatório final. Rio de Janeiro: UEZO, 2012.

DOSI, G. Perspectives on evolutionary theory. **Science and Public Policy**, 18(6): 353-61, 1991.

DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L.(Eds.). **Technical change and economic theory.** London: Pinter Publishers, 1988.

ECORYS. **EU SMEs in 2012: at the crossroads: annual report on small and medium-sized enterprises in the EU**, 2011/12. Rotterdam, 2012. Disponível em <[http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/files/supporting-documents/2012/annual-report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/facts-figures-analysis/performance-review/files/supporting-documents/2012/annual-report_en.pdf)>. Acesso em 09 set. 2013.

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS – EESC. Universidade de São Paulo. **Manufatura aditiva: o futuro do mercado industrial de fabricação e inovação.** Disponível em: <[http://www.eesc.usp.br/portaleesc/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1934:manufatura-aditiva-o-futuro-do-mercado-industrial-de-fabricacao-e-inovacao&catid=115&Itemid=164](http://www.eesc.usp.br/portaleesc/index.php?option=com_content&view=article&id=1934:manufatura-aditiva-o-futuro-do-mercado-industrial-de-fabricacao-e-inovacao&catid=115&Itemid=164)>. Acesso em 25 nov. 2015.

EVANS, Peter. **Autonomia e parceria: estados e transformação industrial.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.

\_\_\_\_\_. Constructing the 21st century Developmental State: Potentialities and Pitfalls. In Edigheji, Omano (ed.). **Constructing a Democratic Developmental State in South Africa Potentials and Challenges.** Capetown: HSRC Press, 2010.

FAURÉ, Y. A.; HASENCLEVER, L. (Org.). **O desenvolvimento econômico local no estado do Rio de Janeiro: estudos avançados nas realidades municipais.** Rio de Janeiro: E-Papers, 2005.

FAURÉ, Y. A.; HASENCLEVER, L. (Org.). **Caleidoscópio do desenvolvimento local no Brasil: diversidades das abordagens e das experiências.** Rio de Janeiro: E-Papers, 2007.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA. **Rotas estratégicas setoriais para a indústria catarinense 2022: Metal-Mecânico e Metalurgia – Florianópolis:** FIESC, 2014.



FERRACIOLI, P. **Barreiras técnicas e metrologia**. Apresentação na Escola Avançada de Metrologia em Química, no dia 19 de novembro. Xerém, 2003.

FIANI, Ronaldo. **Cooperação e conflito**: instituições e desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

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

FLEURY, A. C. C. **Política industrial e capacitação tecnológica**. Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da USP, abril/1991.

FREEMAN, C. **Technological infrastructure and international competitiveness**. Draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness, august 1982. Reprint for the The First Globelics Conference 'Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium', Rio de Janeiro, November 2-6, 2003.

GALLINA, R. **A contribuição da tecnologia industrial básica (TIB) no processo de formação e acumulação das capacidades tecnológicas de empresas do setor metal-mecânico**. Tese de doutorado em engenharia de produção. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

GARCIA, R. C.; MADEIRA, P. Uma avaliação da difusão de práticas de gestão da produção entre pequenas empresas em sistemas locais de produção. **Produção**, v. 23, n. 1, p. 20-30, jan./mar. 2013

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR. **Empreendedorismo no Brasil**: 2012. Curitiba: IBQP, 2012.

GOMIDE, A. A.; PIRES, R. R (Eds.). **Capacidades estatais e democracia**. Brasília: IPEA, 2014.

GONZÁLEZ, C. G.; VÁZQUEZ, J. R. Z. **Metrología**. D. F., México: McGraw-Hill, 1996.

GRABOWSKI, H. G.; MUELLER, D. C. Managerial and stockholder welfare models of firm's expenditures. **Review of Economics and Statistics**, v. 54, p. 9-24, 1972.

GUNESAKARAN, A. (Ed.). **Agile manufacturing**: the 21<sup>st</sup> century competitive strategy. Amsterdã: Elsevier, 2001.

HAGUENAUER, L.; GUIMARÃES, E.A.A.; ARAUJO, J.R. e PROCHNIK, V. Complexos industriais na economia brasileira. **Texto para discussão n. 62**, IEI/UFRJ, 1984.

HASENCLEVER, L.; CASSIOLATO, J. E. Capacidade tecnológica empresarial brasileira y transferência de tecnologia. **Revista de Economia y Empresa**, n. 34, v. XII, 2<sup>a</sup> época, 3<sup>o</sup> Cuatrimestre, 1998.

HASENCLEVER, L.; CUNHA, E. O pólo metal-mecânico: uma demanda para dinamização e modernização das empresas da zona oeste. In: ROVERE, R. L. L.; SILVA, M. O. (orgs.). **Desenvolvimento econômico local da Zona Oeste do Rio de Janeiro e seu entorno**. Rio de Janeiro: PoD, 2010.

HASENCLEVER, L.; LOPES, R.; PIMENTEL, V.; LINS, L. "Desenvolvimento econômico local da Zona Oeste do Rio de Janeiro e seu entorno: diagnóstico socioeconômico do local". In: ROVERE, R.

L. L.; SILVA, M. O. (orgs.). **Desenvolvimento econômico local da Zona Oeste do Rio de Janeiro e seu entorno**. Rio de Janeiro: PoD, 2010.

HASENCLEVER, L.; MENDES, H. S.; CAVALIERI, H. Especialização em recursos naturais e emprego no Brasil: o caso do petróleo no Rio de Janeiro. **Relatório final do estudo brasileiro no Llamado 2014-2015 de la Red Sudamericana de Economía Aplicada – RED SUR**. Proyecto Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), creación de empleo y sustentabilidad: maximizando las oportunidades del boom de los commodities en América del Sur. Mimeo, 2015.

HASENCLEVER, L.; PARANHOS, J.; TORRES, R. Desempenho econômico do Rio de Janeiro: trajetórias passadas e perspectivas futuras. **Dados - Revista de Ciências Sociais**, v. 55, n. 3, pp. 681-711, 2012.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. **Restoring our competitive edge**. New York: Free Press, 1984.

HIRSCH, W. Z. Manufacturing progress functions. **Review of Economics and Statistics**, v. 34, p. 143-55, 1952.

HODGSON, G. M. **Economics and institutions: a manifesto for modern institutional economics**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1988.

IBGE. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

\_\_\_\_\_. **Comissão Nacional de Classificação – Classificação Nacional de atividades econômicas / CNAE**. Disponível em:

<[http://www.cnae.ibge.gov.br/estrutura.asp?TabelaBusca=CNAE\\_200@CNAE%202.0@0@cnae@0](http://www.cnae.ibge.gov.br/estrutura.asp?TabelaBusca=CNAE_200@CNAE%202.0@0@cnae@0)>. Acesso em 23 jun. 2014.

INSTITUTO AÇO BRASIL (IABr). **Mercado Brasileiro de Aço 2015**. Rio de Janeiro: IABr, 2015a.

\_\_\_\_\_. **História do aço – siderurgia no Brasil**. 2015b. Disponível em:

<[http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia\\_brasil.html](http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia_brasil.html)>. Acesso em 14 dez. 2015.

INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL. **Tecnologia industrial básica: trajetória, desafios e tendências no Brasil** / Ministério da Ciência e Tecnologia, Confederação Nacional da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. Brasília: MCT; CNI; SENAI/DN; IEL/NC, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012)**. 1 ed. Luso-brasileira. Rio de Janeiro: INMETRO, 2012.

\_\_\_\_\_. **Metrologia científica**. 2014a. Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/index.asp>>. Acesso em 09 jul. 2014.

\_\_\_\_\_. **Metrologia científica e industrial**. 2014b. Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/>>. Acesso em 16 out. 2014.

\_\_\_\_\_. **Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio**. 2015. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/labrble.asp>>. Acesso em 08 out. 2015.

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS – IFR. **History of industrial robots: from the first installation until today**. Frankfurt: IFR, 2012.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF WELDING – IIW. **Improving global quality of life: through optimum use and innovation of welding and joining technologies**. SMALLBONE, C; KOÇAK, M. (Eds.). Paris: IIW, 2012.

JORNADA, J. A. H. A metrologia e a TIB. In: MCT/CNI (Org.) **Tecnologia industrial básica: trajetória, desafios e tendências no Brasil**. Brasília: MCT; CNI; SENAI/DN; IEL/NC, 2005.

KERSTENETZKY, Jaques. A natureza da firma. **Arché**, ano IV, n. 11, 1995.

KERSTENETZKY, Jaques. Coordenação como um tema histórico-institucional: discussão de duas experiências históricas. **Revista Brasileira de Economia**, 55(3): 379-405. Rio de Janeiro, 2001.

KNUDSEN, C. Modelling rationality, institutions and process in economic theory. In Maki, U., Gustafsson, B., & Knudsen, C. (Eds.). **Rationality, Institutions and Economic Methodology**, pages 265–99. London: Routledge, 1993.

KUPFER, D. Competitividade da indústria brasileira: visão de conjunto e tendências de alguns setores. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 82, maio/ago., p. 45-78. Curitiba: IPARDES, 1994.

\_\_\_\_\_. Política industrial. **Econômica**, v. 5, n. 2, p.91-108, Rio de Janeiro, dezembro 2003- Impressa em maio 2004.

\_\_\_\_\_.; LAPLANE, M. (Coords.). **Perspectivas do investimento no Brasil: síntese final**. Rio de Janeiro: Synergia; UFRJ – Instituto de Economia; Campinas: UNICAMP – Instituto de Economia, 2010.

LA ROVERE, R. L. Perspectivas das micro, pequenas e médias empresas no Brasil, **Rev. econ. contemp.**, v. 5, n. Ed. Especial, 2001.

\_\_\_\_\_.; HASENCLEVER, L.; ERBER, F. Industrial and technology policy for regional development, **TMSD**, v. 2, n. 3, pp. 205-217, 2004.

\_\_\_\_\_.; SILVA, M. O. (orgs.). **Desenvolvimento econômico local da Zona Oeste do Rio de Janeiro e seu entorno**. Rio de Janeiro: PoD, 2010.

\_\_\_\_\_.; HASENCLEVER, L.; PINTO, J. P. de M. An introduction to small and medium-sized enterprises (SMEs) in Brazil. In: Hernandez, N. & Ramirez, J. (Org.). **ME s unleashing the potential: opportunities and challenges. The cases of Brazil, Mexico, France, Germany, Italy and Spain**. New Delhi: Bloomsbury, 2014.

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

LANGLOIS, R. N. The new institutional economics: an introductory essay. In: LANGLOIS, R. N. (Ed.). **Economics as a process: essays in the new institutional economics**. Cambridge University Press: Cambridge, 1986.

LEÃO, L. E. Rede SENAI ferramentaria: inovação e tendências. **10º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes**. São Paulo, 2012.

LEIBENSTEIN, H. “Allocativa efficiency vs. ‘X-efficiency’”. *American Economic Review*, v. 56, Jun., 1966.

LOPES, M. P. M. **Indústria brasileira de aço – situação atual e principais desafios** (Apresentação). 2011. Disponível em <[http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/Aciaria%20-%20Marco%20Pol%C3%B3\\_Divulgacao.pdf](http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/Aciaria%20-%20Marco%20Pol%C3%B3_Divulgacao.pdf)>. Acesso em 10 ago. 2015.

LUNDEVALL, B-A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. *et alii* (Eds.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

\_\_\_\_\_. (Ed.). **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter Publishers (2nd Edition of 1992, book), 2007.

MADEIRA, Paula. **Extensão industrial em sistemas locais de produção: os efeitos da aglomeração na aquisição e difusão de novas capacitações em PMEs**. Dissertação de Mestrado em engenharia de produção. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MARCONI, Marina Andrade e LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem: fundamentos e tecnologia**. 3 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

MARSHALL, Alfred. **Princípios de economia**. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996 [8th., 1920].

MAZZUCATO, M. **Entrepreneurial State**. London: Demos, 2011.

MCLAUGHLIN, D. **A tale of two industries: the diverging paths of steelmakers in developed and developing countries**. New York: Deloitte LLP, 2010. Disponível em <[http://www.deloitte.com.br/publicacoes/2007/MFG.A\\_tale\\_of\\_two\\_industries.pdf](http://www.deloitte.com.br/publicacoes/2007/MFG.A_tale_of_two_industries.pdf)>. Acesso em 11 jun. 2014.

MENDES, H. S. ; HASENCLEVER, L. Development, Entrepreneurial Activity and Industrial Extension. In: Renata Lèbre La Rovere; Luiz de Magalhães Ozório; Leonardo de Jesus Melo. (Org.). **Entrepreneurship in BRICS Policy and Research to Support Entrepreneurs**. 1ed. Cham: Springer International Publishing, 2015, v. , p. 239253. DOI 10.1007/978-3-319-11412-5

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Programa Tecnologia Industrial Básica e serviços tecnológicos para inovação e competitividade**. Brasília: MCTI, 2001.

\_\_\_\_\_. **Tecnologia industrial básica: trajetória, desafios e tendências no Brasil**. Brasília: MCTI; CNI; SENAI/DN; IEL/NC, 2005.

\_\_\_\_\_. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (PACTI 2007-2010)**. Brasília: MCTI, 2007. Disponível em <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0021/21439.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21439.pdf)>. Acesso em 9 set. 2013.

\_\_\_\_\_. **Ações de C,T&I – Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC)**. Brasília, 2013a. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/313014.html>>. Acesso em 10 set. 2013.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. **Relatório de Gestão do Programa SIBRATEC: 2013**. Brasília: MCTI, 2013b.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário estatístico do setor metalúrgico 2015** / Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília: SGM, 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Desenvolvimento tecnológico e inovação nas microempresas e empresas de pequeno porte: fatores de influência**. Brasília: MDIC, 2007.

\_\_\_\_\_. **Balança comercial brasileira – dados consolidados 2013**. Brasília: MDIC, 2014.

MUELLER, D. C. The firm's decision process: an econometric investigation. **Quarterly Journal of Economics**, v. 81, p. 58-87, 1967.

NADVI, K. **Industrial clusters and networks: Case Studies of SME Growth and Innovation**, UNIDO, 1–78, 1995.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

NORTH, D. C. Institutions and economic growth: a historical introduction. **World Development**, v. 17, n. 9, pp. 1319-1332, 1989.

\_\_\_\_\_. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

\_\_\_\_\_.; WALLIS, J. J.; WEINGAST, B. R. **Violence and social orders: a conceptual framework for interpreting recorded human history**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

OBSERVATORY OF EUROPEAN SMES. **Regional Clusters in Europe**. 3. Belgium: Enterprise Publications, European Commission, pp. 1–66, 2002.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Technology and the economy: the key relationships**. Paris: OECD, 1992.

\_\_\_\_\_. **Networks of Enterprises and Local Economic Development**, Paris: OECD, 1996.

\_\_\_\_\_. **Small businesses, job creation and growth: facts, obstacles and best practices**, jun, 1997. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/10/59/2090740.pdf>>. Acesso em set. 2011.

\_\_\_\_\_. **Boosting Innovation – The Cluster Approach**. Paris: OECD Proceedings, 1999.

\_\_\_\_\_. Local Development and Job Creation. **OECD Observer – Policy Brief**. Paris: OECD, 2000.

\_\_\_\_\_. **Innovative Clusters: Drivers of National Innovation Systems**. Paris: OECD, 2001.

OLIVEIRA, J. E. F. **A metrologia aplicada aos setores industrial e de serviços: principais aspectos a serem compreendidos e praticados no ambiente organizacional**. Brasília: Sebrae, 2008.

OLIVEIRA, S, T. **Tecnologias de apoio à competitividade: programas e benefícios para as micro e pequenas empresas**. Rio de Janeiro: Redetec, 2011.

PENROSE, Edith. **A teoria do crescimento da firma**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

PINE II, B. J. **Mass customization**. Boston: Harvard Business School Press, 1993.

PIORE, M.; SABEL, C. **The second industrial divide**: possibilities for prosperity. New York: Basic Books, 1984.

PONDÉ, J. L. Instituições e mudança institucional: uma abordagem schumpeteriana. **EconomiA**, v. 6, n. 1, p. 119-160, Brasília (DF), jan./jul. 2005.

PORTER, M. E. **The competitive advantage of nations**. London: Macmillan, 1990.

PROMINP – Programa de Mobilização da Indústria de Petróleo e Gás Natural. **O programa**. 2015. Disponível em <[http://www.prominp.com.br/prominp/pt\\_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm](http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm)>. Acesso em 12 jan. 2015.

ROCHA, Hector O. Entrepreneurship and development: the role of clusters. **Small Business Economics**, 23: 363–400. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004.

RODRIGUES, J.; MARTINS, P. **Tecnologia mecânica**: tecnologia da deformação plástica. V. 1. 2 ed. Lisboa: Escolar Editora, 2010.

RUTHERFORD, M. **Institutions in economics**: the old and the new institutionalism. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

SANTOS, A. V.; BEZERRA, A. A. **Usinagem em altíssimas velocidades**: como os conceitos HSM/HSC podem revolucionar a indústria metal-mecânica. São Paulo: Érica, 2003.

SAXENIAN, A., **The limits of autarky**: regional networks and industrial adaptation in Silicon Valley and Route 128. Prepared for HUD Roundtable on Regionalism sponsored by the Social Science Research Council, Dec 8-9, 1994. Disponível em: <[http://people.ischool.berkeley.edu/~anno/Papers/limits\\_autarky.html](http://people.ischool.berkeley.edu/~anno/Papers/limits_autarky.html)>. Acesso em 7 mai. 2012.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

\_\_\_\_\_. **Teoria do desenvolvimento econômico** / Coleção Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SCOTT, W. R. **Institutions and Organizations**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1995.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **6 Anos do Supersimples: a criação de um ambiente favorável aos pequenos negócios**. Brasília: SEBRAE, 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Regional do Paraná. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense**: Roadmapping de Metal Mecânica – horizonte de 2018. / SENAI. Departamento Regional do Paraná. Curitiba: SENAI/PR, 2008.

SHAPIRA, P. **Modernizing manufacturing**: new policies to build industrial extension services. Washington D. C.: Economic Policy Institute, 1990.

SINDIFER – Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais. **Anuário Estatístico do Setor de Ferro Gusa 2014**. Belo Horizonte: SINDIFER, 2014.

SKINNER, W. Manufacturing: the missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, Boston, may/jun. 1969.

SLACK, N. **The manufacturing advantage**. London: Mercury Books, 1991.

\_\_\_\_\_.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, G. C. **A estratégia como autoafirmação: uma análise do caso da economia chinesa à luz da sociologia da modernização**. Tese de doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, do Instituto de Economia da UFRJ, 2012.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. G.; SAMPAIO, S. Coeficiente de Gini locacional, GL: aplicação à indústria de calçados do estado de São Paulo. **Nova Economia**, 13 (2): 39-60, 2003.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TORRICO, R. É hora de enfrentar desafios. In: **Anuário Brasileiro de Siderurgia 2015**, n. 16. São Paulo: Grips Editora, 2015. p. 22-24.

UNGER, M. Nova estratégia nacional de desenvolvimento. **Debate promovido pela Fundação Getúlio Vargas**. Rio de Janeiro, 20 maio 2015

UNICAMP – Universidade de Campinas. **ECIB – Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. Campinas, 1993. Disponível em < <http://www3.eco.unicamp.br/neit/pesquisas/145-menu-principal/500-ecib-estudo-da-competitividade-da-industria-brasileira>>. Acesso em 29 set. 2014.

UNIDO – United Nation Industrial Development Organization. **Development of clusters and networks of SMEs – The UNIDO Programme**. Vienna: UNIDO, 2001.

VANBERG, V. Rational choice, rule-following and institutions: an evolutionary approach. In Maki, U., Gustafsson, B. & Knudsen, C. (Eds.). **Rationality, institutions and economic methodology**. London, Routledge, 1993.

VIOL, A. L.; RODRIGUES, J. J. **Tratamento tributário da micro e pequena empresa no Brasil**. XIII Concurso de Monografias CIAT-AEAT-IEF. Brasília: Ministério da Fazenda, 2000.

VIOTTI, E. B.; BAESSA, A. R.; KOELLER, P. Perfil da inovação da indústria brasileira: uma comparação internacional. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1991.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

WORLDSTEEL – World Steel Association. **World steel in figures 2015**. Brussels: World Steel Association, 2015.

ZISSIMOS, I.; HASENCLEVER, L. A evolução das configurações produtivas locais no Brasil: uma revisão da literatura. **Estudos Econômicos**, v. 36, n. 03, p.407-433, 2006.

**APÊNDICE 1 – PESQUISA DE CAMPO: LISTAGEM DAS EMPRESAS DE METALMECÂNICA DA ZONA OESTE**

<b>ITEM</b>	<b>EMPRESAS - CNAE: 24, 25, 28</b>	<b>CNPJ</b>	<b>BAIRRO</b>	<b>CLASSE (CNAE 2.0)</b>
1	ALBACORA DE MACAÉ IND. E COM. LTDA	05.383.075/0001-12	CAMPO GRANDE	2591-8/00
2	ALUFAT SERRALHERIA LTDA ME	32.326.696/0001-37	REALENGO	2512-8/00
3	APANOX INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA ME	30.060.321/0001-42	CAMPO GRANDE	2869-1/00
4	BRAFER CONSTRUÇÕES METÁLICAS S/A	77.153.773/0001-85	PACIÊNCIA	2511-0/00
5	BRASTEMPERA BENEFICIAMENTO DE METAIS LTDA	42.197.202/0001-15	CAMPO GRANDE	2539-0/00
6	CATEP CALDEIRARIA TÉCNICA PESADA LTDA	33.040.494/0001-97	CAMPO GRANDE	2513-6/00
7	COBERTUDO IND. E COM. DE ESTRUTURAS METÁLICAS LTDA	31.878.457/0001-27	REALENGO	2512-8/00
8	COBREMEX INDÚSTRIA E COM. S/A	07.786.727/0001-95	CAMPO GRANDE	2449-1/99
9	CONSTRUÇÕES METÁLICAS ICEC LTDA	04.858.299/0001-70	CAMPO GRANDE	2511-0/00
10	CONSTRUTORA IRMÃOS TEIXEIRA LTDA	40.440.042/0001-68	CAMPO GRANDE	2829-1/99
11	CORRETA USINAGEM DE PRECISÃO LTDA ME	36.085.439/0001-01	CAMPO GRANDE	2539-0/01
12	DANCOR S/A INDÚSTRIA MECÂNICA	33.561.853/0001-51	CAMPO GRANDE	2812-7/00
13	EGIDE METALURGICA LTDA	04.928853/0001-49	SANTÍSSIMO	2422-9/01
14	EMBRAFLEX FLEX DOOR LTDA ME	05.354.422/0001-89	PADRE MIGUEL	2593-4/00
15	EMBRAVAL EMPRESA BRASILEIRA DE VÁLVULAS E CONEXÕES LTDA	30.490.676/0001-71	CAMPO GRANDE	2813-5/00
16	ENM IND. E COM. DE METALÚRGICA LTDA	35.949.825/0001-31	REALENGO	2513-6/00
17	ESTRUTURAS METÁLICAS PERFIL DE BANGU LTDA-ME.	05.219.842/0001-52	BANGU	2511-0/00
18	EVOLUÇÃO ARTEFATOS DE METAL LTDA ME	00.569.873/0001-10	BANGU	2593-4/00
19	FACIJAN COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA-ME	30.069.793/0001-66	REALENGO	2512-8/00
20	FALMEC DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO S/A	04.747.159/0001-25	BANGU	2829-1/99
21	FILIPAC INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA	40.392.698/0001-52	MAGALHÃES BASTOS	2829-1/99
22	FL CAPELA ESTUDOS E ESENHOS LTDA	05.240.134/0001-01	SENADOR VASCONCELOS	2511-0/00
23	FLOWSERVE DO BRASIL LTDA	33.273.681/0001-10	CAMPO GRANDE	2829-1/99
24	FORÇA MOTRIZ SERRALHERIA LTDA-ME	00.701.885/0001-56	CAMPO GRANDE	2512-8/00
25	GIGA AUTOMAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS LTDA	02.157.266/0001-78	CAMPO GRANDE	2829-9/99
26	HIDRACAMP IRRIGAÇÃO E EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS LTDA	04.128.851/0001-75	CAMPO GRANDE	2833-0/00
27	ICRAM IND. COM. DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	27.902.436/0001-22	JARDIM SULACAP	2599-3/99
28	ILADAR DE REALENGO LTDA ME	01.321.187/0001-98	PADRE MIGUEL	2511-0/00
29	IMC PEÇAS E FERRAMENTAS LTDA ME	13.672.854/0001-66	MAGALHÃES BASTOS	2592-6/01
30	IRMÃOS RODRIGUES SERRALHERIA LTDA-ME	32.056.384/0001-50	CAMPO GRANDE	2512-8/00



31	J DOS ANJOS MAGALHÃES SERRALHERIA ME	31.539.687/0001-61	SANTÍSSIMO	2542-0/00
32	J. COSTA SERRALHERIA LTDA	27.503.911/0001-98	REALENGO	2512-8/00
33	JOED DE BANGU COMÉRCIO E INDÚSTRIA	72.347.230/0001-32	BANGU	2512-8/00
34	JOMMEC USINAGEM E FERRAMENTARIA DE PACIÊNCIA	03.047.769/0001-53	PACIÊNCIA	2412-1/00
35	JP DE SIQUEIRA SERRALHERIA ME	42.346.239/0001-68	CAMPO GRANDE	2542-0/00
36	KWA BRASIL EQUIPAMENTOS LTDA	05.230.646/0001-60	REALENGO	2829-1/99
37	MEMA COMÉRCIO DE FERRO LTDA	30.283.063/0001-63	MAGALHÃES BASTOS	2442-3/00
38	METAL SALES SCHLENK DO BRASIL COM. E IND. METAIS	42.564.351/0001-75	CAMPO GRANDE	2452-1/00
39	METALISUL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	11.590.543/0001-22	SANTA CRUZ	2441-5/01
40	MIRO RIO ENGENHARIA, EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS LTDA ME	30.987.846/0001-28	CAMPO GRANDE	2829-1/99
41	MONTEAÇO ESTRUTURAS METÁLICAS LTDA-ME	03.518.938/0001-96	REALENGO	2511-0/00
42	NARGETEC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	31.625.361/0001-57	SANTÍSSIMO	2815-1/02
43	OVER PACK CENTER MAQUINAS E ACESSORIOS LTDA ME	09.225.758/0001-00	CAMPO GRANDE	2862-3/00
44	PAULO GONÇALVES DE SOUSA SERRALHERIA ME	05.396.278/0001-43	REALENGO	2542-0/00
45	PRIMUS PROCESSAMENTO DE TUBOS S/A PROTUBO	42.416.792/0001-20	CAMPO GRANDE	2599-3/99
46	RUSIMAN MANUTENÇÃO E SERVIÇOS LTDA	04.226.331/0111-03	CAMPO GRANDE	2539-0/00
47	SEMID SERVIÇOS DE ENGENHARIA E MANUTENÇÃO LTDA	40.275.422/0001-94	CAMPO GRANDE	2599-3/99
48	SERRALHERIA M.P. RIBEIRO LTDA ME	31.418.239/0001-00	PACIÊNCIA	2542-0/00
49	SERRALHERIA PORTAL AZUL LTDA ME	36.074.524/0001-74	PADRE MIGUEL	2542-0/00
50	SH IND. DE METALURGIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA	07.525.932/0001-05	CAMPO GRANDE	2599-3/99
51	SOMTUBEST SOLDA MONTAGENS TUBULACOES E ESTRUTURAS LTDA	31.935.158/0001-87	REALENGO	2511-0/00
52	SOTECAL SOC.TÉCNICA DE ESTRUTURA CALDEIRÁRIA S/A	33.273.582/0001-39	CAMPO GRANDE	2511-0/00
53	SUPERPESA INDUSTRIAL LTDA	30.038.152/0001-44	CAMPO GRANDE	2513-6/00
54	TELARIA AMARAL LTDA-ME	40.416.687/0111-65	CAMPO GRANDE	2592-6/01
55	TELARIA ARTUR RIOS LTDA ME (ESM TELARIA)	06.962.967/0001-30	SENADOR VASCONCELOS	2592-6/01
56	TELARIA CAMPO GRANDE LTDA	34.388.637/0111-19	CAMPO GRANDE	2592-6/01
57	USITEC - USINAGEM TÉCNICA DE PRECISÃO LTDA	03.773.067/0001-57	CAMPO GRANDE	2592-6/01
58	VALDIR M. BARROS SERRALHERIA ARTESANAL	02.976.239/0001-27	COSMOS	2542-0/00
59	WILSANDRA COM. E IND. DE ARTEFATOS DE METAIS LTDA	07.839.766/0001-03	BANGU	2442-0/00

Fonte: Cadastro FIRJAN 2014.

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA COM EMPRESAS DE METALMECÂNICA  
DA ZONA OESTE

**Identificação da Empresa**

Razão Social

CNPJ

Endereço

Cep

Cidade - UF

Telefone

Homepage

Email

**Identificação do Entrevistado**

Nome

Sócio da empresa?

( ) Sim ( ) Não

Função / Cargo

Há quanto tempo?

Nível Escolaridade

Onde adquiriu a competência para o cargo?

( ) Na empresa atual

\_\_\_\_\_

( )

Email

**Nº Funcionários:** ( ) até 9 ( ) 10-19 ( ) 20-49 ( ) 50-99 ( ) 100-499 ( ) 500 ou mais

**Ano de fundação da empresa:** 19\_\_\_\_ 200\_\_\_\_

**Tipo de natureza jurídica:** ( ) Ltda ( ) S.A. aberta ( ) S.A. fechada ( ) Outra:

**Tributação:** ( ) Supersimples ( ) Lucro presumido ( ) Lucro real ( ) Outra:

**Ramo:** ( ) Indústria Metalúrgica/Siderúrgica ( ) Indústria Mecânica

**Receita Operacional bruta no triênio:**

**2012 2013 2014**

( ) ( ) ( ) 1. menor ou igual a R\$ 1 milhão

( ) ( ) ( ) 2. maior que R\$ 1 milhão e menor ou igual a R\$ 2,4 milhões

( ) ( ) ( ) 3. maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões

( ) ( ) ( ) 4. maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões

5. maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões

**Informações sobre produção e mercados**

(assinale uma ou mais opções, conforme o enquadramento de sua empresa)

1. Linha de Produtos e/ou Serviços Principais

- Fabricante de produtos metalúrgicos ferrosos (siderúrgicos)
- Fabricante de produtos metalúrgicos não ferrosos
- Fabricante de produtos de metal (bens intermediários para outras indústrias)
- Fabricante de produtos de metal (bens para consumo final)
- Fabricante de máquinas e equipamentos
- Prestador de serviços à indústria
- Outro: \_\_\_\_\_

2. Volume de Produção no triênio:

2012: \_\_\_\_\_

2013: \_\_\_\_\_

2014: \_\_\_\_\_

3. Seus principais clientes são:

- Indústrias
- Comércio
- Prestadores de serviços industriais
- Consumidores pessoas físicas
- Outros: \_\_\_\_\_

4. Seus principais mercados são:

- Local (ERJ)
- Nacional
- Internacional

5. Percentual da produção exportada (%): \_\_\_\_\_

6. Quais principais mercados internacionais?

- Mercosul
- América Latina
- América Central
- América do Norte
- Europa
- África
- Ásia
- Outro: \_\_\_\_\_

## Capacidade produtiva

7. Quais os principais processos produtivos empregados pela empresa?

**(5)** => se a empresa está na fronteira tecnológica para este processo a nível mundial.

**(3)** => se a tecnologia de processo garante competitividade à empresa no setor.

**(1)** => se esta tecnologia está desatualizada e/ou não garante competitividade (risco em qualidade e/ou produtividade e/ou *market share*).

**(N)** => se esta tecnologia não é utilizada na empresa.

Fundição

Laminação de placas e chapas

Conformação a quente mecanizada (forjamento, trefilação, calandragem, estampagem etc.)

Conformação a quente automática (forjamento, trefilação, calandragem, estampagem etc.)

Conformação a frio mecanizada (forjamento, trefilação, estampagem etc.)

Conformação a frio automatizada (forjamento, trefilação, estampagem etc.)

Fabricação de tubos com costura

Fabricação de tubos sem costura

Corte e dobra manual

Corte e dobra automatizada

Corte por puncionamento

Corte por eletroerosão a fio

Corte a laser

Oxicorte

Corte por jato de água

Usinagem manual (tornos , fresadoras etc.)

Usinagem semiautomática (tornos , fresadoras etc.)

Usinagem automática (tornos , fresadoras etc.)

Usinagem CNC (tornos , fresadoras etc.)

Usinagem CNC com robôs

Usinagem de altíssimas velocidades (HSM/HSC)

Microusinagem CNC

Soldagem por pontos

Soldagem por eletrodo revestido

Soldagem MIG / MAG

Soldagem TIG

Soldagem por arco submerso

Soldagem contínua eletrônica

Soldagem a laser

Deposição superficial por aspersão térmica, laser, eletrolítica ou química

Manufatura aditiva 3D

Outro: \_\_\_\_\_

8. Quanto à natureza da demanda, qual a estrutura produto-produção da empresa?

Por previsão

Por plano mestre

Contra pedido

Outra: \_\_\_\_\_

9. Quanto à frequência de produção, qual a estrutura produto-produção da empresa?

Contínua

Massa-seriada

Por lote-batelada

Sob encomenda

Única – projeto individualizado

Outra: \_\_\_\_\_

10. Quanto ao arranjo físico, qual a estrutura produto-produção da empresa?

Fixo

Linha de montagem por produto

celular

Funcional

Móvel (não fixo)

Outra: \_\_\_\_\_

### Capacidades em Tecnologias Industriais Básicas (TIB)

11. Assinale as opções das capacidades que sua empresa possui em metrologia, normalização, certificação e avaliação de conformidade:

Programa próprio de avaliação da conformidade dos produtos

Programa próprio de avaliação da conformidade dos seus processos

Produto(s) certificado(s) por agente terceira parte

Sistema de gestão da qualidade **sem certificação** ISO 9001

Certificação de sistema de gestão da qualidade ISO 9001

Certificação ISO/TS 16949 (para indústria automotiva)

Certificação NBR 15100 (sistema de gestão da qualidade – setor aeroespacial)

Certificação ISO 14000

Certificação ISO 17025

Laboratório(s) de metrologia (medidas de comprimento, temperatura, pressão etc.)

Laboratório(s) de ensaios não destrutivos (líquido penetrante, ultrassom, raio "X" etc.)

Medição de coordenadas por equipamento conjugado com centro de usinagem

Outras: \_\_\_\_\_

12. Em que medida a ausência de algumas das capacidades acima lhe impede de atender a alguns mercados?

--

--

### Principais rotinas das operações industriais – infraestrutura tecnológica

13. Tecnologias de gestão das operações empresariais – Indique nível de utilização / conhecimento de cada uma na rotina da empresa (responda a todas as opções):

	Uso pleno	Uso parcial	Não usada e conhecida	Não conhecida
Tecnologia <i>lean</i>				
Tecnologia <i>just in time</i>				
Tecnologia MRP II (com software de gestão)				
Tecnologia ERP (com software de gestão)				
<i>Supply chain management</i> com simulador				
Tecnologia TOC- teoria das restrições				
Gestão por PCP tradicional manual				
Gestão por PCP com planilha eletrônica				
Gestão de manutenção otimizada (MPT, Manutenção preventiva, preditiva)				
Gestão de melhoria contínua				
Metodologias de solução de problemas				
Círculo de controle de qualidade				
Outra:				

14. Frequência de busca de informações tecnológicas com relação a:

- ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Concorrência / Benchmarking  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Clientes e mercados  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Fornecedores  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Oferta de tecnologias de processo  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Oferta de tecnologias de produto  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Qualificação de funcionários  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Alterações em normas técnicas  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Alterações da legislação do país  
 ( ) Nunca ( ) Poucas vezes ( ) Regularmente => Outra: \_\_\_\_\_

### Competitividade e manutenção do negócio

15. Ordene em cada tabela, por importância, os 10 fatores críticos para a empresa manter a competitividade (podendo acrescentar outros). Numere-os de: 10, para o mais importante, indo até 1, para o de menor importância, tanto para crescimento quanto para competitividade.

a. Crescimento da empresa	Posição
Controle de custos	
Qualidade dos produtos	
Acesso à crédito para o negócio	
Relacionamento com clientes	
Investimento em recursos	

b. Manter-se competitiva até 2020	Posição
Controle de custos	
Qualidade dos produtos	
Acesso à crédito para o negócio	
Relacionamento com clientes	
Investimento em recursos humanos	

humanos			
Acesso a novas tecnologias		Acesso a novas tecnologias	
Aumento de capacidade produtiva		Aumento de capacidade produtiva	
Ações de marketing e comunicação		Ações de marketing e comunicação	
Investimento em pesquisa e desenvolvimento		Investimento em pesquisa e desenvolvimento	
Aumento de capital e/ou investimento dos lucros		Aumento de capital e/ou investimento dos lucros	
Outro:		Outro:	
Outro:		Outro:	

### Desafios da empresa – os 'gaps' tecnológicos e organizacionais

16. Indique se utiliza ou não (**sim-não**) e ordene por importância (**5** para a fonte mais importante e **1** para a fonte de menor importância) as fontes de aquisição de informação / conhecimento tecnológico para a empresa (podendo acrescentar outras)

Fontes	Uso da fonte	Importância
	Sim ou Não	De 5 a 1
Revistas técnicas sobre produtos e serviços		
Parcerias com outras empresas de metalmeccânica		
Parcerias com universidades ou instituições de pesquisa		
Parcerias com Sistema "S" (SENAI, IEL)		
Parcerias com SEBRAE		
Máquinas e equipamento novos		
Transferência de tecnologia – origem nacional		
Transferência de tecnologia – origem internacional		
Por busca em artigos científicos e livros		
Por busca em documentos de patentes		
Por nosso setor de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)		
Pela contratação de consultoria especializada		
A partir da busca de melhorias nas operações rotineiras		
Por meio dos funcionários qualificados da empresa		
Pela contratação de funcionários especialistas		
Outra:		

17. Parcerias estratégicas: a empresa participa de algum tipo de arranjo interempresarial ou setorial?

- ( ) Não participa  
 ( ) Central de compras  
 ( ) Central de vendas  
 ( ) Consórcio para exportação  
 ( ) Consórcio de desenvolvimento tecnológico  
 ( ) Rede(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_  
 ( ) Outro(s). Qual(is): \_\_\_\_\_

18. Além de tudo que foi levantado sobre seus produtos e processos e de suas capacidades tecnológicas e organizacionais, que outros desafios internos você pensa que há para melhorar o desempenho de sua empresa?

- ( ) No momento mais nenhum gargalo tecnológico ou organizacional (vá para a última questão)

- Incorporação de mão de obra qualificada em tecnologia metalmecânica (é gargalo hoje)
- Melhoria no design/projeto e desenvolvimento de produtos metalúrgicos-mecânicos
- Utilização de novos materiais para fabricação dos produtos
- Desenvolvimento de capacidade em análises numéricas
- Desenvolvimento de capacidade em prototipagem rápida
- Desenvolvimento de capacidade em automação industrial
- Desenvolvimento de capacidade em robótica
- Domínio de novas tecnologias de processo de fabricação dos produtos atuais
- Domínio de novas tecnologias de gestão para aumento de produtividade
- Domínio de novas tecnologias de gestão da qualidade
- Implementar controle informatizado de toda a empresa
- Implantação de laboratórios próprios de garantia de conformidade de produtos
- Acesso a laboratórios externos de inspeção e ensaios de produtos
- Manter conhecimento atualizado sobre novas oportunidades de negócios
- Gestão da propriedade intelectual (licenciamento: marcas, patentes, direitos autorais, etc.)
- Adequação do produto e/ou processo para exportação
- Outros gargalos tecnológicos / organizacionais que possuem (use o verso da folha se necessário):

19. Em quais instituições você acredita que sua empresa pode buscar apoio externo para **acesso à mecanismos de melhoria e superação dos gargalos tecnológicos e organizacionais?**

- FIRJAN – Federação das Indústrias do estado do Rio de Janeiro
- AEDIN – Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências
- ACERB – Associação Comercial e Empresarial da Região de Bangu
- ACIRA – Associação Comercial e Industrial de Realengo e Adjacências
- ACICG – Associação Comercial e Industrial de Campo Grande
- SIMME – Sindicato das Indústrias Mecânicas e de Material Elétrico do Município do Rio de Janeiro
- SINMETAL – Sindicato das Indústrias Metalúrgicas do Município do Rio de Janeiro
- SIMMERJ – Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico no Estado do Rio de Janeiro
- UEZO – Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste
- UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
- UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFF – Universidade Federal Fluminense
- UNIRIO – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
- CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro
- UCB – Universidade Castelo branco
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem industrial
- REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro
- SIBRATEC – Sistema Brasileiro de Tecnologia
- INT – Instituto Nacional de tecnologia
- INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- APEXBRASIL – Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
- Empresas de prestação de consultoria em serviços de tecnológicos



( ) Outra(s). Qual(is)?

--

20. Em quais instituições você acredita que sua empresa pode buscar apoio financeiro (financiamentos com juros subsidiados, recursos não reembolsáveis e outros), com oferta de crédito para as ações de desenvolvimento tecnológico que necessita?

- ( ) Banco do Brasil  
( ) BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
( ) Caixa Econômica Federal  
( ) Bancos Privados de crédito  
( ) AGERIO – Agência de Fomento do Estado do Rio de Janeiro  
( ) FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos  
( ) Outra(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

21. Que tipo de profissionais da área tecnológica sua empresa necessita (pode assinalar mais de uma opção)?

- ( ) Técnicos de nível médio em: \_\_\_\_\_  
( ) Técnicos de nível superior em engenharia: \_\_\_\_\_  
( ) Tecnólogo (nível superior) em: \_\_\_\_\_  
( ) Outro(s). Qual(is): \_\_\_\_\_

22. Essa demanda por profissionais qualificados é (pode assinalar mais de uma opção):

- ( ) para trabalho imediato  
( ) a curto prazo – próximos dois anos (expansão em curso)  
( ) a médio prazo – próximos cinco anos (projetos em andamento ou estudo)  
( ) a longo prazo – próximos dez anos (crescimento futuro do negócio)

23. Em quais instituições capacita seus funcionários ou onde busca pessoal qualificado tecnologicamente para as operações da empresa (pode assinalar mais de uma opção)?

- ( ) Capacitamos internamente os funcionários  
( ) Em instituições de formação e/ou qualificação tecnológica da Zona Oeste  
( ) Em instituições do estado do Rio de Janeiro  
( ) Em instituições de outros estados do Brasil  
( ) Outra(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

24. Que tipo de apoio você precisa para melhorar sua competitividade que não é oferecido hoje pelas instituições de ensino, pesquisa, consultoria mencionadas anteriormente?

--

## APÊNDICE 3 – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

PESQUISA DE TESE  
EXTENSÃO INDUSTRIAL NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA OFERTA E  
DA DEMANDA POR CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA E ORGANIZACIONAL**TERMO DE CONFIDENCIALIDADE**

Essa pesquisa é um instrumento de coleta de dados para a tese de doutorado de Heitor Soares Mendes, regularmente matriculado no Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da UFRJ, sob o número 112063120. A pesquisa é apoiada pela FAPERJ (Edital Nº 28/2012: Prioridade Rio).

A pesquisa tem como objetivo levantar as informações sobre o atual estágio das empresas de metalmeccânica no município do Rio de Janeiro a partir do adensamento produtivo da Zona Oeste (um recorte de quatro regiões administrativas) em termos das capacitações nas tecnologias industriais básicas (TIB), identificando suas principais debilidades neste assunto frente à literatura sobre TIB e às condições atuais de competitividade, dada a reestruturação produtiva em curso no mundo. E de outra parte, identificar as condições atuais de apoio institucional ao esforço tecnológico das empresas, por meio das redes de extensão tecnológica a partir do SIBRATEC e sua atuação a nível local.

Os dados solicitados na pesquisa serão utilizados no cálculo de estatísticas descritivas para o total das empresas entrevistadas. Portanto, os dados só serão divulgados agregados a nível setorial, **garantindo a confidencialidade dos dados particulares das empresas entrevistadas.**

---

Me. Heitor Soares Mendes  
Pesquisador

---

Dr.<sup>a</sup> Lia Hasenclever  
Orientadora

APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO DE ENTREVISTA SOBRE O SIBRATEC-ET REDE RJ

QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE INFORMAÇÕES SOBRE A OFERTA DE APOIO TECNOLÓGICO E ORGANIZACIONAL ÀS EMPRESAS DE METALMECÂNICA DA ZONA OESTE DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

**Identificação da Instituição do Arranjo Institucional SIBRATEC-ET no ERJ**

Razão Social

Endereço

Cep

Cidade – UF

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

**Identificação do Entrevistado**

Nome

Função / Cargo

**QUESTÕES:**

1. Qual a missão institucional do SIBRATEC? E da sua rede de extensão tecnológica (SIBRATEC-ET-RJ)?
2. Qual é o modo de atuação da rede de extensão tecnológica e sua estrutura operacional? Qual o papel de sua instituição no arranjo institucional no Rio de Janeiro?
3. Que tipo de apoio / serviços a rede SIBRATEC-ET-RJ oferece para a capacitação das empresas industriais no ERJ? Como foram (são) definidos?
4. Da relação (anexo) de MPMEs de MM da ZO, alguma delas já foi atendida pelo SIBRATEC-ET-RJ?
5. Com a estrutura atual, quantas empresas podem ser atendidas anualmente no ERJ? Que percentual de atendimento às MPMEs tem sido atingido nos últimos três anos?
6. Qual a métrica de avaliação quanto à atuação do SIBRATEC – REDE DE EXTENSÃO tecnológica?
7. Quais são as dificuldades para que o serviço seja realizado?
8. Precisaria de outros mecanismos / instrumentos para melhorar o atendimento às empresas? Qual(is)?
9. Como a rede de extensão tecnológica é divulgada ao seu público-alvo?
10. Há parceria institucional com o sistema 'S' (exceto SEBRAE) direta ou indiretamente?
11. (Específica) O SEBRAETEC atua juntamente com o SIBRATEC-ET ou trata-se de serviço de extensão específico do SEBRAE? Que serviços são oferecidos e a qual público-alvo? Como funciona este modelo de extensão?

## APÊNDICE 5 – FERRO-GUSA E FERROLIGAS – GRUPO 24.1

A produção independente é pouco concentrada, com grande número de empresas atuando, em geral com porte pequeno e médio, sendo uma atividade madura e onde predominam inovações incrementais, sendo as melhores empresas as difusoras de tecnologias já dominadas, com destaque para: 1. melhores fornos para a produção de carvão vegetal (fornos retangulares); 2. sistema de cogeração (termoelétrica) de energia nos altos-fornos; 3. injeção de finos de carvão; 4. sinterização dos finos de ferro e carvão, para melhor aproveitamento dos resíduos industriais (DE PAULA, 2014).

Há 142 altos-fornos de gusa em 80 usinas, controladas por 73 empresas, com capacidade instalada em torno de 14,1 milhões de toneladas, porém em 2014 o nível de ociosidade era muito alto, acima de 50% da capacidade.<sup>85</sup> Cerca de metade da produção de 2014 foi destinada ao mercado interno e a outra parte do ferro-gusa das usinas independentes foi destinada para exportação. O principal destino das exportações são os Estados Unidos (69% em 2014), que somadas às vendas para os Países Baixos, Taiwan, Itália e México representam mais de 90% das exportações, tendo sido exportado no total 2,6 milhões de toneladas em 2014. A produção das usinas independentes se concentra em Minas Gerais (58%), seguida por Maranhão e Pará (Carajás – 29%), Mato Grosso e Espírito Santo. Essas usinas independentes geraram 40,2 mil empregos diretos e 113,4 mil empregos indiretos no ano de 2014, conforme dados do anuário do setor (MME, 2015), com faturamento de R\$ 4,5 bilhões.<sup>86</sup> As usinas independentes enfrentam declínio nos volumes produzidos, com a quarta queda sucessiva de produção de 6% em 2014, na comparação com 2013. A situação adversa é atribuída pelos empresários do setor às questões tributárias, que oneram o setor em cerca de 15%, a competição acirrada dos importados e os custos dos insumos, cotados em dólar, atrelados às variações dessas *commodities* no mercado internacional (SINDIFER, 2014). Mas, conforme conclui De Paula (2014), dada a situação de ociosidade da siderurgia global, não se espera recuperação das exportações no mercado de gusa até o fim da década atual. Este autor aponta ainda a tendência gradual de redução da capacidade de produção independente de ferro-gusa no Brasil, em parte por movimento de integração vertical (consolidando novas usinas integradas) ou por aquisições de usinas por fundições.

Outro conjunto de empresas da metalurgia são os fabricantes de ferroligas, materiais essenciais na siderurgia e na fundição. Trata-se de ligas de ferro com diversos metais, utilizados para conferir características especiais aos aços ou aos fundidos. As ligas mais utilizadas são as de silício, manganês, cromo e níquel, sendo consideradas como ferroligas especiais as de nióbio,

---

85 Há ainda seis altos-fornos de siderúrgicas não incluídas neste cálculo.

86 As informações sobre ferro-gusa foram oriundas do Anuário do Setor Metalúrgico 2015 (MME, 2015), Anuário Estatístico do Setor de Ferro Gusa 2014 (SINDIFER, 2014) e da nota técnica "Produção independente de ferro-gusa ("Guseiros")" (DE PAULA, 2014).

silício-magnésio, molibdênio, vanádio, titânio e tungstênio, dentre outras. Os aços em geral e ferros fundidos utilizam as ligas à base de manganês e os aços carbono usam as ligas de ferro ao silício; para os aços inox, utiliza-se as ligas à base de cromo e de níquel. A produção desses materiais é eletro-intensiva, chegando o custo com energia elétrica a cerca de 35% do custo total. Esta condição e a relação comoditizada dos metais, cotados internacionalmente pela London Metals Exchange (LME), gera insegurança nos investimentos do setor.

Há excedentes exportáveis de ferroligas ao manganês, ao silício e ao níquel, mas o principal produto deste segmento são as ligas com nióbio, do qual o Brasil é o maior produtor mundial e maior exportador (63,2% em 2014). Os consumidores das ferroligas são as empresas siderúrgicas (85%) e as fundições (15%). A Tabela A resume algumas informações sobre o mercado de ferroligas no Brasil. Trata-se de um grupo de atividades que vem apresentando-se superavitário em termos de comércio exterior.

O grande destaque econômico das ferroligas, de fato é a liga de nióbio, com elevado patamar de exportação e de contribuição para o superávit da balança comercial desses produtos (69% em 2014), uma vez que o Brasil detém cerca de 98% das reservas mundiais do metal, sendo o país responsável por 97% da produção mundial. Mais de 90% do nióbio é exportado pelo país na forma de ferroliga, mas o metal também é exportado na forma de óxido: de alta pureza e de grau ótico. O ferro nióbio é utilizado para a produção de aços microligados, com propriedades de elevada resistência mecânica e tenacidade, com aplicação na indústria automobilística, aeroespacial, indústria mecânica, construção civil e naval.

**Tabela A: Dados Econômicos de Ferroligas Produzidas no Brasil. Período: 2010-2014**

Ferroligas <sup>1</sup>	Unid.	2010	2011	2012	2013 <sup>(p)</sup>	2014 <sup>(p)</sup>	2014/2010 (%)
<b>1. À base de Manganês – Produção</b>	<b>t</b>	<b>305.808</b>	<b>295.923</b>	<b>330.419</b>	<b>311.000</b>	<b>303.000</b>	<b>(0,9)</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$<sup>3</sup></b>	(16.129)	(29.986)	376	12.524	(32.836)	103,6
<b>2. À base de Silício – Produção</b>	<b>t</b>	<b>247.306</b>	<b>210.910</b>	<b>203.881</b>	<b>158.000</b>	<b>127.000</b>	<b>(48,6)</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	266.234	277.693	244.355	183.654	113.496	(57,4)
<b>3. À base de Cromo – Produção</b>	<b>t</b>	<b>172.794</b>	<b>145.122</b>	<b>181.425</b>	<b>174.180</b>	<b>188.682</b>	<b>9,2</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	(8.292)	(8.403)	(2.355)	(9.371)	(9.371)	13,0
<b>4. À base de Níquel – Produção</b>	<b>t</b>	<b>23.837</b>	<b>45.625</b>	<b>94.443</b>	<b>115.000</b>	<b>143.820</b>	<b>339,9</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	1.774	118.493	516.569	354.124	742.232	41.739,5
<b>5. Especiais: Fe Nb – Produção</b>	<b>t</b>	<b>77.246</b>	<b>81.860</b>	<b>80.187</b>	<b>71.600</b>	<b>51.737</b>	<b>(33,0)</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	1.556.389	1.840.457	1.810.925	1.605.213	1.734.901	11,5

<b>6. Especiais: Fe Si Mg – Produção</b>	<b>t</b>	<b>33.623</b>	<b>20.950</b>	<b>21.200</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>7. Inoculantes – Produção</b>	<b>t</b>	<b>27.471</b>	<b>20.848</b>	<b>27.603</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>8. Especiais: Outros – Produção</b>	<b>t</b>	<b>36.664</b>	<b>32.711</b>	<b>38.784</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>
Saldo – Balança Comercial	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	(12.388)	(3.897)	(7.731)	(14.610)	(34.755)	n.d.
<b>Produção Total de Ferroligas</b>	<b>t</b>	<b>909.377</b>	<b>825.074</b>	<b>914.841</b>	<b>749.281</b>	<b>707.656</b>	<b>(22,2)</b>
<b>Saldo Total – Balança Comercial</b>	<b>10<sup>3</sup> US\$</b>	<b>1.787.588</b>	<b>2.194.357</b>	<b>2.562.139</b>	<b>2.131.534</b>	<b>2.513.667</b>	<b>40,6</b>

Fonte: Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2015 – MME, com base em ABRAFE / FERBASA/Sumário Mineral DNPM.

(p) Preliminar.

Notas:

1. Ferroligas: 1. Fe Mn AC / Fe Si Mn; 2. Fe Si 75%; 3. Fe Cr AC / Fe Cr BC / Fe Si Cr; 4. Ni contido na liga Fe Ni.

2. US\$ FOB (2014).

Ao subtrairmos da pauta exportadora o ferronióbio, a balança comercial de ferroligas ainda é superavitária, graças às ligas de silício e níquel, sendo estas últimas um caso a parte, dado que quadruplicou a sua produção entre 2010 e 2012, com geração de superávit de ferroliga de níquel saltando de cerca de US\$ 1,8 milhões para US\$ 742 milhões, de 2010 para 2014, respectivamente. Porém, existem outras ferroligas que não são produzidas no país e são majoritariamente importadas. São as ligas especiais: ferromolibdênio (Fe Mo), ferrovanádio (Fe V), ferrotitânio (Fe Ti) e ferrotungstênio (Fe W), o que justifica o déficit comercial nestes itens.

## APÊNDICE 6 – SIDERURGIA – GRUPO 24.2

Os produtos siderúrgicos são classificados de duas formas em geral (IABr, 2015a):

- quanto à forma geométrica são os: 'semi-acabados', destinados ao processamento por laminação ou forjamento a quente, fornecidos em placas, blocos ou tarugos; 'produtos planos', resultantes do processo de laminação, cuja largura é muito maior que a espessura, fornecidos – aços carbono – em bobinas, chapas ou folhas, com diversas especificidades de processamento, bem como os aços especiais (ao silício, inoxidáveis e de alto carbono), em bobinas e chapas; 'produtos longos', resultantes do processo de laminação, cujas seções transversais tem formato poligonal e seu comprimento é extremamente superior a maior dimensão da seção, com oferta em aços carbono e especiais. São fornecidos em forma de perfis, trilhos, vergalhões, fio-máquina, barras, tubos sem costura e trefilados.
- quanto ao tipo de aço: 'aços carbono: são aços ao carbono ou de baixo teor de liga, com composição química definida em faixas amplas; 'aços ligados/especiais': são os aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em faixas estreitas para todos os elementos e especificações rígidas; 'aços construção mecânica': são aços ao carbono ou de baixa liga para forjaria, rolamentos, molas, eixos, peças usinadas etc; 'aços ferramenta': são aços de alto carbono ou de alta liga, destinados à fabricação de ferramentas e matrizes, para trabalho a quente e a frio, inclusive aços rápidos.

A Tabela B mostra a evolução dos principais dados do setor no período de 2007 a 2014 no Brasil.

O parque siderúrgico nacional é composto por 29 usinas distribuídas por 10 estados, sendo 14 delas integradas e as outras 15 são semi-integradas.<sup>87</sup> A capacidade instalada destas usinas no fim de 2014 era de 48,8 Mt/ano de aço bruto.

Este conjunto de unidades produtivas é administrado por 11 grupos empresariais privados: Aperam, ArcelorMittal Brasil, CSN, Gerdau, Sinobras, Thyssenkrupp CSA, Usiminas, VSB Tubos, Vallourec, Villares Metals e Votorantim.

---

<sup>87</sup> Usina integrada é a que opera três fases do processo siderúrgico: redução do minério de ferro, refino e laminação; e usina semi-integrada é a que opera duas fases do processo: refino e laminação (Fonte: IBS < <http://www.ibs.org.br/index.swf>>. Acesso em 10 jun. 2014).

**Tabela B: Dados da Indústria Siderúrgica Brasileira no período 2010-2014**

	2010	2011	2012	2013	2014	2014/2010 (%)
Produção Mundial Aço Bruto (10 <sup>6</sup> t = Mt)	1.432,6	1.537,1	1559,2	1.649,0	1665,1	16,2
Produção A. Latina Aço Bruto (Mt)	61,7	67,5	65,9	65,6	65,4	6,0
Produção Brasileira Aço Bruto (Mt)	32,9	35,2	34,5	34,2	33,9	3,0
Capacidade Instalada Aço Bruto (Mt)	44,6	47,8	48,4	48,5	48,8	9,4
Consumo Aparente de Produtos Siderúrgicos (Mt)	26,7	26,1	26,6	28,0	25,6	(4,1)
Exportação Direta (Mt)	9,0	8,4	13,4	11,3	13,0	44,4
Importação (Mt)	5,9	3,8	3,8	3,7	4,0	(32,2)
Total de Empregos	137.948	132.240	126.448	119.112	117.285	15,0
Faturamento Líquido (R\$ bilhões)	64,7	66,3	69,3	76,6	72,8	12,5
Produtividade (t/homem/ano)	343	337	326	347	355	3,5
Consumo per Capita (kg aço bruto/hab./ano)	152	147	149	155	140	(92,1)

Fonte: Instituto Aço Brasil (IABr) – Anuário Estatístico 2015 e Mercado Brasileiro de Aço – edição 2015.

A maior parte da capacidade produtiva está concentrada na região sudeste do país, que também concentra o consumo do produto. O consumo aparente do sudeste em 2014 foi de 61,4% do total nacional,<sup>88</sup> participando o ERJ com 9,5% nesse ano. São Paulo tem o maior consumo aparente do país, com 38% em 2014 (IABr, 2015a). Com relação ao consumo interno de produtos siderúrgicos, os principais setores consumidores em 2014 foram: construção civil (18,3%); automotivo (14,9%); bens de capital (8,3%); utilidades domésticas e comerciais (3%); e embalagens e recipientes (2,7%). O restante do consumo está assim distribuído: outros setores (1,8%); semi-elaborados (13,3%); e distribuidores e revendedores (37,7%).

Com relação à oferta de aço, a nível mundial não há concentração com relação ao aço bruto, com os dez maiores produtores respondendo por 26,7% da produção mundial em 2014. O mesmo não se dá em termos da produção por país, como visto anteriormente, com o predomínio absoluto da China (WORLDSTEEL, 2015). Já no Brasil houve forte consolidação da produção, com concentração em poucos grandes produtores, processo que se deu entre o final da década de

<sup>88</sup> Consumo aparente de aço é o resultado da soma entre a produção e a importação menos a exportação.



1980 até o ano de 1993, com a privatização de cerca de 70% da capacidade instalada da época.<sup>89</sup> Em 2010, as cinco maiores empresas siderúrgicas no Brasil concentravam cerca de 96% da produção nacional (LOPES, 2011).

Em termos da situação internacional, ao final da década de 2000, o mundo desenvolvido manteve-se estagnado em relação ao consumo aparente de aço, enquanto foi modesto o crescimento dos países em desenvolvimento, contrariando em parte o estudo da Deloitte (2010), considerando-se o efeito da crise mundial de 2008 (posterior ao estudo citado em termos de dados). O grande diferencial no segmento ficou por conta da China, que teve vigoroso crescimento na década (16,5% ao ano), equivalente a cerca de três vezes a média anual mundial e que hoje, além da liderança no ranking de produtores, é o maior exportador de aço do mundo. Seu consumo aparente passou de 124,3 Mt em 2000 para 576,0 Mt em 2010, equivalente a 45% do consumo mundial nesse ano. A China foi responsável por 84% do aumento da produção mundial de aço entre 2001 e 2012 (LOPES, 2011).<sup>90</sup>

Há, porém, um excesso de capacidade de produção no mundo, alavancado pelo crescimento econômico da China nas décadas de 1990 e 2000 e que vem regredindo a partir da década de 2010. Em função desse novo cenário, o mundo tem hoje um excedente de capacidade de produção de aço estimado em 719 milhões de toneladas para 2015.<sup>91</sup>

Segundo Lopes (2011), atualmente os principais desafios da siderurgia brasileira não passam por capacidade tecnológica e organizacional das empresas siderúrgicas, mas estão relacionados a: crescimento do mercado interno; inserção do Brasil no mercado internacional; restrições ambientais; suprimento de matérias primas/concentração de fornecedores; preservação de margens e atratividade para investidores; e investimentos. E ressalta ainda que a competitividade da siderurgia brasileira hoje está mais relacionada à carga de tributos que incidem sobre a produção e venda dos produtos (com base em dados de 2009), do que aos custos de produção e à comercialização deles em si.

Portanto, tendo em vista ser o aço sua principal matéria-prima, as empresas do setor metalmeccânico, a jusante destas indústrias da base da cadeia produtiva, precisam estar atentas à agenda dos fabricantes de aço, pelo potencial impacto econômico sobre os seus negócios, uma vez que essa matéria-prima pode impactar de 40 a 70% o custo de um produto final, conforme a

---

89 1991-1993: Programa Nacional de Desestatização – oito empresas siderúrgicas são privatizadas (IABr, 2015b).

90 Apresentação de Marco Polo de Mello Lopes, atual presidente do Instituto Aço Brasil: Indústria brasileira de aço – situação atual e principais desafios. Disponível em <[http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/Aciaria%20-%20Marco%20Polo\\_Divulgacao.pdf](http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/Aciaria%20-%20Marco%20Polo_Divulgacao.pdf)>. Acesso em 10 ago. 2015.

91 Disponível em <[http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/Folder\\_Economia\\_2015\\_site\\_.pdf](http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/biblioteca/Folder_Economia_2015_site_.pdf)>. Acesso em 10 ago. 2015.

capacidade de compra e do mercado em que a empresa atue (HASENCLEVER & CUNHA, 2010).

Alguns dos pontos da agenda das siderúrgicas são: previsão da expansão das plantas produtivas; gestão voltada a ganhos; alavancagem do crescimento; alinhamento dos gastos – SG&A com vistas a criar condições de crescimento; e crescimento via integração vertical/horizontal. Esse último tópico de agenda dos grandes grupos siderúrgicos evidencia um momento favorável à ação mais compartilhada ao longo da cadeia, possibilitando maior integração da cadeia produtiva.

## APÊNDICE 7 – PRODUÇÃO DE TUBOS, EXCETO SEM COSTURA – GRUPO 24.3

A partir de 2009, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), por meio da portaria nº 15, passou a regulamentar o processo de fabricação e comercialização de tubos de aço carbono para uso na condução de fluidos não corrosivos, criando uma certificação compulsória a partir dos requisitos da portaria. A portaria se baseia nas normas nacionais: ABNT NBR 5580 e 5590, para especificação de tubos de aço carbono com ou sem solda. Esse requisito dá maior garantia aos consumidores, dado que os tubos são garantidos por testes rigorosos, além de permitir rastreabilidade de volta até a origem da matéria prima empregada. Assim, este segmento produtivo vai se adequando aos novos tempos, em que a segurança e a maior exigência sobre os processos de avaliação de conformidade ditam as condições mínimas de competitividade das atividades.

Os tubos obedecem a normas que são desenvolvidas visando às aplicações específicas, como as voltadas à padronização de requisitos de fabricação e fornecimento de eletrodutos (ABNT NBR 5597 e 5598); os tubos estruturais que têm nas propriedades mecânicas seu requisito prioritário (NBR 8261 e ASTM A 500); e ainda, os tubos mecânicos, onde são importantes o acabamento superficial, as dimensões e suas tolerâncias, bem como as características de soldabilidade (NBR 6591; ASTM A513; DIN EN 10305-3); tubos para caldeiras ou troca térmica (DIN EN 10220). Conforme a especificação normativa, esses tubos são fornecidos em comprimentos-padrão, em geral de 3 ou 6 metros, em diversos padrões de seção transversal (quadrada, circular, retangular), em tamanhos nominais, que seguem uma referência específica, ou pelo diâmetro externo, ou pela dimensão nominal externa da seção quadrada ou retangular.

O setor não é concentrado, contando com empresas de pequeno, médio e grande porte, dada a variedade de setores consumidores e os diversos níveis de exigência de fornecimento, o que permite a atuação de empresas com variado grau de capacitação tecnológica e mercadológica. As estatísticas setoriais são escassas, com uma associação que congrega as principais empresas do segmento, mas com pouca disponibilização de informações da atuação econômica das suas associadas. A Tabela C resume as informações coletadas a partir da página eletrônica na internet da Associação Brasileira da Indústria de Tubos e Acessórios de Metal (ABITAM). A partir dela, verifica-se que, no período de 2009 a 2012, houve um aumento relativo de produção de tubos de aço carbono de 47,8% que visou principalmente o atendimento ao mercado interno, em particular ao setor de exploração e produção (E&P) de petróleo e gás. As exportações se ampliaram, mas com um aumento bem modesto no período (8,9%) face à importação, que teve um crescimento relativo no mesmo período de 73,7%, fazendo com que a balança comercial do segmento, que era positiva em 2009, passa-se a ser deficitária já a partir de 2010 e assim se manteve até 2012, fechando o período com um saldo negativo em peso de 32,6 mil toneladas.

**Tabela C: Estatísticas – Tubos de Aço Carbono com e sem Costura. Período: 2009-2012**

Tubos de Aço carbono com e sem costura	Unidade	2009	2010	2011	2012	2012/2009 (%)
Produção	t	1.488.350	1.730.298	2.130.000	2.200.000	<b>47,8</b>
Exportação		215.817	198.140	240.871	235.118	<b>8,9</b>
Importação		154.126	204.683	259.679	267.752	<b>73,7</b>
Saldo da Balança Comercial		61.691	-6.543	-18.808	-32.634	<b>-152,9</b>
Participação Importação / Produção	%	10,4	11,8	12,2	12,2	

Fonte: ABITAM.

As principais dificuldades do setor, em termos comerciais, referiam-se à crescente participação dos produtos importados, principalmente provenientes da China, que, a partir de 2010 passou a fornecer em nível desigual de concorrência tubos com e sem costura, segundo o presidente da ABITAM, José Adolfo Siqueira. Buscando um melhor posicionamento estratégico para o segmento na cadeia de petróleo, as empresas deste grupo buscaram uma maior parceria cliente-fornecedor com a Petrobras, principal operadora do setor petrolífero no país, reivindicando melhores condições em termos de: condições favoráveis para o aprendizado das empresas locais; isonomia técnica, com base nas normas nacionais compulsórias; adoção de padrões técnicos nacionais nas especificações de projeto; isonomia comercial e contratual, que iniba práticas ilegais e protecionistas de empresas estrangeiras frente às nacionais, como os subsídios governamentais.<sup>92</sup>

Trata-se de um segmento com empresas de padrão mundial, muitas delas fazendo parte de grupos transnacionais de diversificada área de atuação, porém denota-se que há um grupo de empresas nacionais que não conseguem ainda acompanhar os avanços técnicos de processo e de produto, principalmente para fornecimento a indústrias que exigem cada vez maior nível de desenvolvimento tecnológico, como é o caso, atualmente, do setor de exploração e produção de óleo e gás em águas profundas e ultraprofundas.

92 Palestra proferida no 8º Encontro Nacional do Prominp, em 24/11/2011. Disponível em: <[http://www.abitam.com.br/img-fckeditor/file/4\\_Abitam-Jose-Adolfo-Siqueira.pdf](http://www.abitam.com.br/img-fckeditor/file/4_Abitam-Jose-Adolfo-Siqueira.pdf)>. Acesso em 28 jan. 2016.

## APÊNDICE 8 – METALURGIA DOS METAIS NÃO-FERROSOS – GRUPO 24.4

A Tabela D resume aspectos da produção brasileira dos metais não-ferrosos e os resultados da balança comercial desses produtos.<sup>93</sup>

Em 2014, a produção do alumínio no mundo foi de 49,9 milhões de toneladas, com uma participação brasileira de apenas 2% do total mundial. Em 2013, a capacidade instalada no país era de 1,5 milhão de toneladas. No período 2010-2014, o recuo da produção nacional foi elevado, atingindo uma queda relativa de 37,4%, o que se refletiu na balança comercial desses produtos.

As exportações em 2014 foram menores do que no ano anterior, atingindo 962 mil toneladas, o que representou uma queda de 26,2% em relação ao ano de 2013 e houve expressivo crescimento do volume importado em 2014 em comparação com 2013 de cerca de 93%, o que gerou, pela primeira vez, na década atual, um déficit muito grande da balança comercial do metal, de US\$ 1 bilhão.

O segundo metal mais importante economicamente entre os não-ferrosos é o cobre, que se mantinha com um patamar de produção acima de 600 mil toneladas até 2013, mas que teve forte queda em 2014, fechando com uma produção do produto refinado nesse ano de 239 mil toneladas. O volume de produção, somados o cobre refinado, sucata recuperada, semiacabados e condutores elétricos não atende a demanda nacional por esses produtos, o que faz com que a dependência brasileira da importação de produtos de cobre ainda seja bastante expressiva, o que tem gerado seguidos saldos negativos da balança ao longo do período de 2010 a 2014, fechando em 2014 com um déficit de US\$ 1 bilhão, apesar dos investimentos no setor (cujos valores não foram obtidos).

O chumbo não possui produção primária no Brasil, com a produção sendo resultado de produção secundária, estimada em 160,4 mil toneladas, em 2014, obtida a partir da reciclagem de baterias automotivas, industriais e de telecomunicações. A balança comercial é deficitária, uma vez que o consumo aparente é maior que a produção interna em cerca de 40-45% anualmente.

A produção de estanho atende a demanda nacional, com o saldo exportado produzindo superávit da balança de comércio do produto. Sua principal aplicação é na siderurgia, para ao revestimento dos aços em folhas, que recebem a denominação de folhas de flandres, insumo principal das embalagens metálicas de aço. Mas o metal é utilizado também em solda e na indústria química entre outras aplicações, como na formação dos bronzes (ligas com o cobre).

---

93 A produção de cobre inclui: cobre refinado, semiacabados, sucata e condutores elétricos; a de chumbo é apenas secundária; a de níquel, inclui: eletrolítico, contido no matte e níquel contido na liga.

**Tabela D: Dados Econômicos de Metais Não-Ferrosos no Brasil. Período: 2010-2014**

Metais	Unid.	2010	2011	2012	2013 <sup>(p)</sup>	2014 <sup>(p)</sup>	2014/2010 (%)
<b>1. Alumínio – Produção</b>	t	<b>1.536.200</b>	<b>1.440.400</b>	<b>1.436.400</b>	<b>1.304.300</b>	<b>962.000</b>	-37,4
Consumo Aparente		1.518.000	1.632.000	1.561.000	1.529.000	1.601.000	5,5
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$	624.016	122.483	284.388	64.897	(1.047.025)	-267,8
<b>2. Chumbo</b>	t	<b>114.887</b>	<b>138.000</b>	<b>165.397</b>	<b>151.964</b>	<b>160.393</b>	39,6
Consumo Aparente		204.313	222.461	239.850	235.519	230.986	13,1
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$	(192.425)	(206.588)	(156.043)	(190.511)	(160.103)	-16,8
<b>3. Cobre</b>	t	<b>625.000</b>	<b>624.800</b>	<b>816.000</b>	<b>682.800</b>	<b>239.200</b>	-61,7
Consumo Aparente (refinado)		424.535	387.832	425.229	421.345	386.547	-8,9
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$	(2.099.583)	(2.237.276)	(2.374.400)	(1.804.629)	(1.055.238)	-49,7
<b>4. Estanho</b>	t	<b>6.513</b>	<b>7.042</b>	<b>9.764</b>	<b>16.116</b>	<b>12.100</b>	85,8
Consumo Aparente		6.077	5.149	3.769	12.919	4.814	-20,8
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$ <sup>3</sup>	12.370	50.207	129.154	144.010	167.738	1256,0
<b>5. Magnésio</b>	t	-	-	-	-	-	-
Consumo Aparente		11.592	11.941	10.155	13.560	14.159	22,1
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$	(35.859)	(39.647)	(31.601)	(43.950)	(47.745)	33,1
<b>5. Níquel *</b>	t	<b>41.884</b>	<b>50.974</b>	<b>67.124</b>	<b>65.965</b>	<b>79.630</b>	90,1
Consumo Aparente		4.569	653	23.921	25.154	65.705	1338,1
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$ <sup>3</sup>	322.727	460.848	372.543	356.677	195.815	-39,3
<b>6. Silício Metálico</b>	t	<b>184.149</b>	<b>210.438</b>	<b>225.000</b>	<b>230.000</b>	<b>230.000</b>	24,9
Consumo Aparente		11.944	17.035	37.932	93.948	120.904	912,3
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$	445.329	610.410	514.966	354.304	291.897	-34,5
<b>7. Zinco</b>	t	<b>288.108</b>	<b>284.770</b>	<b>246.526</b>	<b>242.000</b>	<b>246.000</b>	-14,6
Consumo Aparente		247.337	241.021	239.888	248.958	241.741	-2,3
Saldo – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$ <sup>3</sup>	41.865	51.475	(19.094)	(36.554)	(12.182)	-129,1
<b>Produção Total de Não-Ferrosos</b>	t	<b>2.796.741</b>	<b>2.756.424</b>	<b>2.966.211</b>	<b>2.693.145</b>	<b>1.929.323</b>	<b>-31,0</b>
Consumo Aparente		2.428.367	2.518.092	2.541.744	2.580.403	2.665.856	9,8
Saldo Total – Balança Comercial	10 <sup>3</sup> US\$	-881.560	-1.188.088	-1.280.087	-1.155.756	-1.666.843	89,1

Fontes - Produção: Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2015 – MME, com base em dados da ABAL / ABINEE / ABC-Sindicel / Caraíba Metais / DNPM / ICZ / Minasligas / Votorantim Metais / SNIEE; Mineral Commodity Summaries/ USGS / AliceWeb-MDIC.

(\*) Fonte: Sumário Mineral DNPM (Ni Eletrolítico; Ni contido no Matte).

Nota: US\$ FOB (2014).

Todo o magnésio metálico é importado, com mais um impacto negativo na balança da metalurgia de não-ferrosos (de US\$ 47,7 milhões em 2014), com seu consumo aparente crescente, atingindo pouco mais de 14 mil toneladas em 2014, um crescimento relativo sobre 2010 de 22,1%.

A produção do níquel (eletrolítico e contido no matte) teve aumento expressivo no período, atingindo uma produção de 79,3 mil toneladas em 2014, um crescimento sobre 2010 de 90,1%, mantendo-se sua comercialização internacional superavitária em todo o período, mas fechando com forte redução do saldo em 2014, caindo para US\$ 195 milhões, representando uma queda sobre 2010 de 39,3%. Metal de elevada importância na produção de aços inoxidáveis, as superligas (monel, inconel etc.) e outras ligas de aço, além de aplicação em revestimento metálico.

Fecham este grupo, com relativa importância entre os não-ferrosos, o silício metálico e o zinco. O primeiro, com uma produção estimada para 2014 de 230 mil toneladas, apresentou um alto crescimento do consumo aparente (912,3%), mas ainda muito abaixo da capacidade produtiva nacional, o que permitiu um excedente de exportação capaz de gerar um saldo comercial superavitário em todo o período considerado (2010-2014), apesar da queda relativa do saldo de US\$ 445 milhões, em 2010, para US\$ 292 milhões, em 2014. Utilizado principalmente na fabricação de ligas de alumínio para fundição e na indústria química (resinas e lubrificantes) e, com altíssima pureza, na indústria eletrônica e de computadores e sistemas espaciais. Já o zinco, tem ampla aplicação industrial, na produção de materiais resistentes à corrosão, nos processos de galvanização (45% da produção de zinco) e em ligas de cobre (as mais conhecidas são os latões). Seu consumo aparente se manteve em torno de um patamar de 240 mil toneladas no período 2010-2014, mas sua produção regrediu cerca de 14,6% no período, gerando, a partir de 2012, déficit na balança comercial.

No conjunto, este grupo de atividades econômicas teve um resultado desfavorável da balança comercial, com déficit crescente ao longo do período, fechando, em 2014, com um déficit conjunto de US\$ 1.667 bilhões.

A Tabela E apresenta informações sobre os metais não-ferrosos no contexto de sua importância econômica nacional e como grupo estratégico na metalurgia. Nela são apresentados o nível de emprego do grupo, seu faturamento e os investimentos.

**Tabela E: Demais Dados Econômicos – Metais Não-Ferrosos no Brasil. Período: 2010-2014**

Metais	Unid.	2010	2011	2012	2013 <sup>(p)</sup>	2014 <sup>(p)</sup>	2014/2010 (%)
<b>1. Alumínio - Empregos Diretos</b>		109.851	113.724	123.509	124.678	122.839	11,8
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	14.700.000	19.600.000	19.500.000	18.200.000	23.200.000	57,8
Investimentos	<b>US\$</b>	1.400.000	1.900.000	1.900.000	1.400.000	1.785.000	27,5
<b>2. Chumbo - Empregos Diretos</b>		-	-	-	-	-	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	-	-	-	-	-	-
Investimentos	<b>US\$</b>	-	-	-	-	-	-
<b>3. Cobre - Empregos Diretos</b>		19.114	20.448	19.770	15.984	n.d.	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	3.194.857	6.345.509	5.695.385	5.993.510	n.d.	-
Investimentos	<b>US\$</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
<b>4. Estanho - Empregos Diretos</b>		1.700	2.300	2.300	n.d.	n.d.	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	150.000	150.000	200.000	n.d.	n.d.	-
Investimentos	<b>US\$</b>	1.000	1.200	1.200	n.d.	n.d.	-
<b>5. Magnésio - Empregos Diretos</b>		-	-	-	-	-	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	-	-	-	-	-	-
Investimentos	<b>US\$</b>	-	-	-	-	-	-
<b>5. Níquel - Empregos Diretos</b>		3.350	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	814.600	814.600	814.000	n.d.	n.d.	-
Investimentos	<b>US\$</b>	300.000	310.000	310.000	n.d.	n.d.	-
<b>6. Silício Metálico - Empregos Diretos</b>		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	400.000	490.000	494.000	n.d.	n.d.	-
Investimentos	<b>US\$</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
<b>7. Zinco - Empregos Diretos</b>		948	948	948	n.d.	n.d.	-
Faturamento	<b>10<sup>3</sup></b>	970.474	970.000	978.000	n.d.	n.d.	-
Investimentos	<b>US\$</b>	337.923	338.000	84.000	n.d.	n.d.	-
<b>Total de Empregos</b>		<b>134.963</b>	<b>137.420</b>	<b>146.527</b>	<b>140.662</b>	<b>122.839</b>	<b>-9,0</b>
<b>Total de Faturamento</b>	<b>10<sup>3</sup></b>	<b>20.229.931</b>	<b>28.370.109</b>	<b>27.681.385</b>	<b>24.193.510</b>	<b>23.200.000</b>	<b>14,7</b>
<b>Total de Investimentos</b>	<b>US\$</b>	<b>2.038.923</b>	<b>2.549.200</b>	<b>2.295.200</b>	<b>1.400.000</b>	<b>1.785.000</b>	<b>-12,5</b>

Fonte: Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2015 – MME, com base em dados ABAL / SINDICEL.

Nota: US\$ FOB (2014).

Em termos de geração de emprego, os dois segmentos de produção de não-ferrosos que são significativos são os de produção de alumínio e cobre; em termos de faturamento, destacam-se as empresas produtoras de alumínio, cobre, níquel e zinco. O nível de emprego direto no segmento de alumínio sofreu queda de 9%, com 122.839 empregos diretos em 2014. O faturamento das empresas, porém apresentou elevação de valor, passando de US\$ 14,7 bilhões,



em 2010, para US\$ 23,2 bilhões, em 2014. Já os investimentos, tiveram certa flutuação no período 2010-2014. Houve pequena recuperação dos investimentos em 2014 na comparação com o ano anterior, o que proporcionou um crescimento relativo, entre 2010 e 2014, da ordem de 27,5%.

Já nos produtores de cobre, o total de empregos diretos oscilou entre 19 e 20 mil ocupações de 2010 a 2012, porém fechando em 2013 com 15.984 postos de trabalho (último dado de emprego); o faturamento cresceu entre 2010 e 2013, atingindo nesse ano em torno de US\$ 6 bilhões. Já as empresas produtoras de níquel tiveram um faturamento estimado em torno de US\$ 814 milhões em 2010, 2011 e 2012 e com investimentos anuais em torno de US\$ 300 a 310 milhões. Nesse mesmo período, o faturamento das empresas produtoras de zinco esteve em torno de US\$ 970 milhões.

No conjunto, este grupo de atividades econômicas teve um faturamento global de US\$ 23,2 bilhões, o que representou um crescimento relativo sobre 2010 de 14,7%, com investimentos em 2014 em torno de US\$ 1,8 bilhões.

### APÊNDICE 9 – FUNDIÇÃO – GRUPO 24.5

A Tabela F resume a atividade recente das empresas de fundição. A segmentação por material base da produção no Brasil é liderada pelos fundidos de ferro (87%), seguida dos produtos de aço (8%) e dos não-ferrosos: cobre, zinco, alumínio e magnésio (5%). Já a produção, em termos geográficos, é concentrada na região sudeste, que responde por 63% da produção nacional, liderada pelo estado de São Paulo (32%), seguido por Minas Gerais (25%). O Rio de Janeiro vem perdendo espaço neste segmento, respondendo por apenas 6% da produção. Um terço da produção de fundidos está na região sul (33%) e a capacidade restante está instalada nas regiões Norte e Nordeste (4%). Em 2014, foram exportadas 410 mil toneladas, com US\$ 1,2 bilhão de receita. O segmento enfrentou queda de 27,6% do faturamento de 2014 em relação à 2013, influenciada principalmente pelo menor desempenho da indústria automobilística no mercado interno, uma vez que as exportações de fundidos se manteve no mesmo patamar de 2013. As fundições ainda enfrentaram perda de produtividade no período 2010-2014, que passou de 54 t/empregado-ano para 42,4 t/empregado-ano.

**Tabela F: Fundições Brasileiras – Dados Gerais. Período 2010-2014**

Fundidos: Produção		Unid.	2010	2011	2012	2013	2014	2014/2010 (%)
Ferro Fundido		t	2.724.988	2.799.157	2.360.680	2.571.337	2.256.900	-17,2
Aço			243.432	270.302	252.020	232.503	262.800	8,0
Não-Ferrosos	Cobre		16.539	14.245	14.828	17.642	22.200	34,2
	Zinco		2.797	3.681	3.445	3.586	1.700	-39,2
	Alumínio		248.454	251.640	225.276	241.741	188.700	-24,1
	Magnésio	4.768	4.617	3.649	4.629	4.900	2,8	
<b>Total Produzido</b>		<b>t</b>	<b>3.240.978</b>	<b>3.343.642</b>	<b>2.859.898</b>	<b>3.071.438</b>	<b>2.737.200</b>	<b>-15,5</b>
Empregos Diretos			63.410	67.803	67.367	65.072	61.278	-3,4
Faturamento		<b>10<sup>6</sup> US\$</b>	10.700	13.300	11.400	11.600	8.400	-21,5
Produtividade		<b>t/empreg. Ano</b>	54,0	50,1	44,6	46,7	42,4	-21,5
Número de Unidades			1.354	1.325	1.354	1.352	1.340	-1,0
<b>Exportação Anual</b>		<b>t</b>	<b>431.605</b>	<b>483.688</b>	<b>446.663</b>	<b>409.088</b>	<b>409.907</b>	<b>-5,0</b>
		<b>10<sup>6</sup> US\$ *</b>	<b>1.184</b>	<b>1.520</b>	<b>1.362</b>	<b>1.233</b>	<b>1.216</b>	<b>2,7</b>

Fonte: Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2015 – MME, com base em dados ABIFA.

(\*) US\$ FOB.

## APÊNDICE 10 – TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA – TIB

Inicialmente, por meio da Lei nº 5.966, de 1973, foi instituído o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, responsável pela formulação e execução da política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industriais. Como órgão normativo do Sistema, foi criado o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO; e também é criado o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro),<sup>94</sup> autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, como órgão executivo central do Sistema, tendo, dentre outras atribuições, o objetivo de fortalecimento das empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços.<sup>95</sup>

Essa infraestrutura de serviços tecnológicos, para apoio ao esforço nacional de desenvolvimento científico e tecnológico, então criada, carecia, porém, de uma base de fomento, um apoio financeiro sustentável e mais sistemático, o que foi obtido em 1984, com a criação, pelo Governo Federal, do Programa TIB, sob a responsabilidade da então Secretaria de Tecnologia Industrial do antigo Ministério da Indústria e do Comércio. Nesse período, ainda não se percebia a importância de todo este arcabouço institucional para o desenvolvimento da indústria nacional, pois as disciplinas técnicas da TIB eram despercebidas pela estrutura produtiva do País de então (IEL, 2005).

Portanto, com o programa TIB, o Brasil se torna apto a exercer uma ação estratégica, tanto no sentido de se prevenir quanto à entrada de produtos de baixa qualidade – dado que dispõe de uma rede de laboratórios de metrologia e de ensaios, de organismos de certificação e de inspeção e ainda de um sistema de normalização que mantém as normas geradas alinhadas com as normas internacionais, com um conjunto de regulamentos técnicos atualizados e que garantem a atuação alinhada com as tratativas internacionais de comércio no âmbito dos acordos da Organização Mundial do Comércio (OMC) (IEL, 2005).

O enfoque dado ao programa TIB seguiu a mesma diretriz da gestão sistêmica do SINMETRO e tinha como preocupação a inserção das pequenas e médias empresas no contexto de uso sistemático de todas essas condições técnicas infraestruturais (cuja importância só era percebida por grandes empresas estatais), a fim de garantir sua participação competitiva num cenário concorrencial crescentemente calcado no conhecimento tecnológico (a ser absorvido, apreendido, disseminado e incorporado nas rotinas empresariais) e na inovação que lhe é consequente (IEL, 2005).

---

94 Nova redação dada pela Lei nº 12.545, de 2011.

95 Atribuições disponíveis em: < <http://www.inmetro.gov.br/inmetro/oque.asp>>. Acesso em 10 jun. 2014.

## ANEXO 1 – MARCOS DO DESENVOLVIMENTO DA ÁREA DE GESTÃO DE OPERAÇÕES Baseado em Corrêa (2003).

Ano	Desenvolvimento	Originador
1697	Primeira referência a gestão de projetos	Defoe
1776	Cria primeiro motor a vapor	Watt
1776	Publicação da "Riqueza das nações"	Smith
1798	Contrato para fornecer 10.000 mosquetes em dois anos; peças intercambiáveis desenvolvidas	Whitney
1808	Forma-se a General Motors	Durant
1832	Publicação elabora sobre a divisão do trabalho anteriormente proposta por Smith	Babbage
1850	Primeiras estruturas organizacionais e divisão do trabalho em empresas ferroviárias americanas	McCallun
1850	Métodos de contabilização desenvolvidos para grandes empreendimentos (ferrovias)	Thomson
1860	Colt adota princípio de unidades fabris integradas (fábricas dentro de fábricas)	Colt
1872	Começa a produção de aço Carnegie nos Estados Unidos; <i>layout</i> obedece fluxo	Carnegie
1873	Singer aperfeiçoa o ASM diversificando e adotando <i>layout</i> funcional	Singer
1891	Grandes varejistas se estabelecem (e. g. Sears & Roebuck)	
1896	Constrói o seu primeiro quadriciclo (caseiro)	Ford
1900	Intercambialidade de peças trazidas para a indústria automobilística (Olds)	Leland
1901	Cria a "administração científica"	Taylor
1908	É introduzido o Ford modelo "T"	Ford
1913	Primeira linha de montagem móvel para fabricar o modelo "T"	Ford
1913	Desenvolvida a "fórmula do lote econômico" na Westinghouse	Harris
1913	Inicia-se a área de psicologia industrial	Mustenberg
1914	Primeiro trabalho tentando contextualizar a administração científica na psicologia industrial	L. Gilbreth
1915	Administração científica ganha visibilidade nacional	Emerson
1915	Princípios de administração científica estendidos para estudo de tempos e movimentos	F. Gilbreth
1917	Propõe gráfico de Gantt para gestão de projetos de navios na IGGM	Gantt
1917	Inicia-se o desenvolvimento da "teoria das filas"	Erlang
1923	Inicia-se a segmentação da oferta pela General Motors e suas divisões	Sloan
1926	Desenvolve-se o controle estático de processo na Bell Labs	Shewart
1927	Modelo "T" descontinuado; fábrica para 7 meses; novo modelo "A" lançado; Ford não é mais líder	Ford
1930	Estudos Hawthorn (Western Electric) chamam a atenção para aspectos motivacionais	Mayo
1934	Primeiro desenvolvimento de um sistema de gestão de estoques	Wilson
1936	Começa o desenvolvimento da pesquisa operacional no meio militar	RAF
1942	Proposta a hierarquia de necessidades	Maslow
1945	Começa o desenvolvimento da pesquisa operacional para uso civil	RAND
1946	Começa o desenvolvimento dos princípios do <i>Just in Time</i>	Ohno
1947	Ênfase do JIT em troca rápida de ferramentas	Ohno
1948	Pesquisa operacional começa a entrar nos currículos acadêmicos	MIT
1948	Produção começa a ser puxada no JIT com cartões Kanban	Ohno
1948	Células em ferradora são estabelecidas no JIT	Ohno
1948	Instituto Tavistock começa a desenvolver seu modelo de abordagem sociotécnica	Trist
1948	Programação linear desenvolvida	Dantzig
1950	Começa treinamento intensivo em controle estatístico do processo no Japão	Deming
1954	Começa o desenvolvimento do conceito de custos da qualidade	Juran
1955	Desenvolve-se o conceito de <i>company-wide quality control</i> , CCQ e diagrama de Ishikawa	Ishikawa
1956	Desenvolve-se o CPM na DuPont para projetos de novas plantas	Kelley Jr.
1956	Desenvolve-se o PERT no projeto do míssil Polaris	Malcolm
1957	Funda-se a American Production and Inventory Control Society	APICS

1958	Algoritmo de Wagner-Whitin é publicado - lotes dinâmicos	W-Whitin
1958	Desenvolve-se o conceito de <i>System dynamics</i> - bullwhip effect	Forrester
1958	Tecnologia de grupo	Mitrofanov
1959	Fatores motivadores e higiênicos	Herzberg
1960	Automatização de listas de materiais ( <i>bill of materials</i> )	IBM
1960	Desenvolve-se a teoria X e Y de seres humanos	McGregor
1961	Primeiras implantações da técnica MRP	Orlicky
1962	Sistema Kanban adotado na fábrica toda	Ohno
1963	Funda-se o Council of Logistics Management	CLM
1965	Sistema Kanban estendido aos fornecedores externos	Ohno
1969	Dispara-se o movimento de "estratégia de manufatura"	Skinner
1972	Lança-se a "cruzada do MRP"	APICS
1972	Inicia-se o tratamento de gestão de operações de serviço	Levitt
1973	Sistema JIT espalha-se dentro e fora do Japão	
1974	Conceito de foco na manufatura	Skinner
1975	MRPII é desenvolvido	IBM
1978	Matriz "produto - processo" desenvolvida	Hayes
1978	Primeiro livro sobre Gestão de operações de serviço	Sasser
1978	Conceito de <i>front office</i> e <i>back office</i>	Chase
1978	Começa o desenvolvimento do OPT, posteriormente chamado Teoria das restrições	Goldratt
1979	Começam a se desenvolver mais os sistemas de programação com capacidade finita (APS)	
1980	Conceito de Controle de qualidade total	Feigenbaum
1980	Manufatura celular espalha-se no ocidente	
1980	O ocidente conhece os métodos de Taguchi e a função de perda social da qualidade	Taguchi
1980	Começa o uso no ocidente de <i>benchmarking</i> (Xerox)	Camp
1980	Começam experimentos com abordagem antropocêntrica na Volvo (Kalmar e depois Uddevalla)	Volvo
1984	Primeiro livro sobre estratégia de manufatura	Hayes
1985	Conceito de critérios ganhadores de pedidos e qualificadores	Hill
1985	Inicia-se o movimento de <i>supply chain management</i>	
1990	Cunha-se o termo <i>lean manufacturing</i> ou manufatura enxuta	Womack
1990	Movimento de competição com base em tempos	Stalk
1990	Inicia-se o movimento de <i>agile manufacturing</i>	
1991	Pesquisa sobre desenvolvimento rápido de produtos	Clark
1991	Movimento de <i>efficient consumer response</i> - ECR; VMI - <i>vendor managed inventory</i>	
1994	<i>Collaborative planning, forecasting and replenishment</i> - CPFR	
1996	Estratégia de manufatura com base em recursos	Pisano
1998	<i>e-business, e-procurement, virtual company</i>	
1999	Populariza-se a técnica de seis sigma (GE) a partir de desenvolvimentos na Motorola	

## ANEXO 2 – NOTA METODOLÓGICA – CLASSIFICAÇÃO DO PORTE DOS ESTABELECIMENTOS

Para a classificação dos estabelecimentos segundo o porte, adotou-se a metodologia do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que consta no documento "Nota Metodológica para Definição dos Números Básicos de MPE". Esta metodologia define o porte do estabelecimento pelo número de pessoas ocupadas e com base no setor de atividade econômica do mesmo. Classificam-se em: microempresa, pequena empresa, média empresa e grande empresa. O Quadro A apresenta a classificação.

**Quadro A: Classificação dos Estabelecimentos Segundo o Porte.**

Porte	Setores	
	Indústria <sup>(1)</sup>	Comércio e Serviços <sup>(2)</sup>
Microempresa	até 19 pessoas ocupadas	até 9 pessoas ocupadas
Pequena empresa	de 20 a 99 pessoas ocupadas	de 10 a 49 pessoas ocupadas
Média empresa	de 100 a 499 pessoas ocupadas	de 50 a 99 pessoas ocupadas
Grande empresa	500 pessoas ocupadas ou mais	100 pessoas ocupadas ou mais

Fonte: SEBRAE

Elaboração: DIEESE

Nota: (1) As mesmas delimitações de porte foram utilizadas para o setor da construção

(2) O setor serviços não inclui administração pública e serviço doméstico