



ANEXO III

LV RECYT

**REUNION ESPECIALIZADA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL MERCOSUR
COMISION DE SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN (CSI)**

INDUSTRIA 4.0 O MANUFACTURA AVANZADA.

Perspectivas De Especialistas Brasileiros Sobre Manufatura Avançada

No Brasil

PERSPECTIVAS DE ESPECIALISTAS BRASILEIROS SOBRE A MANUFATURA AVANÇADA NO BRASIL:

Um relato de *workshops* realizados em sete capitais brasileiras em contraste com
as experiências internacionais

Brasília, novembro 2016

Copyright © 2016

Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citada a fonte
e/ou sítio da internet no qual pode ser encontrado o original
(www.mdic.gov.br / www.mctic.gov.br)

As opiniões aqui relatadas não necessariamente refletem posições oficiais do Governo Federal,
mas sim dos especialistas consultados

Publicação em formato digital

Produzido no Brasil

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República

Michel Temer

Ministro de Estado da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

Marcos Pereira

Secretário Executivo

Marcos Jorge de Lima

Secretário de Inovação e Novos Negócios

Marcos Vinícius de Souza

Diretoria de Inovação e Empreendedorismo

Igor Manhães Nazareth

José Henrique Videira Menezes

Rafael Guilherme Wandrey

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Gilberto Kassab

Secretário Executivo

Elton Santa Fé Zacarias

Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Alvaro Toubes Prata

Diretoria de Políticas e Programas de Apoio à Inovação

Jorge Mário Campagnolo

Eliana Cardoso Emediato de Azambuja

Sérgio Roberto Knorr Velho

Adriana Anunciato Depieri

Consultor UNESCO Especialista em Manufatura Avançada

Jefferson de Oliveira Gomes

Moderadores dos *Workshops*

Alex Kuhnen

Juliano Anderson Pacheco

Angelia Berndt

Morgana Machado Tezza

Bruno Moreira

Naldo Dantas

Guilherme Mancilha

Sidnei Manoel Rodrigues

Jefferson de Oliveira Gomes

Vinícius Scarpa

SUMÁRIO

Agradecimentos	05
Prefácio	12
Sumário Executivo	14
1 Preâmbulo - Manufatura Avançada	16
2 Metodologia do Projeto	21
3 Resultados dos <i>Workshops</i>	24
3.1 Tema: Convergência e Integração Tecnológica	26
3.1.1 Desafios Identificados	26
3.1.2 Propostas Elaboradas	27
3.1.3 Priorização e Aprofundamento das Propostas.....	28
3.1.4 Iniciativas Internacionais na Temática	32
3.2 Tema: Desenvolvimento de Cadeias Produtivas.....	36
3.2.1 Desafios Identificados	37
3.2.2 Propostas Elaboradas	37
3.2.3 Priorização e Aprofundamento das Propostas.....	39
3.2.4 Iniciativas Internacionais na Temática	43
3.3 Tema: Recursos Humanos	45
3.3.1 Desafios Identificados	45
3.3.2 Propostas Elaboradas	46
3.3.3 Priorização e Aprofundamento das Propostas.....	47
3.3.4 Iniciativas Internacionais na Temática	50
3.4 Tema: Regulação.....	51
3.4.1 Desafios Identificados	51
3.4.2 Propostas Elaboradas	52
3.4.3 Priorização e Aprofundamento das Propostas.....	53
3.4.4 Iniciativas Internacionais na Temática	55
3.5 Tema: Infraestrutura	57
3.5.1 Desafios Identificados	57
3.5.2 Propostas Elaboradas	58
3.5.3 Priorização e Aprofundamento das Propostas.....	58
3.5.4 Iniciativas Internacionais na Temática	60
4 Ações Relativas à Temática em Curso no País.....	61
4.1 Outros Resultados Alcançados	62
Referências	

AGRADECIMENTOS

Às instituições que participam da Força-Tarefa de Manufatura Avançada - liderada pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações: ABDI, ABIT, ABIMAQ, ANPEI, BNDES, CNI, CNPq, EMBRAPII, FINEP, FUNDAÇÃO CERTI, ITA, MBC, SEBRAE e SENAI.

Às instituições que acolheram os *workshops*, respectivamente, nas cidades de Brasília (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI), Belo Horizonte (Federação das Indústrias de Minas Gerais - FIEMG), Florianópolis (Federação das Indústrias de Santa Catarina - FIESC), São Paulo (Confederação Nacional da Indústria - CNI e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES), Salvador (SENAI CIMATEC), Recife (Porto Digital e Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação - SECTI/PE) e Rio de Janeiro (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro - FIRJAN).

À UNESCO, por possibilitar a realização do projeto 914BRZ2019 - Ampliação e atualização da capacidade institucional do MDIC na formulação e gestão das políticas públicas à inovação e à competitividade do setor produtivo brasileiro - no âmbito da Secretaria de Inovação e Novos Negócios do MDIC.

Ao Observatório da Indústria - FIESC, ao SENAI - SC e ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, pelo apoio na pesquisa, diagramação do documento e cessão do Consultor Especialista em Manufatura Avançada Prof. Dr. Jefferson de Oliveira Gomes. À Inventta e à ANPEI pelas contribuições e moderação dos *workshops*.

Ao Fórum Econômico Mundial, que lidera globalmente a iniciativa *Shaping the Future of Production* e possibilita a participação do Governo Brasileiro e outros atores nos debates técnicos que contribuem para instrumentalizar as transformações que a Quarta Revolução Industrial ora demanda.

Às centenas de especialistas de empresas, institutos de pesquisa, academia e governo - listados a seguir - pelo compartilhamento de informações fundamentais e sugestões de propostas para a temática Manufatura Avançada, que servirão de insumos para a elaboração de uma Política Nacional para Manufatura Avançada.

INSTITUIÇÕES E ESPECIALISTAS PARTICIPANTES

Acument do Brasil	Marcelo Sena da Silva
Adeptmec	Pablo de Castro
Akaer	Fernando C. Ferraz
Alta Performance	Walmir Markus
Altenburg	Tatiana Tomaschitz
Audaces	Magner Steffens
Automatisa	Marcos Lichtblau
Automind	Antonio Manuel Carneiro
Bean Consultoria	Bernardo Annoni
Biônica	Hatus V. Wanderley
BMW	Fernando Coelho
Bosch	Julio Monteiro
Bosch Rexroth	Fabio Fernandes
Braskem SA	Carlos Suffredini
Budny	Carlos Budny
Canguru	Jucenei Pereira
Caoa Montadora de Veículos	Marcio Renato Alfonso
Cebra	Alexandre Cunha
Celulose Irani S.A.	Joviano Mascorello
Chipus	Murilo Pessatti
Cianet	Pedro Quatronne
Ciber	Cassio Conchon
Ciser	José L. Leite
CLAEQ	Ronald M. Dauscha
CSN	Augusto de Oliveira
CSN	Resilene Mansur
Dassault Systems	Luis Egreja
Deloitte	Marcia Matsubayashi
Embraco	Marcos Cemim
Embraer	João Carlos Zerbini
Embraer	Gléverson Lemos
Embraer	Raul Eloi Diniz
Ericsson	Sérgio Balbi
Fiat Chrysler Automobiles	Eduardo Eustáquio
Fiat Chrysler Automobiles	Andrei S. Ribeiro
Fiat Chrysler Automobiles	Egon Daxbacher
Fcamerino Consultoria	Francisco Guerra
Festo Brasil	Paulo R. dos Santos
Fey	Ricardo Fey Neto

Fltec	Leonardo Resende
Flex-N-Gate	Roberto Rezende
Ford	Douglas Milan
Forno de Minas	Adeir Canela
Full Time	Eduardo Tirapelle
GAESI	Emma Russo
GE Aviation	Francisco Meira
Gerdau	Artur G. Porto
GM	Carlos Sakuramoto
Grupo Boticário	Felipe Magaldi
Grupo Boticário	Leandro A. Balena
GS1 Brasil	Roberto Matsubayashi
Harbor	Paulo A. Narciso
Högnäs	Octávio Camargo Schichi
Holu Royal Ciclo	Milton Jonathas
Hospital de Clínicas	Flavio Vormittag
HP	Luciano Cardim de Araújo
HP	Rafael Motta Rapp
IBM	Andriei Guerreiro Gutierrez
Indumak	Celio Bayer
Intel Brasil	Max Leite
Intelbras	João Mendonça
IoT Provider	Régis Montes dos Santos
Irani Celulose	Joviano Mascarello
Jabil	Fabício Ferreira
JMM Tech	Ernani Machado
Johnson & Johnson	Marcos C. Mancini
Klabin S.A.	Francil Ferreira
Kuka Roboter	Eduard Mekhalian
LC Eletrônica	Marcelo Minho
LM Wind Power	Luís Torres Ribeiro
M&G Polímeros	Diego Elihimas
Marisol	Cleber Piccoli
Mekatronik	Pedro Ivo da Silva
MSX Internacional	Mauro B. Abram
MWM International	Fernando Moccellini
Natura	Luciana Hashiba
Pieracciani Desenv.	Valter Pieracciani
Pilkington	Danilo Bandeira
PLMX Soluções	Fabio Augusto Andreasi

Pollux	José Rizzo Hahn Filho
PromonLogicalis	Vitor Zandonadi
Radix	Geraldo Rochocz
Romi	Douglas Alcantara
Royalciclo	Mario J. Hobos
Saint-Gobain	Elmar C. da Costa
Samsung	Miguel Vig Filho
Schulz	Anderson Tomasi
Sensorweb	Victor Rocha Pusch
SEVA	João Luis Neves
Siautec	Rodrigo Machado
Siemens	José Borges Frias Junior
Solvay	Suzana Kupidlowski
Spark Design & Innovation	Hugo Honijk
SPI	Leandro Noneki
STAM Metalúrgica	Alexandre Ker
STAM Metalúrgica	Daniel de Oliveira
SUEF Brasil	Roger Spadano
Tavares Consulting	Luiz T. de Carvalho
TechFab	Kleber Dantas
Techlabor	Lucenil Carvalho
Tecsis	Phillips A. Lemos
Termotécnica	Regina Zimmermann
Thyssen Krupp	Ricardo Cardoso
Tupy S.A	Fernanda Nascimento
Unique Móveis	Marcelo Bilac
Vollert do Brasil	Wesley Gomes
VW do Brasil	Celso Luis Placeres
W Grupo	Waldomiro Vital Araújo
WEG	Sebastião Lauro Nau
Whirlpool	Sayonara Moreira
Wise Telecom	Luiz F. M. Santana
Zen S.A	Fernando Probst

**REPRESENTANTES DE ASSOCIAÇÕES, FEDERAÇÕES E OUTRAS
INSTITUIÇÕES**

ABIMAQ	João Alfredo Delgado
ACATE	Tulio Duarte
AHK	Bruno Vath Zarpellon
BID	Vanderleia Radaelli
BRASSCOM	Mariana Oliveira
CELESC	Thiago Jeremias
CESAR	Ricardo Mendonça
CESAR	Tiago Barros
CNI	João Emílio Gonçalves
CNI/FIESC	Glauco José Côrte
CONFRAPAR	João F.P. Lisboa
CPqD	Alberto Paradisi
FabLab Recife	Edgar Andrade
FIEMG	Melquisedec Corradi
FIEMG	Ricardo Silva
Fraunhofer-IPK	David Domingos
Fundação Certi	Carlos Alberto Fadu
Fundação Certi	Carlos Schneider
GIZ	Marcos de Oliveira Costa
IEL	Renata Loubet
Inatel	Alexandre Baratella
INSPER	Alex Camilli Bottene
Instituto Eldorado	José Eduardo Bertuzzo
Instituto Mauá	Flávio D`Angelo
Instituto Mauá	Ari Nelson Costa
Mackenzie	Ricardo Andrade
P&D Brasil	Rosilda Prates
PUC-PR	Ricardo Diogo
SEBRAE	Celio Cabral
SEBRAE-MG	Leonardo Mól
SENAI	Marcelo Prim
SENAI - Cimatec	Herman Lepikson
SENAI - Cimatec	Leone Peter Andrade
SENAI - ISI AM	José Roberto Casarini
SENAI - ISI BA	Rodrigo Santiago Coelho
SENAI - ISI Embarcados	Thiago Ramos
SENAI - ISI Laser	Gustavo Reis Ascenção

SENAI - ISI Sistemas de Manufatura	Ariel Paulo Rezende
SENAI - IST Metalmecânica	Guilherme Coracini
SENAI - IST Solda	Ramon Fonseca Ferreira
SENAI BA	Lara Rego Filadelfo Sorensen
SENAI C2I	Rafael Trevisan
SENAI CE	Regis Rafael Tavares da Silva
SENAI CETiQT	Camila Lamarão
SENAI Cimatec	Leone Andrade
SENAI MG	J. Luciano Pereira
SENAI PE	Suely Roma
SENAI-SP	Fabiano Assis de Paula
SINDVEL	Roberto S. Pinto
UNIMEP	Acires Dias
UNISUL	José Roberto de Barros

REPRESENTANTES DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS	
ABDI	Bruno Jorge Soares
ABDI	Elisa Carlos Pereira
ABDI	Maria Luisa Leal
ABDI	Ricardo G Martins de Araújo
ABDI	Valdênio Miranda de Araújo
ABNT	Mozart Silva Filho
ABNT	Nathalia Sobral Feitosa
ANEEL	Fábio Cavalcanti
BNDES	Bruno Platteck
BNDES	Luiz Daniel Willcox
CAPES	Naira Balzaretto
CNPEM	Carlos Américo Pacheco
CNPq	Luiz Carlos da Silva
CODEMIG	André Luiz Jacinto
CTI Renato Archer	Jorge Vicente Lopes
EMBRAPA	Ricardo Inamasu
EMBRAPII	Carlos Eduardo Pereira
EMBRAPII	José Luis Gordon
FINEP	Mauricio Alves Syrio
FINEP	Murilo Azevedo
FINEP	Sérgio Leses
FINEP	André Carvalho
INMETRO	Rodolfo Lima de Souza

INPI	Araken Lima
INPI	Alexandre Lourenço
INT	Wladimir Maia
Investe SC	Diogenes Feldhaus
ITA	Anderson Vicente Borille
MAPA	Fabricio Vieira Juntolli
MCTIC	Alvaro Toubes Prata
MCTIC	Jorge Mario Campagnollo
MCTIC	Thales Marçal Vieira Netto
MCTIC	Guilherme Correa
MDIC	Marcos Vinícius de Souza
MDIC	José Menezes
MRE	Manuel Montenegro
SDEC PE	Jaime Alheiros
SECTI - BA	Thomas Buck
SEMPETQ	Felipe Fernando Ribeiro
UFBA	Roberto Badaró
UFPE	Aluizio Ribeira Araujo
UFPE	André Santos
UFRJ	José Luís de Silveira
UFRN	Eduardo José dos Santos
UFSC	Daniel Martins
UFSC	Mario Dantas
UFSC	Aldo von Wangenheim
UFSC	Julio Frantz
UFSC	Walter Weingaertner
UFSC	Acires Dias
UPE	Sérgio Campello Oliveira
UPE	Luis Gómez Malagón
USP	Élcio Brito
USP	Glauco Arbix
USP	Maria Lídia Dias Scotton

PREFÁCIO

Estamos à beira da Quarta Revolução Industrial, que se caracteriza por novas tecnologias tais como a Internet das coisas e robótica avançada, que estão misturando as linhas das esferas biológicas, físicas e digitais. O atual ritmo de desenvolvimento tecnológico não possui precedentes na história humana e está exercendo mudanças profundas no modo de viver e trabalhar, além de estar impactando todas as áreas do conhecimento, economias e indústrias. O poder computacional, cada vez mais móvel, está abrindo oportunidades sem precedentes para conectar pessoas em todos os cantos do planeta. Em um período incerto na história humana, durante o qual o comércio global parece ter se estabilizado e as correntes políticas apontam para o isolacionismo, as tecnologias da Quarta Revolução Industrial podem permitir que o mundo se torne cada vez mais conectado, aberto para a troca de informações e ideias, com redes transfronteiriças tornando-se mais abrangentes e complexas.

As mudanças tecnológicas que estão em andamento poderiam impulsionar a economia mundial em um número de diferentes trajetórias e terá um impacto enorme no mundo da produção. O potencial transformador que esta evolução cumulativa tem para a produção é reconhecido mesmo enquanto ainda não conhecemos sua aparência precisa. As melhorias de eficiência poderiam ser dramáticas, como foi o caso nas revoluções industriais anteriores. As tendências para níveis mais elevados de automação trazem a promessa de uma produção mais rápida e precisa, permitindo que os seres humanos estejam menos expostos a tarefas perigosas. Novas tecnologias de produção poderiam ajudar a superar o enigma de produtividade que tem impactado boa parte do mundo nas últimas décadas, além de permitir atividades de maior valor agregado. Ao adaptarem-se às novas possibilidades tecnológicas e mesmo às preocupações ambientais, as cadeias globais de valor serão impactadas, tornando-se mais flexíveis e ágeis, mas, ao mesmo tempo, também mais fragmentadas.

No entanto, em um tempo no qual os níveis de desigualdade estão a atingir níveis intoleráveis em muitos países, a automação provoca graus significativos de ansiedade a respeito de desemprego e levanta várias questões que precisam ser tratadas. A humanidade pode aproveitar os benefícios da Quarta Revolução Industrial? A principal motivação para as empresas será tornarem-se mais eficientes ou inovar? A fabricação será mais distribuída, à medida que as novas tecnologias são mais amplamente adotadas, ou será que haverá maior consolidação - e como isso afetará o roteiro de crescimento de economias emergentes? Como podemos garantir um *cyberspace* mais seguro e lançar as bases para a inovação em curso? Como as novas formas de produção poderão preservar recursos naturais e assegurar a sustentabilidade? Que estruturas melhor permitem a inovação, a adoção tecnológica e novos modelos de negócios?

Aproveitando da melhor forma as oportunidades proporcionadas pela tecnologia e evitando suas armadilhas, ao mesmo tempo movendo-se em direção a inovação, sustentabilidade e emprego, demandará políticas criteriosas, com quadros regulatórios ágeis e responsivos ao rápido progresso, proporcionando proteção apropriada aos consumidores e trabalhadores. A ligação entre o potencial de inovação e investimento em P&D fabril exigirá que países – qualquer que seja seu estágio de desenvolvimento - formulem estratégias eficazes. O envolvimento dos múltiplos atores interessados

será necessário para traçar os caminhos ideais para que países e regiões aprofundem parcerias envolvendo o governo nacional, o governo local e regional, indústria, universidades, sociedade civil e as comunidades locais. A educação será de importância crítica, e diferentes caminhos para fornecer as habilidades necessárias deverão ser exploradas, idealmente com o governo, indústria, academia e sociedade civil trabalhando em harmonia.

Quanto mais cedo os países se envolverem nesses debates de forma inclusiva e informada, melhor. Em 2015, o Brasil iniciou um processo estruturado de desenvolvimento de sua visão para o futuro da indústria. Este ano, centenas de especialistas de todo o País – de universidades, empresas e governo – envolveram-se em diversos debates sobre os temas de inovação e tecnologia, cadeias produtivas, recursos humanos, regulação e infraestrutura. As valiosas contribuições de todos esses participantes, representando as perspectivas do Brasil sobre os desafios e oportunidades que enfrenta com a Quarta Revolução Industrial, é uma importante contribuição para a discussão sobre o nosso futuro comum. Estamos ansiosos para fornecer nos próximos anos uma plataforma para essas ideias e esforços de colaboração no interesse público.

Helena Leurent

Diretora-Sênior para Engajamento com Governos

Membro do Comitê Executivo

Fórum Econômico Mundial

SUMÁRIO EXECUTIVO

O entendimento dos impactos dos cenários derivados do surgimento da manufatura avançada - ou Indústria 4.0 - em distintos setores industriais é crítico para os desenhos das novas estratégias de políticas industriais, de desenvolvimento de cadeias de valor, de processos de formação de recursos humanos, entre outros. Estes ambientes de cenários complexos, caracterizados por distintas alterações demográficas, econômicas, regulatórias e sociais, carregam ameaças e oportunidades a todos os países.

Ciente desse cenário mundial, o Governo Brasileiro, por intermédio dos Ministérios da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), reuniu em 2015 uma Força-Tarefa de Manufatura Avançada, que estabeleceu um conjunto de ações de curto, médio e longo prazo, que por sua vez culminarão no anúncio de uma Política Nacional de Manufatura Avançada. ABDI, ABIT, ABIMAQ, ANPEI, BNDES, CNI, CNPq, EMBRAPPII, FINEP, FUNDAÇÃO CERTI, ITA, MBC, SEBRAE e SENAI são exemplos de algumas das instituições que participaram dos debates.

Como uma ação de curto prazo acordada, definiu-se a realização em 2016 de *workshops* em diversos estados brasileiros com o objetivo principal de aproximar opiniões de especialistas de diferentes multissetores da tríplice hélice (empresas, Instituições de Ciência e Tecnologia – ICTs – e distintas esferas governamentais), de modo a identificar elementos de suporte para o desenvolvimento de uma política nacional estruturada na temática.

Entre os objetivos de tais *workshops* estava também o mapeamento dos atores relevantes ao tema no Brasil, o conjunto prospecção/mapeamento/análise e compilação de um relatório e a constituição de uma rede de integração, articulação e disseminação da temática Manufatura Avançada.

Os *workshops* ocorreram em sete estados brasileiros, especificamente nas cidades de Brasília, DF (ABDI - 16/03/2016), Belo Horizonte, MG (FIEMG - 07/04/2016), Florianópolis, SC (FIESC - 18/05/2016), São Paulo, SP (CNI - 05/05/2016), Salvador, BA (SENAI- 07/07/2016), Recife, PE (Porto Digital e SECTI - 14/07/2016) e Rio de Janeiro, RJ (FIRJAN -20/07/2016). Todas as discussões e propostas versaram sobre convergência e integração tecnológica, desenvolvimento de cadeias produtivas, requisitos e restrições de regulação e de infraestrutura e recursos humanos.

Ao final dos sete encontros, um oitavo *workshop* de síntese do trabalho foi realizado em São Paulo, SP (BNDES - 03 e 04/08/2016), com o objetivo de analisar os requisitos e restrições das principais propostas recorrentes nos sete *workshops* iniciais, bem como avaliar possíveis ações integradoras decorrentes de uma priorização que considerou a relação entre esforço *versus* impacto das ações, de modo a orientar o estabelecimento de um cronograma.

Assim, este relatório é o resultado de registro da visão de centenas de especialistas sobre os principais tópicos, consensos e dissensos, riscos e oportunidades, bem como propostas de projetos frente aos impactos do avanço da manufatura avançada.

O resultado conjunto da priorização mostrou que as propostas do tema **Desenvolvimento de Cadeias Produtivas** foram as de melhor relação esforço *versus* impacto. Essas foram seguidas das propostas da temática **Convergência e Integração Tecnológica, Regulação e Infraestrutura**. A temática **Desenvolvimento de Recursos Humanos** teve grupos de propostas que conjuntamente apresentam a maior necessidade de esforço de desenvolvimento.

Sobre **Cadeias Produtivas** foi consenso a iniciativa de **criação de Laboratórios Abertos**. Apontou-se também a necessidade de **ampliação da Lei do Bem, de Informática, EMBRAPPII, SIBRATEC** e outros instrumentos.

Na temática de Regulação, o consenso está relacionado à necessidade de melhor entendimento das **novas relações empregador/empregado**, devido à premissa de que haverá alterações das condições de ambientes laborais, com ideiação para conseqüente **flexibilização laboral e dos processos de terceirização**. Também foi consenso a revisão da **carga tributária em tecnologia** (equipamentos de automação e robótica, máquinas, aplicativos de *software* etc.). Destacou-se de igual modo o desejo de discussão sobre o processo de **internacionalização das empresas brasileiras**.

Em relação à **Infraestrutura**, os especialistas apontaram a necessidade de colocada de **infraestrutura de banda larga** adequada bem como **espaços comuns para vitrine de tecnologias 4.0**, usados para fins didáticos, com *hub* para *link* entre fornecedores/demandantes.

Em **Convergência e Integração Tecnológica**, o grupo chegou ao consenso da necessidade de **organização de uma rede de tecnologia 4.0** (consórcio da tríplice hélice), com responsabilidade de criar, propor, estabelecer e monitorar ações de laboratórios multiusuários para provas de conceitos e *benchmarking* tecnológico, bem como testes e provas de distintos padrões de sistemas.

Paralelamente, houve concordância em relação à necessidade de **Desenvolvimento de inteligência estratégica (observatório)**. Uma profunda análise de **padrões de interoperabilidade** às **necessidades brasileiras** foi considerada pelos especialistas como um tema **indispensável**. Privacidade de dados também figurou como preocupação.

Sobre **Desenvolvimento de Recursos Humanos**, as temáticas mais discutidas e propostas foram relativas à **Alteração do Formato e Método de Ensino**, garantindo conhecimentos de ciência e tecnologia, mas com preparação para demais habilidades cognitivas e emocionais. Também foi consenso a necessidade de **requalificação de profissionais e de parcerias multissetoriais**, pilotando e implementando soluções escaláveis para os desafios da oferta de emprego e demanda de novas competências. Nesses ambientes, a integração aluno empresa poderia primar pelas aplicações de trabalhos direcionados e monitorados pelas corporações, com ações complementares de reconhecimento e premiação pelos melhores trabalhos.

Esses são alguns dos exemplos de frentes de ação apontadas pelos especialistas. O exercício realizado com os referidos *workshops* traz subsídios fundamentais para a ação governamental. Agora, que já se possui uma visão mínima dos desafios para uma Manufatura Avançada no caso brasileiro, cumpre partir para o desenvolvimento de ações, coalizões e consórcios – públicos e privados – de modo a promovermos as mudanças necessárias e assegurarmos competitividade à economia brasileira nesse novo contexto global.

1 PREÂMBULO – MANUFATURA AVANÇADA

As primeiras três Revoluções Indústrias surgiram pela introdução da economia impulsionada pela mecanização (Primeira Revolução), depois pela energia elétrica e a produção em massa de produtos a preços acessíveis (Segunda Revolução) e, finalmente, pela eletrônica e tecnologia da informação, permitindo a automação de processos (Terceira Revolução).

Atualmente, a intensa evolução industrial se caracteriza por um novo cenário, destacado pela confluência, integração e digitalização de tecnologias maduras e de vanguarda. Neste cenário, em um futuro muito próximo,

as empresas estabelecerão redes globais que incorporarão suas máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção em Sistemas Ciberfísicos (CPS), que serão capazes de trocar informações de forma autônoma entre seus componentes e variáveis externas, desencadeando ações e controlando o sistema de produção de forma independente (ACATECH, 2013; GERMANY TRADE & INVEST, 2013; MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015; DELOITTE GLOBAL, 2016) (figura 1).

Figura 1- Evolução temporal da indústria



Fonte: adaptado de ACATECH (2013)

Essa nova produção, caracterizada pela produção em massa e ao mesmo tempo customizada às necessidades dos clientes individuais, possui processos de negócios e de engenharia dinâmicos, de modo que sejam possíveis alterações de última hora para a produção de modo competitivo.

Outro ponto de destaque é a geração de novas formas de criação de valor e novos modelos de negócios, como a possibilidade de *startups* e pequenas empresas terem a oportunidade de desenvolverem e fornecerem serviços a jusante.

Nesse contexto, grandes potências manufatureiras (Alemanha, Estados Unidos, China, entre outras) têm investido em programas estruturantes, de modo a assegurar competitividade às suas economias. A seguir apresentam-se alguns exemplos de tais programas.

- **Alemanha**

Em 2011, a Alemanha iniciou um plano de ação intitulado *High-Tech Strategy 2020*, que tinha como foco o desenvolvimento de uma política estratégica para o país se tornar o principal fornecedor, integrador e gerador de padrões de tecnologias de produção inteligentes. Para essa estratégia, foi criada a alcunha *INDUSTRIE 4.0* (ACATECH, 2013).

Essa estratégia está distribuída em grandes temas que envolvem questões relacionadas à formação de recursos humanos, estabelecimento de padrões de comunicação, melhoria de infraestrutura de banda larga, proteção e segurança de informação, entre outras (ACATECH, 2013).

- **Estados Unidos da América**

No ano de 2011, nos Estados Unidos da América, o Conselho de Assesores da Presidência para Ciência e Tecnologia recomendou a inovação na manufatura como válvula propulsora de desenvolvimento, lançando a alcunha *Advanced Manufacturing* e, posteriormente, ***Manufacturing USA*** (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2011).

O trabalho publicado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (*A National Strategic Plan For Advanced Manufacturing*) traz um planejamento de esfera nacional de apoio à pesquisa em manufatura avançada, congregando em cenários a indústria, a academia e o governo, de modo a acelerar o investimento, direcionar o modelo de educação para o trabalho futuro, criar e apoiar parcerias público-privadas e mapear os investimentos necessários e estratégicos.

A partir dessa iniciativa, foi criado o *National Network for Manufacturing Innovation*, que tem por meta conectar pessoas, propostas e tecnologias a fim de solucionar desafios da manufatura, por meio de institutos de inovação nos temas considerados estratégicos para a economia estadunidense (ADVANCED MANUFACTURING NATIONAL PROGRAM OFFICE, 2016).

- **China**

Entre os países emergentes, a China criou sua estratégia para se posicionar entre as principais forças industriais do planeta. Por meio do plano *Made in China 2025* (MIC2025), o país pretende crescer na cadeia de valor global, focando-se no desenvolvimento e na aplicação de tecnologias e de infraestrutura, no fortalecimento das cadeias produtivas e na priorização de áreas de atuação, de modo a resolver desafios de qualidade, consistência de produção, segurança e sustentabilidade (UK TRADE & INVESTMENT, 2016; STAUFEN AG, 2015).

Assim, a partir da **análise de iniciativas de governos estrangeiros e de relatórios de consultorias direcionados ao tema Manufatura Avançada** (ou Indústria Avançada, Indústria 4.0, Internet Industrial das Coisas), constataram-se uma série de iniciativas que buscam contribuir para a transição das nações industriais à quarta Revolução Industrial.

A seguir, são apresentadas as intensidades das relações temáticas encontradas entre as iniciativas internacionais e os cinco eixos do trabalho realizado através dos *workshops* no Brasil: convergência e integração tecnológica, desenvolvimento de cadeias produtivas, recursos humanos, regulação e infraestrutura. Ao todo, **foram identificadas 39 iniciativas internacionais voltadas à manufatura avançada** em temas relacionados (**figura 2**). **A Alemanha e os EUA lideram 79% das ações avaliadas.**

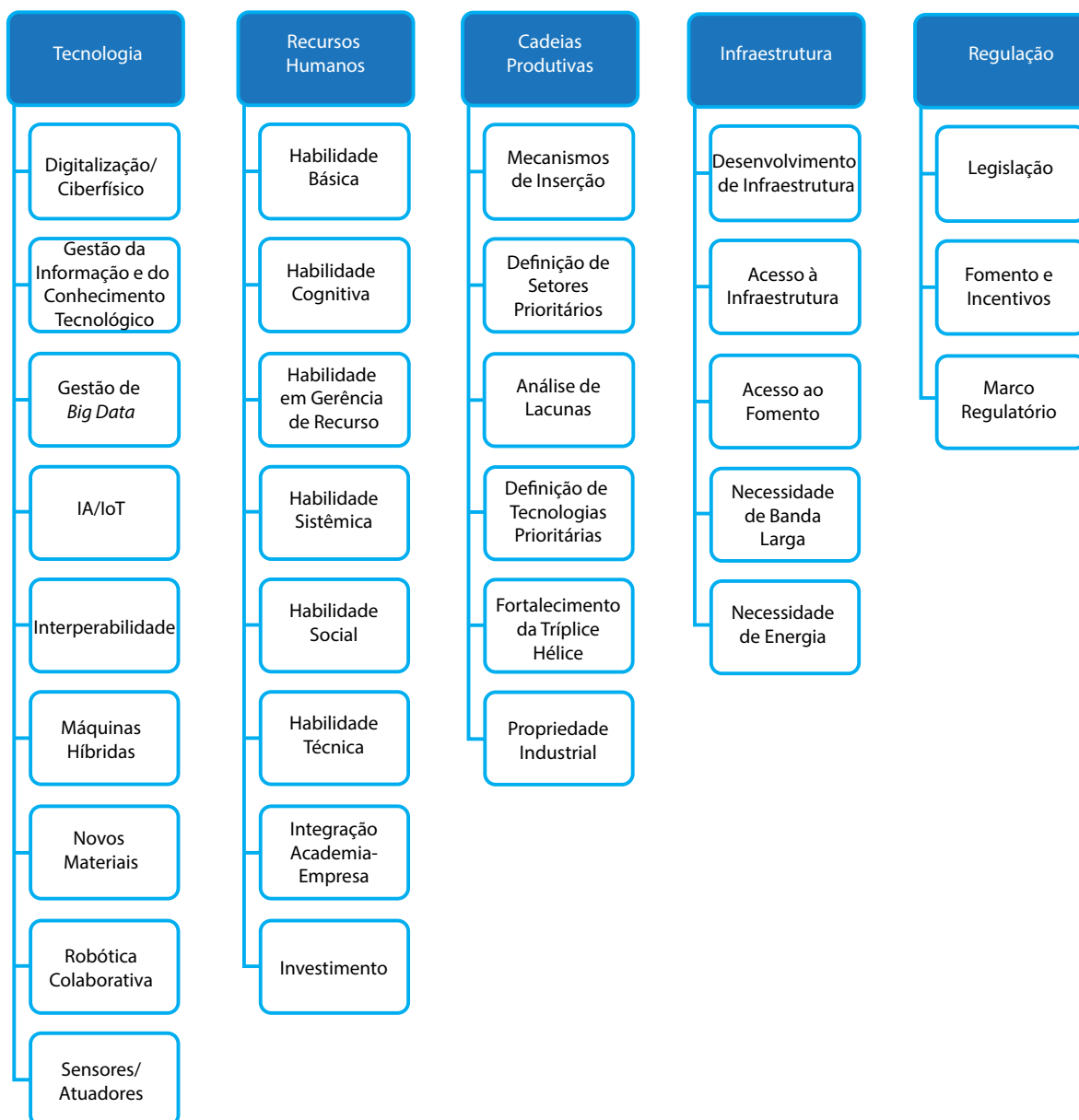
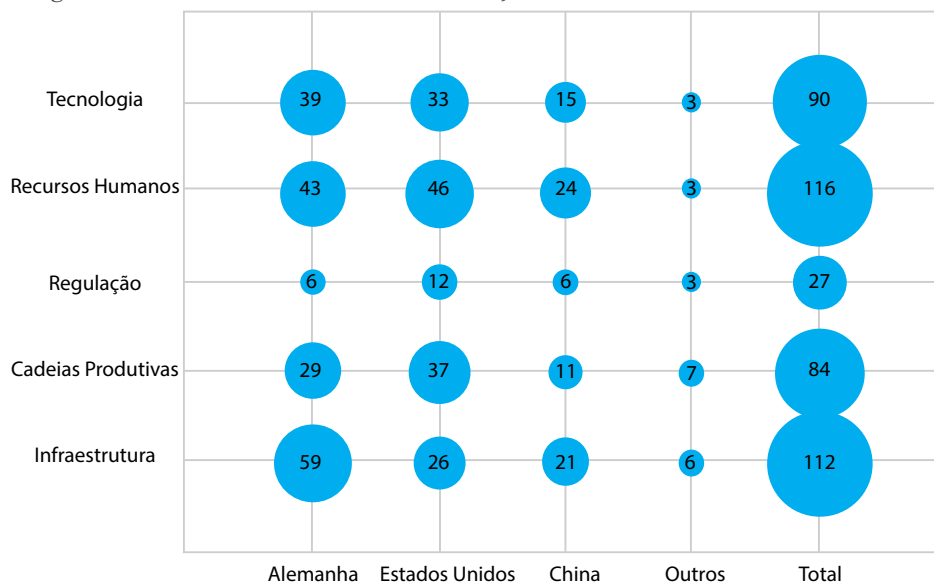
No âmbito desta análise internacional, especificamente no tema **Tecnologia**, nota-se que atualmente existe um conjunto de tecnologias com nível de maturidade suficiente para aplicação a custos competitivos (tecnologias de robótica colaborativa, inteligência artificial, processos de fabricação, nanotecnologia, *internet* das coisas, *cloud computing*, *Big Data*, tecnologia móvel, novos materiais etc.).

A combinação dessas distintas tecnologias tem levado a um número exponencial de soluções de negócio. No entanto, os usuários ainda possuem uma visão limitada das oportunidades possíveis, de modo a serem competitivos. Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de uma atmosfera que favoreça uma relação usuário-fornecedor mais intensa e fundamental.

Praticamente todas as iniciativas internacionais mapeadas nesse tema possuem relação com pelo menos um dos subtemas pesquisados na literatura. Os subtemas mais trabalhados estão descritos a seguir.

- **Gestão da Informação e do Conhecimento Tecnológico**, apresentando relação com 95% das iniciativas.
- **Digitalização/Ciberfísico, IA/loT e Interoperabilidade** apresentando relação com aproximadamente 30% das iniciativas.
- **Novos Materiais**, apresentando intersecção com 20%.
- **Robótica Colaborativa**, com 8%.
- **Máquinas Híbridas**, com 2%.

Figura 2- Volume de temas analisados e relações com os subtemas em Manufatura Avançada



No tema **Desenvolvimento de Cadeias Produtivas**, o levantamento internacional mostra que a integração maximizada pela digitalização da economia na Manufatura Avançada representa uma oportunidade de desenvolvimento de cadeias tecnológicas para produção de bens e serviços, a exemplo do que ocorre em redes elétricas inteligentes, cidades inteligentes, soluções de saúde a distância etc. Além disso, os distintos níveis de intensidade em utilização de recursos humanos demandam oportunidades para integrações tecnológicas e relações inter-setoriais.

Os subtemas **Mecanismos de Inserção**, com 67%, e **Análise de Lacunas**, com 64%, destacaram-se, puxados por assuntos essenciais na transição de modelos de produção, como **adaptação otimizada do processo produtivo, investimento em empreendedorismo e iniciativas mundiais criadas para realinhamento das indústrias**. Em seguida, destacou-se o subtema **Fortalecimento da Trílice Hélice**, com 51%, mostrando a importância estratégica para os países com uma atuação forte na Manufatura Avançada, seguido pelo subtema **Definição de tecnologias prioritárias**, com 44%. **Definição de setores prioritários e Propriedade Industrial**, com 33%, tiveram menor intersecção.

No tema **Desenvolvimento de Recursos Humanos**, a integração tecnológica, somada à mudança das próprias relações de trabalho inerentes da Manufatura Avançada exigirão distintas habilidades dos profissionais envolvidos no processo.

Neste caso, o subtema **Integração Academia-Empresa** foi o grande destaque das literaturas pesquisadas, apresentando relação com 78% das iniciativas.

Isso denota a importância do estabelecimento da sinergia de agentes da tríplice hélice. **Habilidade Sistêmica e Habilidade Técnica** também se destacaram frente aos demais subtemas dessa temática, apresentando relação com 27% das iniciativas. **Habilidade Social** teve relação com 22% das iniciativas, enquanto **Investimento, Habilidade em Gerenciamento de Recursos, Habilidade Cognitiva e Habilidade Básica** apresentaram relação com aproximadamente 15% das iniciativas selecionadas.

No tema **Regulação**, as transformações tecnológicas embarcadas na Manufatura Avançada demandam coordenação institucional diferente dos modelos existentes. Os aspectos mais relacionados nas iniciativas internacionais são referentes a padrões uniformes para Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), privacidade de dados, segurança de dados e propriedade intelectual. Nesses casos, é preciso que a regulação atue como indutora da inovação e da mudança tecnológica.

O subtema **Fomento e Incentivos** foi o que apresentou maior relação com as iniciativas (54%). Os subtemas **Marco Regulatório e Legislação** apresentaram uma relação menor que 10% com as iniciativas.

No tema **Infraestrutura**, os fluxos de informações são essenciais para o funcionamento da produção. Assim, a limitada infraestrutura de banda larga e de rede móvel são exemplos de entraves para seu funcionamento. Entende-se que outros tipos de infraestrutura são igualmente críticos e necessários.

Os subtemas de destaque na pesquisa internacional foram **Desenvolvimento de Infraestrutura e Acesso à Infraestrutura**, com 72% e 62%, respectivamente.

O subtema Acesso ao Fomento aparece logo depois, com 41%, seguido pelos subtemas **Necessidade de Banda Larga e Necessidade de Energia**, com 28%. Apesar da baixa intersecção direta, estes dois assuntos estão indiretamente presentes em todas as iniciativas.

Resume-se assim a intensidade das relações entre os cinco eixos temáticos trabalhos nos *workshops* realizados no Brasil e as iniciativas ora em andamento no exterior.

2 METODOLOGIA DO PROJETO

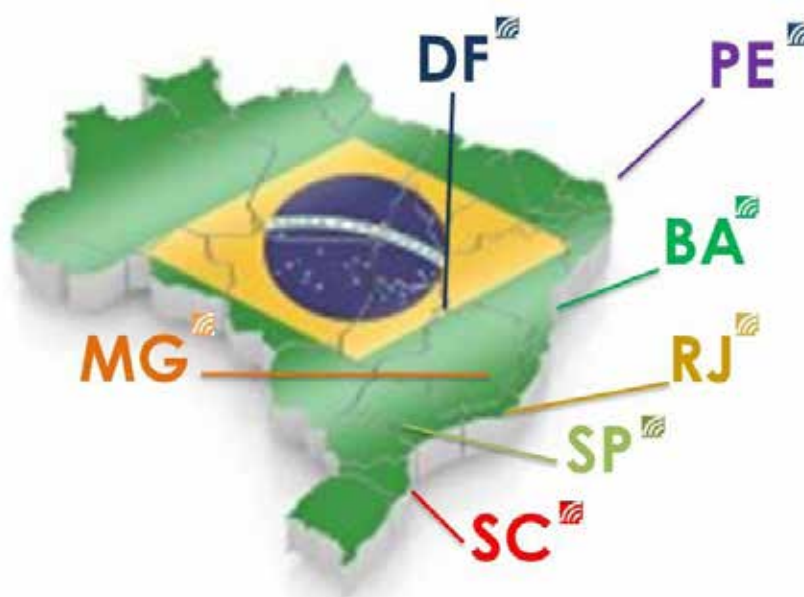
Os *workshops* foram realizados com o objetivo de consultar a opinião de especialistas da tríplice hélice sobre os principais **desafios** da Manufatura Avançada no País, bem como de coletar suas respectivas **propostas** para viabilizar a materialização das soluções dos desafios abordados.

Para tal, foram realizados sete *workshops*:

- Em Brasília, na Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (16/03/2016);
- Em Belo Horizonte, na Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais– FIEMG (07/04/2016);

- Em Florianópolis, na Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina – FIESC (18/05/2016);
- Em São Paulo, na Confederação Nacional da Indústria – CNI (05/05/2016);
- Em Salvador, no SENAI-CIMATEC (07/07/2016);
- Em Recife, na Aceleradora de *Startups Jump*, com apoio da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco – SECTI-PE (14/07/2016);
- No Rio de Janeiro, na Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro– FIRJAN (20/07/2016) (figura 3).

Figura 3- Mapa com os locais dos *workshops*



2.1 Público-Alvo

Cada *workshop* realizado era composto por profissionais com os seguintes perfis:

- **Especialistas** com notório saber na temática manufatura avançada, de modo a participar nos debates.
- **Observadores** com capacidade transversal para contribuir com encaminhamentos no tema dentro de suas organizações.

O contingente de participantes foi composto por organizações da tríplice hélice com as seguintes características:

- **Empresas** que possuem agenda estruturada em tecnologias de manufatura avançada, investem em P&D, realizam inovação em cooperação com outras empresas ou instituições de outros países, possuem mestres e/ou doutores atuando em sua equipe internas, possuem portfólio de patentes, vendem soluções para múltiplos setores, possuem grande influência em sua cadeia de valor, entre outros.

- **ICTs** do Brasil, que promovem o ensino, pesquisa e extensão relacionados ao tema manufatura avançada; e
- **Governo** e instituições públicas ligadas à inovação e tecnologia no Brasil.

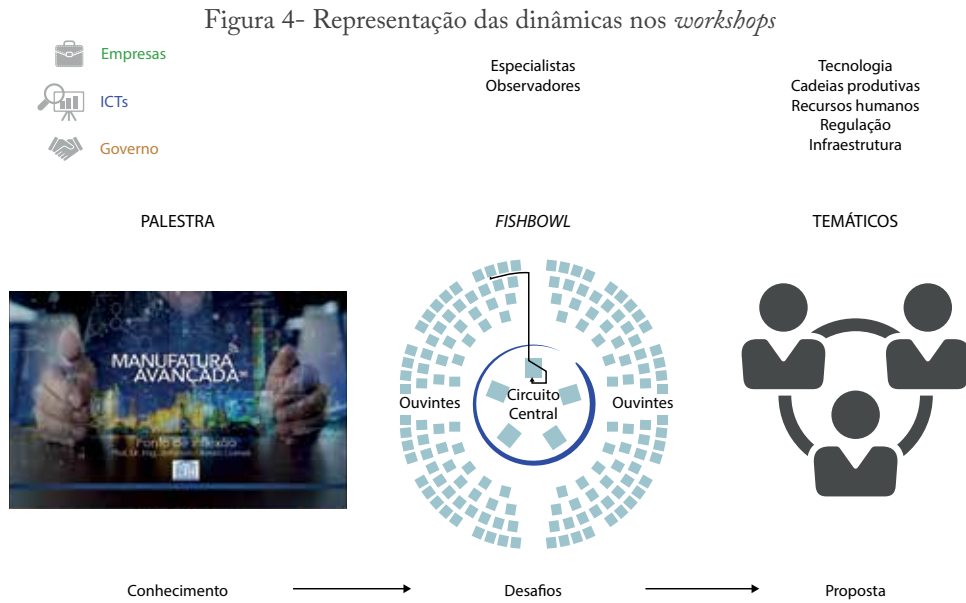
2.2 Os Workshops

Os *workshops* foram divididos em duas partes, com atividades nos turnos da manhã e tarde. Na parte da manhã, buscou-se contextualizar a temática por meio de uma palestra expositiva, objetivando alinhar conceitos, definir as dimensões prioritárias e estabelecer o tom disciplinar e temporal para cada discussão a ser realizada nas dinâmicas. Após a apresentação, o tema foi adensado por meio de uma discussão técnica no modelo *Fishbowl*¹, dinâmica que proporciona a discussão, em que as pessoas no círculo central dialogam sobre suas opiniões, enquanto os ouvintes apreciam. A sessão livre iniciou com as perguntas: Quais os desafios e as oportunidades para a Manufatura Avançada no Brasil? Por quê?

¹ *Fishbowl*, ou **Aquário**, é uma forma de conversação que pode ser utilizada para discutir um tópico em grandes grupos. A principal vantagem do aquário é que ele permite que um grupo inteiro participe e dê sua opinião. **Método:** Quatro ou cinco cadeiras são colocadas em um círculo central, o aquário. As cadeiras restantes são colocadas em círculos concêntricos pelo lado de fora do aquário. Alguns participantes são convidados ou se voluntariam para preencher as cadeiras do círculo de dentro (o aquário), enquanto o resto dos participantes sentam nas cadeiras que estão fora do aquário. Em um aquário aberto, uma cadeira do círculo central fica vazia. O moderador ou facilitador introduz um tópico e os participantes do *fishbowl* começam a discutir o mesmo. Os participantes, ou audiência, que estão nos círculos de fora do aquário apenas assistem e prestam atenção na discussão que está ocorrendo dentro do aquário. Qualquer especialista pode, a qualquer momento, ocupar a cadeira vazia e se juntar ao aquário. Quando isto acontece, um membro do aquário tem que se voluntariar e sair do círculo central, deixando uma cadeira livre para que outra pessoa possa participar. A discussão segue com os participantes entrando e saindo do aquário. Dependendo do tamanho da audiência, muitas pessoas podem participar da discussão contribuindo com pouco tempo ou poucas pessoas podem contribuir muito tempo para a discussão. Quando o tempo acaba, o aquário é fechado e o moderador resume (sumariza) a discussão.

Na parte da tarde, por sua vez, cada participante integrou um grupo em que se discutiu um dos cinco temas centrais para manufatura avançada: Tecnologia, Cadeias Produtivas, Recursos Humanos, Regulação

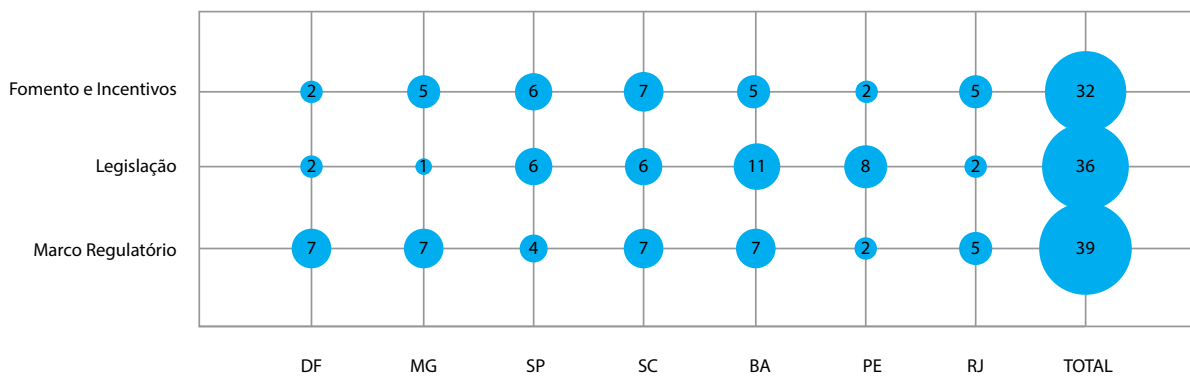
e Infraestrutura. Os grupos identificaram, discutiram e registraram os desafios (problemas) e formularam propostas para solucioná-los (figura 4).



Ao final dos *workshops*, por meio de gráficos, foram apresentados os resultados do debate,

com a identificação das respectivas quantidades dos desafios e propostas sugeridas (figura 5).

Figura 5- Identificação das respectivas quantidades dos desafios e propostas



2.3 Reunião de Priorização e Aprofundamento das Propostas

Ao final dos sete encontros, um oitavo *workshop* foi realizado em São Paulo, SP (03 e 04/08/2016), na sede do BNDES, com o objetivo de analisar os requisitos e restrições das principais propostas recorrentes nos sete *workshops* iniciais, bem como propor possíveis ações com mais profundidade.

No oitavo encontro, os especialistas analisaram um conjunto de propostas apresentadas nos *workshops* para cada um dos temas: Tecnologia, Cadeias Produtivas, Regulação e Infraestrutura, e Recursos Humanos. No intuito de priorizá-las, foram discutidos diferentes aspectos relacionados a seguir.

- O grau de impacto da proposta para a manufatura avançada no Brasil.
- Ações já em andamento no país.
- Comparações com experiências internacionais.
- Requisitos para a implantação da proposta.
- Restrições que possam dificultar o alcance da proposta.
- O esforço necessário para implantá-las (político-social, econômico-financeiro e de desenvolvimento de capital intelectual).

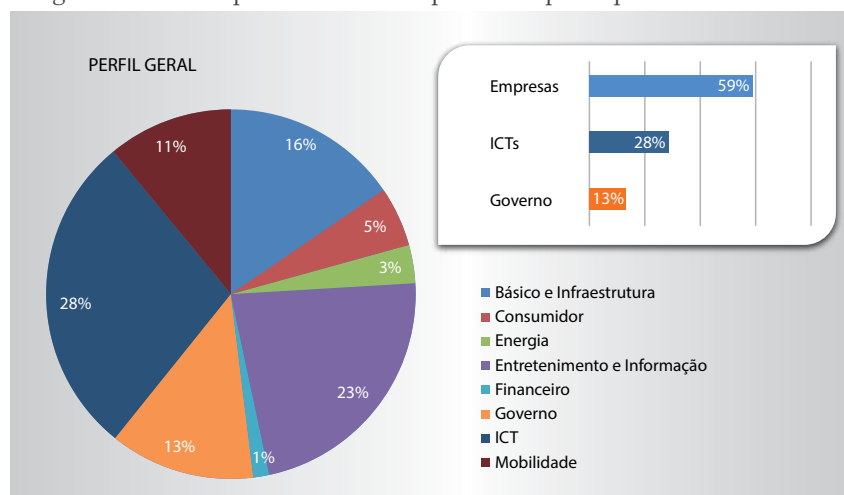
Fizeram parte da discussão, representantes das instituições ABDI, ANPEI, Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII), BNDES, COPIN-CNI, Deloitte GLOBAL, Embraer, Embraer, Embrapii, Fundação CERTI, Insper, Instituto Renato Archer, MCTI, MDIC, Porto Digital, Romi, ITA, SENAI Nacional, SENAI- CIMATEC, Siemens, UNIMEP e USP.

3 RESULTADOS DOS WORKSHOPS

Os sete encontros contaram com cerca de 400 participantes (211 especialistas e cerca de 180 expectadores convidados pelos especialistas), cujo público teve a predominância de empresas do setor privado (59%), seguido de ICTs (28%) e por 13% de esferas do governo.

A predominância de especialistas do setor privado foi de origem das áreas de infraestrutura e indústrias de base, seguida por empresas do setor de TI, mobilidade, financeiro e de produtos direto ao consumidor (figura 6).

Figura 6- Perfil de procedência dos especialistas participantes dos encontros



Os especialistas da tríplice hélice, em suas discussões, elencaram **781** desafios para o desenvolvimento da **Manufatura Avançada** no País. As **empresas** representantes do setor produtivo propuseram a maioria dos desafios, foram 437 (56%) do total. Os representantes da **academia** e das **ICTs** identificaram 251 desafios, 32% do total.

Os **representantes governamentais** indicaram **93** desafios (12%), todos conectados aos 5 temas prioritários, com seus respectivos subtemas. A partir dos desafios, foram levantadas **212** propostas nos 5 temas prioritários, segmentados nos respectivos subtemas (figura 7).

Figura 7- Desafios identificados e propostas identificadas pelos especialistas nos encontros



3.1 Tema: Convergência e Integração Tecnológica

Entre os especialistas, houve senso comum em relação à existência de uma mudança em curso do próprio significado de atuação da indústria, agregando serviço ao consumidor. Nesse escopo, os especialistas já entendem o surgimento de novos modelos industriais, com plantas inteligentes para alta escala, crescente customização em massa, bem como a possibilidade de novos modelos de produção, inclusive a individual, em escalas unitárias. Além disso, as tecnologias contemporâneas podem diminuir ineficiências de processos (desde a matéria-prima até o fim do ciclo de vida), de modo a incrementar a produtividade e a estabelecer novos posicionamentos para competitividade global.

Nesse contexto, o uso de sensores e atuadores embarcados no mundo físico e a aplicação de técnicas de *Big Data*, de internet das coisas e de inteligência artificial permitem gerenciar o ciclo de vida dos produtos, indicando necessidade e agendando uma manutenção corretiva. Além disso, dados relativos à oferta e à demanda em tempo real de determinado produto podem aumentar ou diminuir seu ritmo de produção na fábrica.

Paralelamente, considerou-se que esse conjunto atual de tecnologias apresenta nível de maturidade suficiente para aplicação a custos competitivos. Esse cenário de combinação de distintas tecnologias inclusive tem levado a um número exponencial de soluções de negócios.

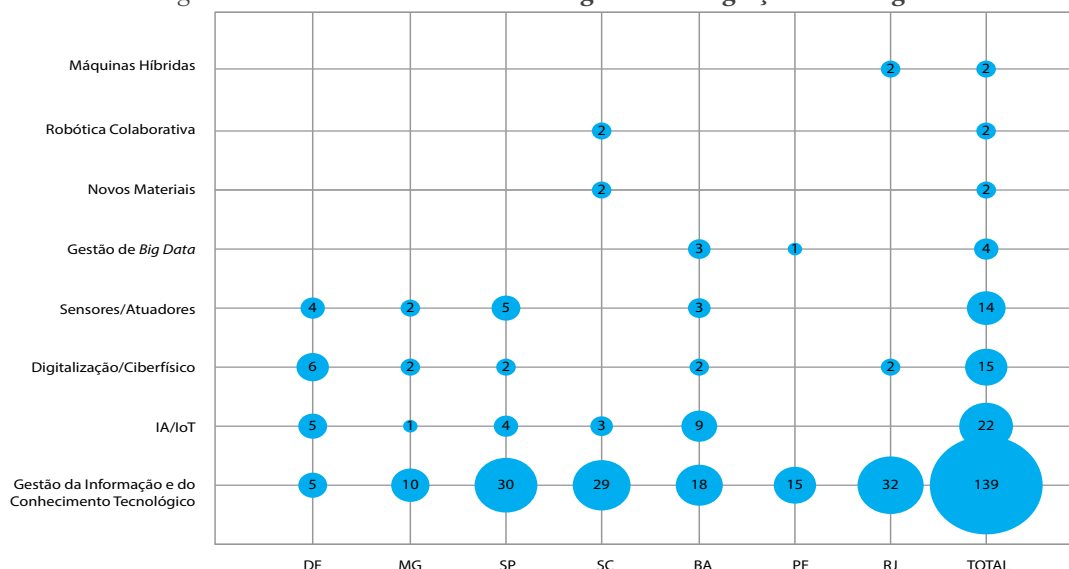
3.1.1 Desafios identificados

Na temática Convergência e Integração Tecnológica, foram levantados 201 desafios.

Considerando uma escala de prioridades, os principais pontos colocados pelos especialistas como subtemas a serem mais abordados estão relacionados a seguir (figura 8).

- A **Gestão da Informação e do Conhecimento Tecnológico**, com 139 (69%) proposições de desafios, necessária para integração das tecnologias, bem como inteligência de mercado.
- O uso de ferramentas de **Inteligência Artificial (IA)** para desenvolvimento de produtos e processos e a crescente análise da janela de oportunidades provocada pela Internet Industrial das Coisas (*Internet of Things - IoT*), com 22 proposições (11%).
- Os impactos das tecnologias de **Digitalização** e consequente integração **Ciberfísica**, com 15 desafios (7%).
- As oportunidades geradas pela maior utilização de **Sensores e Atuadores**, com 14 desafios (7%).
- O uso de demais tecnologias para novos negócios e a modernização do parque fabril (**Gestão de Big Data, Novos Materiais, Máquinas Híbridas, Robótica Autônoma**), com 10 desafios (5%).

Figura 8- Desafios na temática **Convergência e Integração Tecnológica**



3.1.2 Propostas elaboradas

No tocante às propostas no tema, o subtema **Gestão da Informação e do Conhecimento Tecnológico** foi o bloco que obteve mais formulações de propostas (69%), principalmente relacionadas ao desenvolvimento de grupos de trabalho para analisar e desenvolver tecnologias de integração de produtos e processos.

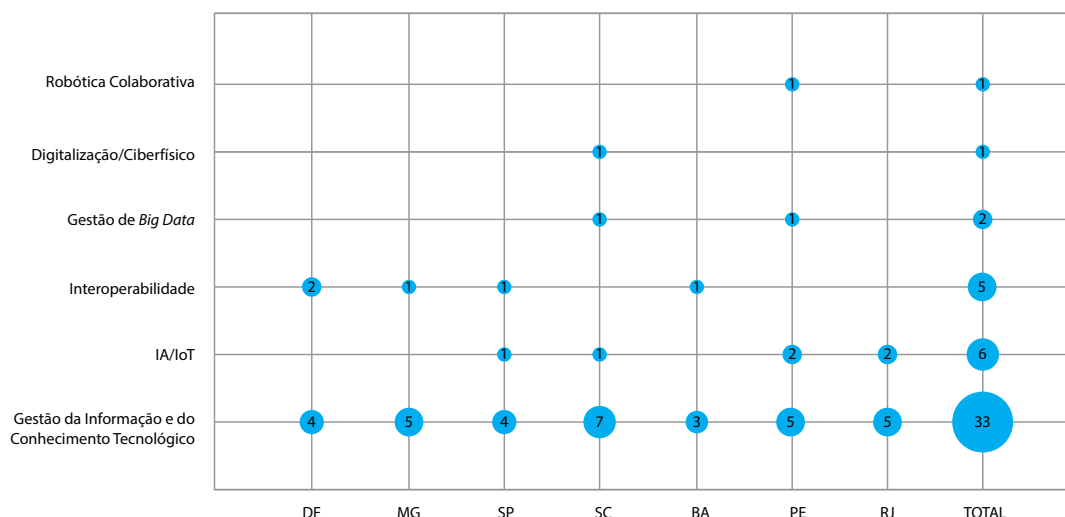
Foi observada a necessidade de entendimento estratégico dos setores, com posterior *roadmap* tecnológico para investimentos, incluindo a análise de países (por meio de análise de metadados e *web* semântica/filtros e Inteligência Artificial para monitoramento global dos “movimentos” de tecnologias, *business*, M&A, entre outros) e a fundamental escolha dos chamados *Champions* para criação de uma inteligência de mercado (ICTs, empresas, esferas de estado, que dariam suporte para o sucesso da tarefa).

No que diz respeito às propostas de projetos temáticos ligados à adoção de novas tecnologias, as principais proposições estavam relacionadas ao uso e integração de inteligência artificial e de Internet Industrial das Coisas (IA/loT), com 13% das propostas. O assunto Internet Industrial das Coisas (*Internet of Things*), para os especialistas, esteve mais relacionado à gestão automatizada do conhecimento, o compartilhamento de sistemas baseados em *cloud* e segurança de dados (criptografia, *firewall* etc.).

A questão de **Interoperabilidade** reteve 10% das propostas. Em uma lógica de posicionamento tecnológico estratégico, foram consensuais as preocupações quanto à adoção de padrões para cada aplicação de protocolos (*profibus*, *fieldbus* etc.) e do meio (*bluetooth*, RFID etc.).

As demais temáticas em tecnologia que permitem convergência e integração de sistemas de plantas industriais (Gestão de *Big Data*, Digitalização/Ciberfísico, Robótica Colaborativa) tiveram 8% das formulações de propostas (figura 9).

Figura 9- Propostas na temática **Convergência e Integração Tecnológica**



3.1.3 Priorização e aprofundamento das propostas

Os temas escolhidos para discussões foram os seguintes.

- **Organização de uma Rede de Tecnologia Voltada à Manufatura Avançada:** o objeto dessa proposta é a composição por consórcio da tríplice hélice, caracterizado pela execução de projetos temáticos.
- **Desenvolvimento de inteligência estratégica:** o objetivo é o desenvolvimento de inteligência estratégica (observatório), com *Roadmap* tecnológico para investimentos e análise de países competidores e *stakeholders*.
- **Análise de padrões de interoperabilidade:** Os especialistas manifestaram concordância em relação à definição de padrões de interoperabilidade às necessidades brasileiras, com requisitos e restrições a respeito de protocolos e do meio.
- **Desenvolvimento de laboratórios multiusuários:** essa temática teve como foco a criação e a articulação de laboratórios multiusuários, com tecnologias preconizadas para a indústria avançada, em que possam ser realizadas provas de conceitos tecnológicos, *benchmarking* tecnológico, testes e provas de conceito de distintos

padrões de interface de sistemas de produção reconfiguráveis e flexíveis.

a) Organização de uma rede de tecnologia voltada à temática Manufatura Avançada

O primeiro ponto de consenso entre os especialistas no último encontro foi a necessidade de organização de uma **rede de tecnologia voltada à temática Manufatura Avançada**, composta por consórcio igualitário da tríplice hélice. Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável**, pois, além da validação da indústria avançada ainda não estar definida, nunca se trabalhou efetivamente em redes, apenas em redes mais acadêmicas, e existe a demanda pela alta importância de experimentação de tecnologias estratégicas.

Em relação **às ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, apesar da percepção de existência de uma fraca rede efetiva tríplice hélice no Brasil, foram referenciadas as iniciativas dos EUA para **IoT**, com elevada colaboração das partes.

Referenciou-se também a iniciativa do Estado para as plataformas de conhecimento (com metas bem definidas), a rede acadêmica de prototipagem, o programa Fábrica do milênio, as redes SIBRATEC *Shop* e o programa SENAI de competitividade com os institutos. Foi referenciado que a Associação Brasileira de Internet Industrial foi criada nos moldes do sistema americano de internet industrial das coisas.

Sobre os **requisitos** para **Rede de Tecnologia Voltada à Indústria Avançada**, foram elencados vários pontos.

- O conceito de rede deve ser liderado pela tríplice hélice, não havendo desequilíbrio entre o setor da hélice no poder de decisão. Devem ser redes de negócio. Para a formação de redes coesas e com escopo definido, é requisito a necessidade de comitê gestor com liderança de uma instituição (ICT, empresa, Governo), preferencialmente privada.
- O modelo deve ser puxado pela perspectiva de negócio que demanda a tríplice hélice, gerando ações para todos (fornecedores e clientes). Deve criar os benefícios de retorno financeiro pelos estudos desenvolvidos, tendo um papel de tracionador econômico.
- A natureza da rede deve ser de desafios estratégicos. Projetos devem ter empresas âncoras ou consórcios (entre empresas, entre empresas e Estado etc.). É natureza da rede a realização de testes de provas de conceito ou pilotos com experimentos pré-espalhamento.
- É papel do Estado o fomento à pesquisa fundamental ou estratégica em linhas caracterizadas fundamentais, definidas pela inteligência de mercado. A aplicação de conceitos deve ser consorciada, visando sempre o desenvolvimento de negócios.
- Deve também servir de órgão consultor de formação de técnicos com a expectativa permanente de demandas de formações.

- A rede deve se conectar às demais redes internacionais.
- Projetos devem ser gerenciados conforme preconizado em gestão de projetos de curto, médio e longo prazo. A rede tecnológica deve ser concebida para desenvolver atividades tanto em *brownfields* quanto em *greenfields*.
- O ecossistema deve ser desenvolvido, tanto o mercado quanto os respectivos *stakeholders*.

Em relação às **restrições** para **Rede de Tecnologia Voltada à Indústria Avançada**, foram elencados os seguintes pontos.

- Não há no país equilíbrio da tríplice hélice, tanto nos quesitos relacionados à direcionamento de investimentos e de ações, quanto de fomento.
- Projetos fomentados no Brasil em empresas nacionais que geram novos produtos estão migrando para outros países.
- Baixa autonomia de grandes empresas multinacionais para construir as iniciativas nacionais.
- Existem restrições legais para a entrada no consórcio de multinacionais em laboratórios nacionais.

A intensidade do impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual ser considerado **abaixo** do nível mundial. As **indústrias, principalmente empresas âncoras**, são consideradas como as **maiores demandantes**, ficando para o **Estado a criação e a articulação de fomentos aderentes aos requisitos elencados** e, para as **ICTS e a academia**, a execução de ações alinhadas à demanda.

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** para implementar essa proposta é **alta**, a do esforço **Econômico-Financeiro** é **baixa** e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **média**.

b) Desenvolvimento de inteligência estratégica

Paralelamente, foi consenso a necessidade de **Desenvolvimento de inteligência estratégica** (observatório). Para os especialistas, são tidos como referências os modelos de estudos frequentemente realizados pela ABDI e pelo CGEE. Essa ação é considerada como **indispensável**, dada a necessidade de autoconhecimento e de conhecimento externo para quantificar os resultados.

Sobre os **requisitos** para o **Observatório de Inteligência de Mercado Indústria Avançada**, foram elencados os seguintes pontos.

- Desenvolver análises de países competidores e dos *stakeholders* (*Benchmarking* internacional Alemanha/USA/China).
- Realizar *Roadmaps* tecnológicos para direcionamento de investimentos por setor.
- Analisar o capital intelectual (estrutural, humano e relacional) da atmosfera de negócios brasileira.
- Disseminar informações para a rede, por meio de dinâmicas setoriais.
- Analisar tendências futuras de mercado por meio de uso de *Big Data*, com foco nos desafios alinhados aos setores prioritários, com permanente construção de cenários e previsões (produtos e serviços) e mensuração financeira dos resultados (inteligência de mercado). O mercado deve ser o direcionador de rede.

Em relação às **restrições** para **Observatório de Inteligência de Mercado Indústria Avançada**, foram apontados os seguintes pontos.

- As redes atuais não são colaborativas e não estudam mercado, políticas e tecnologias concomitantemente.
- Não existem estudos e proposições sobre gestão da propriedade intelectual e mecanismos legais setoriais.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual ser considerado **muito abaixo** do nível mundial. A indústria é considerada como a **maior usuária**, ficando a **liderança** por parte do **Estado e das instituições de ensino**.

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** para implementar essa proposta é **alta**, a do esforço **Econômico-Financeiro** é **média** e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** também é **média**.

c) Análise de padrões de interoperabilidade

Uma profunda **análise de padrões de interoperabilidade às necessidades brasileiras** foi considerada pelos especialistas como um tema **indispensável**, dada a importância estratégica futura econômica de posicionamento do País com requisitos e restrições a respeito de protocolos e do meio, bem como a elaboração e o compartilhamento de normas internacionais de telecomunicação.

Sobre **as ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, são referenciadas as iniciativas do Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife – CESAR, de Pernambuco, a existência de iniciativas na Europa de *middleware* e o documento orientativo mundial de interoperabilidade.

Em relação aos **requisitos** para **Interoperabilidade**, o grupo chegou ao consenso de necessidade de participação da ABNT nas iniciativas mundiais sobre o tema. Existe necessidade de influência na ISO, em que há a existência de padrões mundiais e respectivas estratégias de condução dos grupos mundiais, de modo a se ter uma participação de forma influenciadora.

Quanto às **restrições** para **Interoperabilidade**, os especialistas argumentaram a presença de poucos representantes e recursos (capital intelectual) para participar das iniciativas mundiais/nacionais. Não há também cultura para participação nos fóruns mundiais.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **alta**, apesar do modelo atual ser considerado **abaixo** do nível mundial. A **indústria e a academia** são consideradas **participantes**, ficando a **liderança** por parte do **Estado**.

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** e de desenvolvimento de **Capital Intelectual** para implementar essa proposta é **alta**, mas a do esforço **Econômico-Financeiro** é **baixíssima**.

d) Desenvolvimento de laboratórios multiusuários com tecnologias de Manufatura Avançada

Essa rede teria a responsabilidade de criar, propor, estabelecer, monitorar e controlar ações de conselho de **laboratórios multiusuários com tecnologias de Manufatura Avançada** para provas de conceitos tecnológicos e *benchmarking* tecnológico, bem como testes e provas de conceito de distintos padrões de interface de sistemas de produção reconfiguráveis e flexíveis.

Para os especialistas, o País já possui uma rede de qualidade mediana (comparada aos demais países), principalmente sobre temas correlacionados ao desenvolvimento de soluções para produtividade e para desenvolvimento de produtos. Quanto **às ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, é consenso que a criação e a articulação de laboratórios abertos e multiusuários pelo MCTI (laboratórios abertos, rede SIBRATEC etc.), SENAI (Institutos de Tecnologia e de Inovação), Porto Digital, Parques Tecnológicos diversos têm contribuído para a evolução dessa temática.

Vale ressaltar que, estrategicamente, existem laboratórios de referência que devem ser criados, principalmente em campos não desenvolvidos no País, tais como projetos para segurança e gestão e tratamento de grandes volumes de dados, análises de requisitos e restrições para aplicação de robótica autônoma, machine to machine, internet das coisas, projetos de máquinas híbridas e aplicação de Inteligência Artificial para a tomada de decisão.

Também foi elencada a necessidade de existência de centros de demonstrações tecnológicas (DEMO Centers).

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é indispensável para a utilização e a articulação de laboratórios.

Sobre os requisitos para ambientes, foram destacados os pontos a seguir.

Laboratórios devem ser desenvolvidos com alcance de significado para a sociedade. Além disso, precisam ter focos tecnológicos preconizados pela demanda estratégica, tendo atuação em redes temáticas.

Algumas linhas de trabalho devem prever articulação para os laboratórios abertos e multiusuários, além dos virtuais. Deve-se ampliar o conceito de laboratório para o uso das cidades e das indústrias como meio de avaliação.

Empresas privadas podem liderar, em laboratórios de instituições, programas para desenvolvimento de cadeias novas, com ações junto a startups de bases tecnológicas.

Devem ser congregadas as ações de laboratórios das empresas com os de instituições.

Como são direcionados para o negócio, o cliente proponente é que define os atores do projeto.

A gestão do fomento e do capital deve ser flexibilizada, de modo a conviver com sustentação financeira e parcerias pública-privadas.

- Os financiamentos para assuntos estratégicos (*greenfield*) devem estrategicamente

ser liderados pelo Estado.

Em relação às **restrições** para ambientes, destacou-se os seguintes pontos.

- Complexidade no gerenciamento da Propriedade Intelectual.
- Complexidade na flexibilização para a disponibilidade e transferência dos recursos públicos e/ou dentro de laboratórios públicos.
- Baixa atividade na gestão das competências, pois existem atualmente sobreposição de funções em distintas instituições, no entanto com pouca profundidade de conexão entre elas.

- Baixa coordenação para a criação/uso de laboratórios na relação com as empresas.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **alta**, apesar do modelo atual ser considerado na **média** em relação ao nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante e líder**, ficando o fomento por parte do **Estado para assuntos estratégicos (as empresas devem compor a agenda de fomento para assuntos de inovação em desenvolvimento de cadeias). Cabe às instituições de ensino o papel de facilitadoras.**

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** para implementar essa proposta é **alta**, a do esforço **Econômico-Financeiro** é **alto** e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **média**.

3.1.4 Iniciativas internacionais na temática

Em uma revisão sobre iniciativas internacionais de **Criação de laboratórios multiusuários com tecnologias de Manufatura Avançada**, alguns exemplos podem ser utilizados como referência de organização estratégica.

Entre as várias iniciativas alemãs atreladas à Indústria 4.0, destaca-se o **Application Center Industrie 4.0**. Criado com recursos do Ministério da Economia e Energia (BMWi) alemão, esse modelo realiza pesquisa e desenvolvimento em Sistemas Ciberfísicos de Produção, servindo como uma plataforma de demonstração de aplicações dessas tecnologias (LANDHERR; SCHNEIDER; BAUERNHANSL, 2016).

A **Cyber-physical Production Framework - CyProF** é uma iniciativa alemã cujo o objetivo é fornecer um modelo de arquitetura, de metodologia e de procedimentos para auxiliar na adaptação de Sistemas Ciberfísicos de Produção, constituídos de sistemas que compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e produção conectados e controlados autônoma e independentemente (KOLBERG et al., 2016).

Para possibilitar que a Manutenção Inteligente acompanhe a evolução da Indústria 4.0, o tema foi incluído no seu plano estratégico pelo governo alemão. Nesse modelo, indústrias e instituições de ensino garantem a obtenção de dados de estados dos equipamentos e a criação de modelo estatístico para avaliação da máquina.

Uma aplicação desse conceito está sendo conduzida pelo Fraunhofer IPA, em conjunto com alguns parceiros da indústria. O projeto busca desenvolver um sistema de manutenção preventiva com parâmetros operacionais e de processamento de dados – uma estratégia de manutenção preditiva. Esta estratégia utiliza dados de condição para determinar a deterioração e a vida útil restante dos componentes, de modo a otimizar os planos de produção ou planos de manutenção (FRAUNHOFER IPA, 2016).

O tema **Desenvolvimento de projetos para segurança e gestão de grandes volumes de dados** é um dos pontos de maior preocupação da comunidade internacional. Para atingir uma segurança cibernética, sistemas ciberfísicos (CPS) devem ter alto grau de confiança. Para tal, deve ser resiliente, isto é, ter a capacidade funcionar satisfatoriamente quando está estressado por entradas inesperadas, falhas de subsistema, condições ambientais ou entradas que estão fora da faixa de operação especificada, garantir a privacidade dos dados, protegendo informações contra acesso não autorizado por outros usuários ou máquinas.

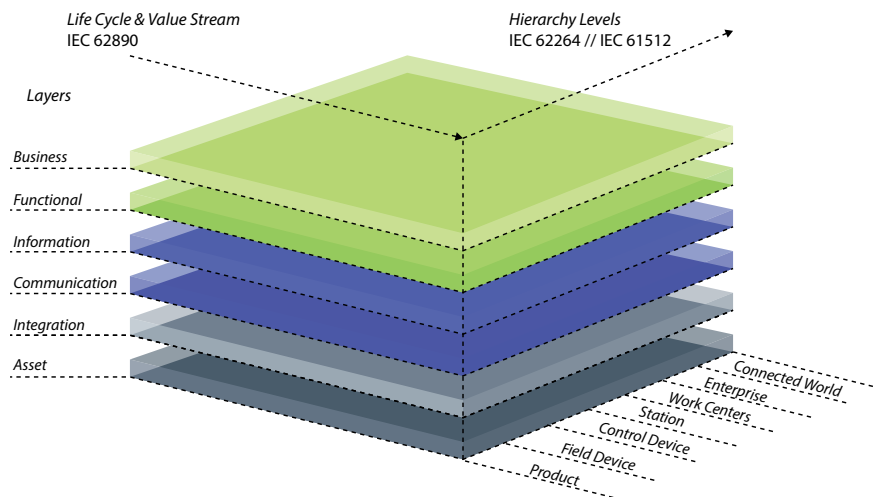
A padronização é uma preocupação dos principais países no desenvolvimento da Manufatura Avançada e muitos buscam a adoção de padrões abertos para arquitetura de referência.

A peça central dos sistemas Ciberfísicos é a interação entre o virtual e os componentes físicos. No mínimo, o cibernético e os subsistemas físicos coexistem no tempo. Mas, mesmo dentro desses subsistemas, processos simultâneos são comuns. Todos os modelos de simultaneidade no mundo físico (coexistindo dinâmica física em um *continuum* do tempo) são muito diferentes dos modelos de simultaneidade em *software* (intercalação arbitrário de sequências de ações atômicas) e divergem significativamente de modelos de simultaneidade em redes (assíncrono, ações discretas ou intervalos do relógio). Conciliar esses modelos divergentes e assegurar a interoperabilidade e comunicação entre componentes, que têm modelos diferentes de concorrência, é um problema central no CPS.

A capacidade de dispositivos e sistemas em trabalhar em conjunto é fundamental para atingir o valor total das aplicações da Internet das coisas. Sem essa interoperabilidade, pelo menos 40 por cento dos potenciais benefícios não podem ser realizados. A adoção de padrões abertos é uma maneira de conseguir a interoperabilidade, que também pode ser alcançada por sistemas ou plataformas que permitem aos diferentes sistemas da Internet das coisas de se comunicarem uns com os outros (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015).

Sistemas Ciberfísicos são inerentemente heterogêneos, uma vez que, no mínimo, eles combinam dinâmica física com processos computacionais. O domínio físico pode combinar, por exemplo, controle de movimento mecânico, processos químicos, processos biológicos e os operadores humanos, enquanto o domínio cibernético pode combinar tecnologias de rede, linguagens de programação, modelos de componentes de *software* e mecanismos de simultaneidade. Dessa forma, *softwares* em aplicações CPSs tendem a ser extensos, o que faz com que o desafio seja fornecer metodologias de *design* e ferramentas que suportam essas metodologias, de modo a facilitar a análise e promover a compreensão de sistemas complexos. Esse impasse pode ser solucionado por meio de sistemas modulares, escaláveis e com técnicas de sintetização.

Figura 10- Dimensões e distintas camadas do programa RAMI 4.0 (*Reference Architecture Model for Industrie 4.0*)



Em relação às experiências internacionais em **análise de padrões de interoperabilidade**, o **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0** (Alemanha) prevê que, para agregar todas as informações e organizar o tráfego de dados, será necessária uma arquitetura de referência para fornecer uma descrição técnica de um único conjunto de normas comuns e sistemas complexos para consolidar tais informações. Por exemplo, para a implantação dos sistemas ciberfísicos (que são intrinsecamente concorrentes), é necessário o aprimoramento das ferramentas de *design* e uma metodologia única, de modo a integrar tecnologias existentes.

Na Alemanha, por exemplo, a iniciativa **RAMI 4.0 - Reference Architecture Model Industrie 4.0**, coordenada pelo programa **INDUSTRIE 4.0**, busca uma arquitetura de referência e ilustra a ligação entre TI, indústria/processo e ciclo de vida do produto, por meio de um espaço tridimensional. Cada dimensão mostra uma parte particular destes mundos divididos em camadas diferentes (figura 10).

A dimensão de TI, composta de várias camadas, tais como negócios, informações e integrações, decompõe projetos complexos em partes gerenciáveis menores. No eixo do ciclo de vida do produto, existe a divisão de dois conceitos: **Tipo** (que engloba a fase inicial de desenvolvimento e manutenção/uso) e **Instância** (que engloba a fase de produção e manutenção/uso). Já no eixo de indústrias/processos, tem-se a organização hierárquica com a localização das funcionalidades e responsabilidades. O modelo vai desde o nível de produto até o de um Mundo Conectado, indo além dos limites da fábrica, até chegar ao usuário. Além disso, o modelo de arquitetura de referência permite a descrição e implementação de conceitos altamente flexíveis. Este projeto aproveita o processo de transição dos sistemas de produção atuais para Indústria 4.0, fornecendo um passo a passo de ambiente de migração (GRANGEL-GONZÁLEZ, et al., 2016).

De olho na interoperabilidade dos sistemas, um trabalho desenvolvido na Universidade de Bonn, na Alemanha, chamado de **Semantic I4.0 Component**, propõe uma representação digital de toda a informação que está disponível sobre um objeto, que pode ser um sistema de *hardware* ou uma plataforma de *software*. O trabalho utiliza uma abordagem para desenvolver uma representação digital baseada em formalismos de representação do conhecimento semântico, como RDF, RDF Schema e OWL, e tem como missão a solução do desafio da interoperabilidade por meio de uma identificação global única, uma padronização de linguagem para a integração de sistemas e uso dos dados disponíveis (*Towards a Semantic Administrative Shell for Industry 4.0 Components*).

Outro ponto chave dos Sistemas Ciberfísicos são os *feedbacks*. Tais sistemas permitem um controle estável por meio de uma rede conectada e distribuída que, a partir de dados de sensores os chamados *feedbacks* –, com o uso dos atuadores, controlam o processo, de maneira inteligente e em tempo real. Outra importância genuína de tais sistemas é a inclusão do fator humano, por meio da geração de relatórios de estados e também possibilitando a interferência das pessoas no processo.

Para possibilitar tal interação entre sistema e seres humanos de maneira amigável, o *Institute for Factory Automation and Production Systems*, da Alemanha, com fomento do Federal *Ministry of Education and Research*, lançaram a iniciativa **Sócio-CPS**. O objetivo da iniciativa é facilitar a interação dos trabalhadores de manutenção e máquinas de produção inteligentes na área de monitoramento de condição, diagnóstico de erros e manutenção preditiva. A arquitetura proposta cumpre os requisitos descritos de CPS e mostra novos mecanismos de interação em colaboração com CPS e operadores humanos (S-CPS, 2016).

Nos Estados Unidos, o **Industrial Internet Consortium (IIC)** também busca uma arquitetura de referência para a IoT por meio da iniciativa **Industrial Internet Reference Architecture (IIRA)**. A principal missão da iniciativa é alinhar a indústria por meio de uma arquitetura de referência (Indústria-Internet das coisas) a componentes constituintes, para que fornecedores possam produzir componentes intercambiáveis com aqueles fornecidos por outros vendedores e clientes possam usar a arquitetura de referência como um modelo, com base sobre a qual construir e/ou selecionar tecnologias e soluções de vendedores para a sua implementação a Internet das coisas (CRAWFORD, 2016).

O MTConnect, desenvolvido pelo MT Connect Institute, nos Estados Unidos, é um padrão aberto de comunicação e livre de royalties, baseado em XML (*Extensible Markup Language*), que oferece uma representação flexível para a troca de dados semiestruturados de todos os tipos de máquina CNC. Para integrar diferentes fabricantes no mesmo formato de saída de dados, são utilizados adaptadores para conversão.

Sobre **desenvolvimento e aplicação de IA/IoT para a tomada de decisão multicritério**, na Alemanha, uma iniciativa liderada pelo Fraunhofer IML, o programa **Internet of Things Architecture (IoT-A)** realiza, de maneira compartilhada, o desenvolvimento de uma arquitetura global para a IoT. A iniciativa busca ampliar os horizontes com relação a quais objetos na Internet das coisas estão em rede e podem ser utilizados, não se limitando apenas a dispositivos eletrônicos, com o transponders RFID e sensores, mas também dispositivos cotidianos de seres humanos e animais (FRAUNHOFER, 2016).

Além disso, nos Estados Unidos, o setor industrial na área de manufatura é responsável por mais de 24% do consumo de energia do país e cerca de 80% do consumo total de energia industrial. Com esse consumo tão significativo, o departamento de energia dos Estados Unidos apoia a geração de tecnologias de energia limpa, que envolve a minimização da energia e os impactos ambientais da produção, utilização e descarte de produtos manufaturados, que vão desde produtos básicos fundamentais, tais como metais, e produtos químicos para produtos sofisticados de uso final, como automóveis e pás para turbinas eólicas. Essas tecnologias visam melhorar a utilização de energia, o aumento de energia renovável e também reduzir emissões de gases que geram efeito estufa (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2016).

Um ponto que pode aumentar a eficiência no uso de recursos é a descoberta de materiais mais adequados para determinada aplicação. Geralmente, o desenvolvimento de materiais convencionais progride através de um ciclo iterativo na produção e testes até que as propriedades desejadas para a utilização específica sejam obtidas. Na sequência, o material deve passar por etapas para garantir o seu desempenho de vida útil, certificação, até a produção em escala. Todo esse ciclo pode levar de 10 a 20 anos. Alguns recursos examinados nesta avaliação, como modelagem computacional avançada de materiais e sistemas, teste experimental de alto rendimento das propriedades dos materiais, ferramentas analíticas de *Big Data* e outras capacidades, têm o potencial de reduzir significativamente o tempo e o custo de desenvolvimento de um novo material.

Para acelerar esse processo de desenvolvimento, o governo norte-americano lançou a *Materials Genome Initiative* – MGI, que é uma iniciativa multiagência projetada para criar uma nova era de política, recursos e infraestrutura de apoio dos EUA para instituições, no esforço para descobrir, fabricar e distribuir materiais avançados duas vezes mais rápido, diminuído em uma fração o custo (MATERIALS GENOME INITIATIVE, 2016).

3.2 Tema: Desenvolvimento de Cadeias Produtivas

As cadeias produtivas são resultado da crescente divisão do trabalho e da maior interdependência entre os agentes econômicos. Em diversos setores, há uma rede que engloba diversas empresas que participam desde as etapas de suprimento de matérias-primas até a produção e comercialização de determinado produto ou serviço, que será entregue a um cliente final.

Para os especialistas nacionais, o não impulso de investimentos em pequenas empresas é devido à ausência de projetos estruturantes, como parcerias público-privadas, que servem para integrar e avaliar riscos e oportunidades no tema, impulsionando consequentemente novos investimentos.

Por outro lado, já é realidade o aumento do nível de automatização e de digitalização da cadeia produtiva, de modo a mitigar problemas de diminuição da flexibilidade na linha de produção, de atraso no fornecimento, de retrabalho, entre outros.

Uma vez que distintos *stakeholders* estão em uma mesma plataforma digital, com padrões de conexão (protocolos globais), identificou-se que a inserção na cadeia produtiva tem potencial de incremento com a crescente digitalização de processos.

De posse das prioridades e com as empresas da cadeia digitalizadas pelo mapeamento de recursos tecnológicos, eventos de produção de sistemas fabris articulados podem ser digitalmente simulados.

Para os especialistas, projetos de editais de inovação, por exemplo, não contemplam consórcios entre *startups* e grandes empresas, ficando geralmente o desenvolvimento de protótipos funcionais a cargo de ICTs, o que deixa o processo moroso.

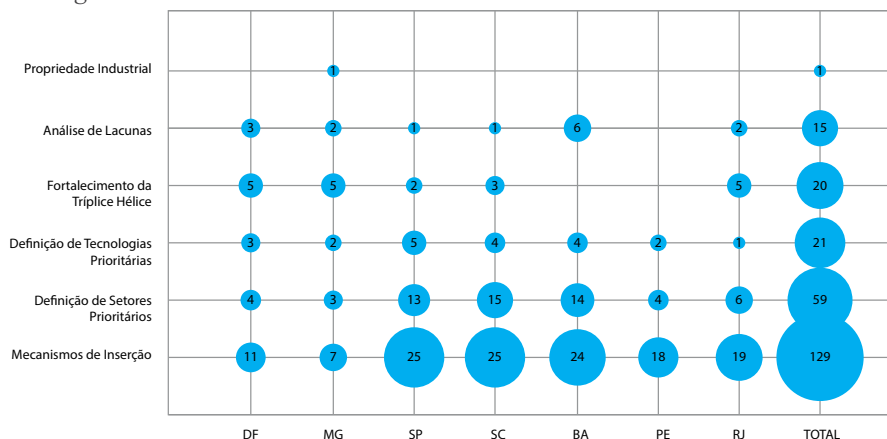
3.2.1 Desafios identificados

Nesse contexto, no tema **Desenvolvimento de Cadeias Produtivas** foram propostos **245** desafios distribuídos em uma ordem de prioridades (figura 11).

- Foram elencados 129 (53%) desafios com temáticas relacionadas ao desenvolvimento de mecanismos de inserção de novas cadeias.
- A falta de informações para a definição de setores prioritários foi elencada 59 vezes (24%).

- A definição de tecnologias prioritárias foi elencada com 21 (9%) desafios.
- Desenvolver oportunidades pelo Fortalecimento da Tríplice Hélice, com 20 (8%) desafios.
- Aumentar o conhecimento da atuação da cadeia produtiva nacional pela análise de Lacunas e investir esforços para desenvolvimento de Propriedade Industrial foi elencado com 16 (7%) desafios.

Figura 11- Desafios na temática **Desenvolvimento de Cadeias Produtivas**



3.2.2 Propostas elaboradas

No tocante às propostas no tema, o subtema desenvolvimento de Mecanismos de Inserção, com 49% das propostas, esteve sempre relacionado à necessidade de promoção de integração do encadeamento produtivo de forma a fomentar o adensamento das cadeias.

Principalmente devido à incremental digitalização dos processos, uma vez que distintos *stakeholders* estão numa mesma plataforma digital, com padrões de conexão (protocolos globais), foi observada como exemplo a possibilidade de um sistema integrado de compras e vendas cooperativas.

É consenso que a integração e a maturação desses sistemas seja vetorizada pelas empresas âncoras da cadeia. Para os especialistas, o não impulso de investimentos em pequenas empresas para Indústria Avançada ocorre devido à ausência de projetos estruturantes, com parcerias público-privadas, que servem para integrar e avaliar riscos e oportunidades no tema, impulsionando consequentemente novos investimentos.

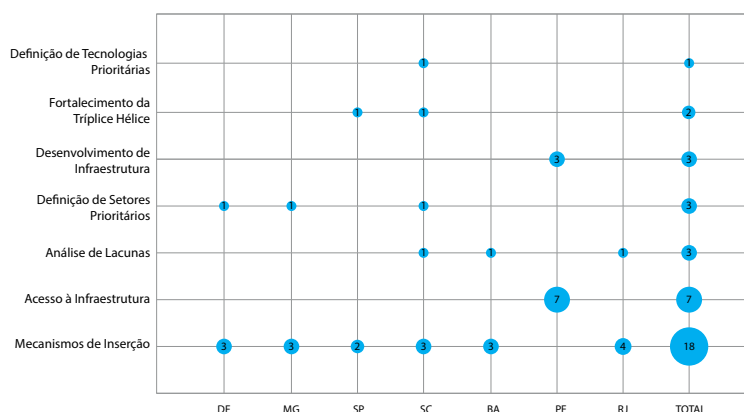
A necessidade de acesso a espaços públicos e/ou privados com infraestrutura obteve 19% das propostas. O compartilhamento de infraestrutura física e digital é elencado como uma oportunidade para o desenvolvimento de produtos de base tecnológica, caracterizando consórcios tecnológicos e empresariais, deixando os sistemas de produto e processos mais maduros, com saúde financeira/contratual.

Foi sugerida a criação de uma rede credenciada de laboratórios (ICTs com reconhecimento em liderança em projetos de produtos inovadores multiconhecimento, *multitech* e *multiempresa*), com objetivo de facilitar a inserção de empresas de base tecnológica na cadeia produtiva, diminuindo o investimento pelas empresas em bens de capital. Nesses ambientes, projetos são encomendados pelo Estado ou pelo Setor Privado, mas são simultaneamente orbitados por fundos de risco que apostam no novo negócio. Todas as empresas da cooperativa são sócias do risco e dos ganhos do lançamento da inovação.

Os demais focos buscaram promover o fortalecimento da cadeia produtiva com iniciativas para aumentar a competitividade (**Análise de Lacunas, Definição de setores prioritários, Desenvolvimento de Infraestrutura e Fortalecimento da Trílice Hélice**), com 32% das propostas (figura 12).

As estratégias para alinhamento de prioridades por mercado devem distinguir **necessidades reais do impulso de marketing**, evitando assim integrações desnecessárias. De posse das prioridades e com as empresas da cadeia digitalizadas, pelo mapeamento de recursos tecnológicos, eventos de produção de sistemas fabris articulados digitalmente podem ser simulados. Desse modo, a ociosidade é monitorada e uma empresa mais forte, composta por vários sistemas, torna-se mais eficiente para atendimento das demandas.

Figura 12- Propostas na temática **Desenvolvimento de Cadeias Produtivas**



3.2.3 Priorização e aprofundamento das propostas

Os temas escolhidos para discussões estão relacionados na sequência.

- **Desenvolvimento de Ambientes:** essa temática teve como foco a criação de um ambiente de laboratórios (ICTs com reconhecimento em liderança em projetos de produtos inovadores multiconhecimento, *multitech* e multiempresa), com objetivo de facilitar a inserção de empresas de base tecnológica na cadeia produtiva, diminuindo o investimento pelas empresas em bens de capital, nos moldes que ocorrem em projetos germânicos.
- **Fomentos novos e Fomentos existentes:** o objeto dessa proposta é a análise de ampliação dos mecanismos de fomento já criados na Lei do Bem e na Lei de Informática, EMBRAPPII, Funtec (BNDES), SIBRATEC e a criação de um programa de exposição continuada, inclusive de C-level (BR), em ambiente global (China, África, Europa).
- **Desenvolvimento de Multiações:** desenvolvimento de multiações de curto prazo, tais como *Matchmaking/fastdatings* temáticos (por cadeia produtiva), estruturação de redes de interação (por cadeia produtiva), eventos *open doors* nas unidades de manufatura (conheça os processos), definição de *roadmap* conceitual (onde queremos chegar), projetos piloto (mobilizar uma cadeia produtiva “vitrine”) e pensar em modelo de referência indicando “interfaces entre elos” e avaliação de maturidade.

Além disso, para contextualizar as discussões a respeito dessa temática, o MDIC e MCTIC apresentaram um cenário onde a rede de institutos EMBRAPPII e demais ICTs reconhecidos por trabalhos de desenvolvimento industrial, (Institutos SENAI, por exemplo) seriam responsáveis pelo levantamento das demandas das grandes empresas que poderiam ser cadastradas em uma plataforma, por exemplo a iTec. Tais demandas relacionadas nessa plataforma seriam atendidas por fornecedores que, por sua vez, teriam auxílio de ICTs para o desenvolvimento tecnológico da solução demandada. O financiamento desse processo seria por um modelo tripartite, onde 1/3 referente ao recurso dos fornecedores seria proveniente do BNDES, FINEP ou da EMBRAPPII. As empresas demandantes escolheriam quais fornecedores seriam selecionados para atender suas respectivas demandas.

A seguir, serão descritas as discussões ocorridas durante o encontro para cada proposição de ideia.

a) Desenvolvimento de ambientes

Em relação às ações que já estão sendo realizadas para essa proposta, foi consenso que a iniciativa Laboratórios Abertos promovida pelo MCTIC é uma prática que se aproxima dos objetivos discutidos. Além disso, foi também referenciado o Centro de Inovação em *Software* da Unicamp.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável**, pois os especialistas não consideram suficiente a infraestrutura disponível para empresas desenvolverem seus produtos sem grandes investimentos próprios em bens de capital.

Sobre os **requisitos** para ambientes, foram elencados os seguintes pontos importantes.

- Criação de satélites (*clusters/ ecossistemas*) para lançamento de desafios/projetos de empresas âncoras, focando na integração de fornecedores. Uma das alternativas seria a criação de consórcios pré-competitivos pela agregação de empresas com o mesmo desafio, podendo ser de diferentes setores.

A alternativa seria criar um ambiente dentro das universidades e/ou ICTs, com incubadoras de empresas e grandes empresas desenvolvendo projetos de PD&I, semelhante ao que é feito no Centro de Inovação em *Software* da Unicamp. Nesse cenário, as empresas incubadas reduzem seus riscos mercadológicos, visto que estão atendendo a demandas existentes. Adicionalmente, deve haver mecanismos de financiamento adequados às realidades das empresas inseridas nesse contexto.

Nesses ambientes, projetos são encomendados pelo Estado ou pelo Setor Privado, mas são simultaneamente orbitados por fundos de risco que apostam no novo negócio. Todas as empresas da cooperativa são sócias dos riscos e dos ganhos do lançamento da eventual inovação.

- Prever, dentro de um *cluster*, a classificação dos tipos/níveis de pesquisa (de base ou aplicada) que devem ser realizadas. Visto que cada tipo de pesquisa atende a cenários diferentes, as tratativas em termos de negócio também são diferentes. Em alguns casos de pesquisa pré-competitiva, pode não ser indicada a participação de concorrentes, por exemplo.
- Deve ser definida uma entidade responsável por liderar essas ações.
- Utilizar as experiências de casos exitosos, como EMBRAPA, na implantação das ações elencadas para essa proposta.
- As políticas de propriedade intelectual devem ser aderentes aos objetivos dessa

proposta.

- Deve haver transbordo do conhecimento e ganho para a cadeia produtiva, como o desenvolvimento das pequenas empresas da cadeia.

Quanto às **restrições** para ambientes, foram destacados os seguintes pontos.

- Não há cultura nacional de trabalho conjunto entre empresas, institutos e academia. Adicionalmente, amarras legais tornam esse processo pouco flexível, inibindo, por exemplo, que empresas entre as quais já há relacionamento/experiências escolham executar seus projetos em parceria.
- O tamanho do território nacional é uma restrição relevante para a implantação dessa proposta.

A intensidade do impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual ser considerado **abaixo** do nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante, ficando a liderança por partedo Estado e das instituições de ensino.**

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** para implementar essa proposta é **alta**, a do esforço **Econômico-Financeiro** é **baixa** e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **altíssima**.

b) Fomentos Novos e Fomentos Existentes

Sobre **as ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, são referenciados a existência de um estudo promovido pelo MCTIC junto à ANPEI (Guia Prático de Apoio à Inovação), que mapeou os mecanismos de fomentos disponíveis no Brasil, o programa atual do BNDES FUNTEC (que já apóia projetos em manufatura avançada), entre outros.

Em uma análise da efetividade dos fundos de fomento nacionais, percebe-se que os Fundos Setoriais da FINEP direcionados para focos específicos obtiveram sucesso. Isso permitiu o desenvolvimento das cadeias envolvidas nos focos estabelecidos pelos fundos. A título de exemplo, o fundo aeronáutico contribuiu para o desenvolvimento da cadeia dessa área.

A EMBRAPPII, representa relevante mecanismo para o desenvolvimento de projetos de inovação transversais por meio de uma rede de unidades credenciadas com competências tecnológicas específicas. Atualmente, possui inclusive uma chamada em aberto para manufatura avançada. Esse mecanismo pode ser utilizado para o desenvolvimento de projetos que atendam a cadeia produtiva de MA.

A Plataforma iTEC (<http://www.plataformaitec.com.br/>) pode ser mecanismo de gestão dos desafios, assim como os Institutos SENAI de Inovação e Tecnologia.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável** para o fortalecimento da cadeia produtiva na área de Indústria Avançada, pois *players* mundiais têm fomentos com direcionamento estratégico para o fortalecimento de cadeias (EUA, Alemanha, China, por exemplo).

Quanto aos **requisitos** para fomentos novos e existentes, apontou-se o seguinte conjunto de fatores.

- Fomento para realização de estudos e ações de difusão, de modo a direcionar os tipos de fomento que serão promovidos, com entendimento sobre o nível de maturidade das empresas nacionais. Nesse sentido, deve ser previsto fomento para impulsionar o mapeamento da indústria avançada nas distintas cadeias produtivas, prevendo esclarecimento de critérios para entrada em cada segmento, identificação de empresas âncoras e como utilizar todo

o potencial das tecnologias de manufatura avança da em prol do desenvolvimento das cadeias produtivas.

- Principalmente para as pequenas e médias empresas, as estratégias devem auxiliar na definição das tecnologias com viabilidade de aplicação em seu segmento, uma vez que elas não possuem tempo e recursos para realizar testes de tecnologias.
- Fomentos para projetos que promovam o acesso às tecnologias de manufatura avançada a empresas de pequeno e médio porte. Os fomentos devem estabelecer metas relacionadas à melhoria de produtividade.
- Fomentos que promovam a realização de consórcios compostos por empresas âncoras e empresas de menor porte. Atualmente os fomentos trabalham projetos isolados, em que cada empresa capta e executa seu projeto sem estabelecimento de consórcios de empresas de diferentes portes. Deve haver mecanismos que permitam o desenvolvimento das pequenas empresas.
- Fomento para projetos de prototipação e de validação de tecnologias de manufatura avançada que permitam a avaliação da aplicabilidade dessas tecnologias.

Em relação às **restrições** para fomentos novos e existentes, os seguintes pontos foram elencados.

- Os fomentos existentes para pequenas e médias empresas focados em cadeias produtivas ainda precisam ser aprimorados.
- Os fornecedores que integram a cadeia produtiva, até mesmo no exterior, não conhecem as demandas das grandes empresas.
- Há incerteza sobre o nível de maturidade das cadeias produtivas para absorção das tecnologias para a indústria avançada. Existe uma grande diversidade presente nas cadeias produtivas.
- O Brasil não possui mentalidade e experiência para o desenvolvimento de projetos com consórcio de grandes empresas que

envolvam empresas de pequeno porte.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **alta**, apesar do modelo atual ser considerado abaixo do nível mundial. As **indústrias, principalmente empresas âncoras**, são consideradas como as **maiores demandantes**, ficando para o **Estado a criação e articulação de fomentos aderentes aos requisitos elencados** e para as **ICTS e Instituições de Ensino a execução** de ações para criação de identidade e conscientização e **auxílio no desenvolvimento de projetos tecnológicos**, incluindo a validação de tecnologias existentes.

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** para implementar essa proposta é **baixa**, a do esforço Econômico-Financeiro é média e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **baixa**.

c) Discussões sobre multiações

Sobre **as ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, são referenciadas as atividades do programa Brasil Mais Produtivo (MDIC) e a Plataforma iTec (MCTIC). Destacou-se também que os países de referência já estabeleceram uma perspectiva de longo prazo para a implantação da Indústria Avançada.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável**, dada a possibilidade de geração de retorno mais rápido.

Sobre os **requisitos** para multiações, foram elencados pontos importantes, relacionados a seguir.

- Estabelecimento de um planejamento estratégico, contemplando os seguintes pontos.
- Visão de onde se pretende chegar com a indústria avançada no Brasil, numa perspectiva de longo prazo (Qual será o Brasil 4.0?), com definição do posicionamento do Brasil frente a outros países de referência.

- Definição das aptidões que serão priorizadas. Relacionar e priorizar as multiações sob uma ótica sistêmica, evitando a realização de ações isoladas e não convergentes para a visão estabelecida.
- Informações de como as empresas podem ter benefícios a partir do uso da indústria avançada, incluindo dados sobre retorno financeiro quanto às tecnologias relacionadas a este tema.
- Definição de ações direcionadas ao ganho de competitividade e produtividade das cadeias vigentes e também ações para captação de oportunidades nos novos serviços oriundos da Indústria Avançada.
- Definição de ações para engajar os atores envolvidos nas cadeias em torno de uma missão, transparecendo que esta não é uma ação de um ministério ou de um grupo restrito de pessoas.
- Identificação do grau de maturidade das diferentes empresas presentes em diferentes setores. Criação de uma classificação que permita o entendimento dos diferentes níveis das empresas que compõem as cadeias produtivas.
- Estabelecimento de ações de sensibilização dos atores envolvidos nas cadeias produtivas com intuito de motivar e engajar a integração das cadeias, promovendo a geração de oportunidades entre diferentes segmentos (transbordamento).
- Realização de ações que permitam aproximar diferentes competências de diferentes setores, incluindo atores que tradicionalmente não estariam envolvidos em determinadas cadeias. A criação de ambientes cooperativos multissetoriais (plataformas) pode ser uma alternativa para incorporação, nas cadeias, de novas e diferentes competências que trabalham em conjunto na solução de problemas complexos com troca de experiências (Ex.: parceria entre a Chrysler e a Google). Adicionalmente, esses ambientes podem contribuir para discussão sobre tendências e

direcionamentos que devem ser dados para as cadeias, buscando novas oportunidades de negócio. Essas iniciativas devem ser suportadas por um sistema de inteligência de mercado.

- Promoção de projetos com ciclos rápidos de execução/aprendizado (experimentos) para verificar com agilidade as possibilidades de ganhos na aplicação da manufatura avançada, objetivando grande difusão entre as cadeias.
- Paralelamente, deve ser conduzido o desenvolvimento de multiações de curto prazo, tais como *Matchmaking/Fastdatings* temáticos (por cadeia produtiva), estruturação de redes de interação (por cadeia produtiva), eventos *open doors* nas unidades de manufatura (do tipo conheça os processos!), definição de *roadmap* conceitual (onde queremos chegar), projetos piloto (de modo a mobilizar uma cadeia produtiva “vitrine”) e pensar em modelo de referência indicando interfaces entre elos e avaliação de maturidade. Na mesma linha, propôs-se a implantação de um sistema integrado de compras e vendas cooperativas.

Quanto às **restrições** para multiações, foram elencados os pontos apresentados a seguir.

- As cadeias produtivas são heterogêneas. Participação de empresas de diferentes portes e interesses divergentes são exemplos dessa heterogeneidade.
- Isolamento entre as cadeias, que trazem dificuldade para aproximar semelhantes competências entre diferentes setores.
- Pulverização das cadeias globais.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual ser considerado **muito abaixo** do nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante**, ficando a liderança por parte do **Estado e das instituições de ensino**.

Os especialistas consideraram que a intensidade do esforço **Político-Social** para implantar essa proposta é alta, a do esforço **Econômico-Financeiro** é baixa e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **média**.

3.2.4 Iniciativas internacionais na temática

Em uma revisão sobre iniciativas internacionais de **Desenvolvimento da Cadeia Produtiva**, alguns exemplos podem ser utilizados como referência de organização estratégica.

Nos EUA, de modo a garantir o estabelecimento de parcerias inovadoras público-privadas entre empresas, academias e governos, foi criada a iniciativa **Advanced Manufacturing Technology Consortia - AMTech**. A iniciativa consiste em um programa de subsídios competitivos destinados a estabelecer novos consórcios ou fortalecer os consórcios existentes liderados pelas indústrias que abordam desafios de alta prioridade dentro da Manufatura Avançada (NIST, 2016).

Já para a principal meta de projetar e implantar uma estrutura integrada de governo para o uso por empresas, a iniciativa **Manufacturing USA** desenvolve projetos de ordem técnica para as áreas de Nanotecnologia (**National Nanotechnology Initiative – NNI**), Novos Materiais (**Materials Genome Initiative – MGI**), Energia (**Clean Energy Manufacturing Initiative – CEMI**), Robótica (**National Robotics Initiative – NRI**), e outras de ordem política/econômica, como o incentivo ao empreendedorismo por meio de *startups* (**Startup America**) e à exportação dos produtos (**National Export Initiative – NEXT**). Cabe ainda à **Manufacturing USA** facilitar a colaboração e troca de informações entre as agências governamentais (AMNPO, 2016).

Por meio dessas parcerias público-privadas, já foram criados nove institutos de inovação no tema e outros seis estão planejados até o final de 2017. Cada instituto tem foco em uma área da Manufatura Avançada, mas todos têm o mesmo objetivo final: garantir o futuro da Manufatura Avançada por meio de inovação, educação e colaboração (AMNPO, 2016).

Na Alemanha, foi criada a iniciativa **Plattform Industrie 4.0**, na qual é organizado o mecanismo de desenvolvimento, com o subsídio econômico e financeiro proveniente do Ministério de Assuntos Econômicos e Energia, do Ministério da Educação e Pesquisa e das diversas empresas e universidades.

Essa plataforma tem ainda o objetivo de identificar todas as tendências e desenvolvimentos relevantes no setor industrial e combiná-los para produzir uma compreensão global. Dessa forma, não atua diretamente na pesquisa de soluções para os desafios encontrados, mas como criador de mecanismos para essa solução, como novos grupos de pesquisa, institutos e no apoio aos mesmos (FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY, 2016).

Uma outra iniciativa alemã para mitigar as dificuldades encontradas na cadeia produtiva automotiva é a **SMART FACE - Smart Micro Factory for Electric Vehicles with Lean Production**. Essa plataforma foi lançada pelo programa público-privado **AUTONOMIK für Industrie 4.0**, que é fomentado pelo Ministério da Economia e Tecnologia da Alemanha. Englobando os principais atores da Manufatura Avançada, como a Internet das Coisas e sistemas Ciberfísicos de controle, a iniciativa é o piloto de um conceito de uma pequena célula de produção de veículos elétricos, descentralizada e que se otimiza localmente e, portanto, não necessita de sequenciamento central (SMART FACE, 2016).

Os principais pontos de inovação desse projeto são o controle descentralizado do fluxo de material e a utilização de células de produção não linearizadas. O controle global do fluxo de material permitirá que o sistema tenha a informação antecipadamente de quando determinada peça/material estará disponível, o que possibilita otimizar a sequência de produção e evitar paradas de produção. Já a utilização de células de produção viabiliza eventual rearranjo da sequência de produção em caso de indisponibilidade de uma célula por qualquer motivo, evitando novamente paradas de produção. Todo o sistema será gerenciado por um sistema Ciberfísico que permite troca contínua de dados, tanto dentro da fábrica quanto com fornecedores externos, dentro dos princípios da IoT. O projeto não busca substituir totalmente o atual modelo determinístico de linhas de produção, mas sim decidir em que ponto é tecnicamente possível e economicamente viável a substituição do modelo determinístico pelo modelo autogerenciável (SMART FACE, 2016).

Por fim, um modelo recorrente sugerido para análise por vários especialistas é o projeto intitulado MetamoFab (<http://metamofab.de/>), que congrega consórcios de empresas e ICTs, com apoio do Governo (<https://www.bmbf.de/>) para exploração e transbordamento da temática Indústria 4.0. Os protocolos de interface CAx continuam sendo considerados os elementos restritivos de processo.

O programa Made in China - MIC 2025 possui um amplo escopo com iniciativas vinculadas ao desenvolvimento de tecnologias e de infraestrutura, ao fortalecimento das cadeias produtivas, bem como à priorização de áreas de atuação. O programa planeja lançar 94 projetos em Manufatura Avançada, que estariam totalmente instalados até 2017 (CONTROL ENGINEERING, 2016). Para fomentar o setor, foi lançado um fundo de investimento de mais de US\$ 3 bilhões, que é uma parceria público/privada entre o governo chinês e outros investidores (CHINADAILY, 2016).

3.3 Tema: Recursos Humanos

Para os especialistas, as mudanças decorrentes da Manufatura Avançada impõem desafios que exigem adaptação proativa por parte das empresas, dos governos, das sociedades e dos indivíduos. Dado o ritmo acelerado das mudanças, a ruptura dos modelos de negócios impactará quase que simultaneamente no emprego e na necessidade de novas habilidades para executá-lo, o que requererá esforço coletivo urgente para fazer os ajustes necessários e atender às novas demandas.

Foi consenso que a necessidade de talentos em algumas categorias de trabalho está evidenciada e virá acompanhada de instabilidade gerada pelo descompasso entre as habilidades exigidas e as ofertadas. Essa lacuna entre procura e oferta imporá às empresas grandes desafios de recrutamento, que se intensificarão ao longo dos próximos cinco anos. Os especialistas congregam as análises do relatório de 2016 do Fórum Econômico Mundial (*Future of Job Survey*), que preconiza dois direcionadores para as mudanças, respectivamente, o demográfico e o socioeconômico e o tecnológico.

Assim, as mudanças no mundo do trabalho exigirão novas competências e habilidades profissionais. Habilidades físicas cederão espaço para as habilidades cognitivas. Competências transversais, como as sociais, sistêmicas e de resolução de problemas complexos, serão um diferencial no cenário do trabalho futuro. Em todos os encontros, os especialistas foram unânimes defendendo esse posicionamento.

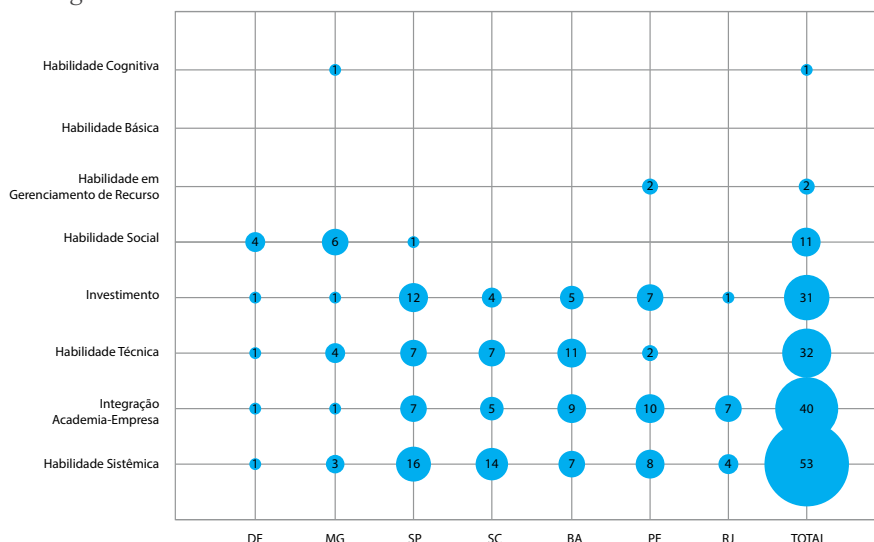
Os especialistas explicitaram a necessidade de um novo modelo acadêmico, focado em alinhar os currículos da educação profissional e de nível superior, de modo que apoiem a formação de estudantes colaborativos e com capacidade sistêmica de executar projetos reais. No entanto, a base desses conteúdos deverá ser temática ainda no ensino fundamental, mostrando que o investimento deve ser sistêmico e não discreto para os cursos de alunos já ingressantes.

3.3.1 Desafios identificados

Nesse contexto, no tema **Desenvolvimentos de Recursos Humanos**, foram elencados **245 desafios**. Em uma ordem de prioridades, os principais pontos colocados pelos especialistas como focos a serem abordados nessa temática estão relacionadas a seguir (figura 13).

- O desenvolvimento da **Habilidade Sistêmica**, com 53 (31%) avaliações, potencializando a diversidade de competências.
- O fortalecimento da **Integração Academia-Empresa**, com 40 (23%) avaliações.
- O aumento do **Investimento** em educação, com especial atenção aos níveis fundamental e médio, com 31 (18%).
- A promoção da formação focada em projetos de soluções interdisciplinares (**Habilidade Social, Habilidade em Gerenciamento de Recurso, Habilidade Básica e Habilidade Cognitiva**), com 16 (9%) avaliações.

Figura 13- Desafios na temática Desenvolvimentos de Recursos Humanos



3.3.2 Propostas elaboradas

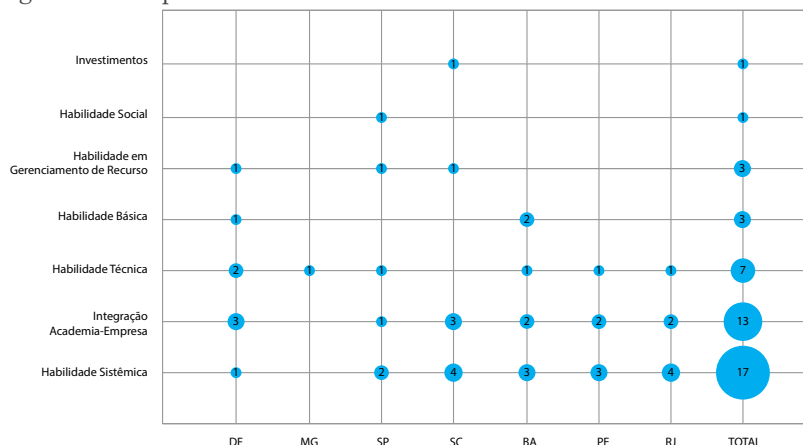
No tocante às propostas no tema **desenvolvimentos de Recursos Humanos**, o subtema Habilidade Sistêmica obteve o maior número de propostas elaboradas, geralmente relacionadas à necessidade de uma formação ampla e calcada na aprendizagem pelo desenvolvimento de projetos de soluções interdisciplinares e integradas, na necessidade de formação de estudantes colaborativos e sistêmicos (38% das propostas).

A maior **Integração Academia-Empresa**, com o objetivo de incrementar a aproximação e fomento de talentos ficou em segundo lugar, com 29% das propostas. A **Habilidade Técnica** na formação de alunos e dos trabalhadores da indústria continuou como um fundamento importante, com 16% das propostas.

Outros focos buscaram promover o desenvolvimento de habilidades complementares (**Habilidade em Gerenciamento de Recurso e Habilidade Social**) e a promoção de melhorias na educação básica (**Habilidade Básica e Investimento**), com 18% das propostas (figura 14).

Percebeu-se um alinhamento entre os projetos propostos com o Fórum Econômico (2016), que desenvolveu estratégias e ações voltadas para o desenvolvimento do profissional do futuro.

Figura 14- Propostas na temática Desenvolvimentos de Recursos Humanos



3.3.3 Priorização e aprofundamento das propostas

Os temas escolhidos para discussões estão relacionados na sequência.

- **Alteração do Formato e Método de Ensino:** essa temática partiu da premissa resultante do consenso de que os alunos de cursos técnicos e de engenharia precisam continuar a ter conhecimentos de ciência e tecnologia, no entanto com preparação para demais habilidades cognitivas e emocionais. O método de ensino deve incentivar a aprendizagem pelo projeto ou pela problematização, desde o nível fundamental de ensino.
- **Requalificação de Profissionais:** além da formação de pessoas para o primeiro emprego, ou início de carreira, foi consenso também dos sete *workshops* que o mesmo raciocínio também deve ser conduzido para o investimento na requalificação dos profissionais atuais, evidenciando uma necessidade urgente de incentivo aos talentos pré-existentes, mas desatualizados para as demandas emergentes.
- **Parcerias Multissetoriais:** foi consenso entre os especialistas dos encontros que conexões devem ser criadas, com atuação complementar entre indústrias, setor público e privado, pilotando e implementando soluções escaláveis para os desafios da oferta de emprego e demanda de novas competências. Nesses ambientes, a integração aluno empresa poderia primar pelas aplicações de trabalhos direcionados e monitorados pelas corporações, com ações complementares de reconhecimento e premiação pelos melhores trabalhos.

A seguir, serão descritas as discussões ocorridas durante o encontro para cada proposição de ideia.

a) Discussões sobre a alteração do formato e método de ensino

Nesse grupo, foi consenso que as temáticas **Reformação de professores e criação de programas RHAE Indústria Avançada** estariam inseridas no escopo da discussão.

Em relação às ações que já estão sendo realizadas para essa proposta, o grupo de especialistas considerou poucas as ações efetivas existentes. Foi consenso que as soluções pedagógicas baseadas nos sistemas construtivistas são as mais próximas de aplicação para as demandas futuras da indústria. Destacaram-se as iniciativas do curso de Engenharia de Materiais-UFSC (trimestral e com forte interação academia-indústria), o doutorado industrial-UFABC, o curso de engenharia-IBMEC (em cooperação com a Olin College dos EUA), especialização em MA da PUC-PR e iniciativas do Porto Digital em Gameficação.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável** pelo fato do cenário da Indústria Avançada alterar a lógica de complexidade de trabalho e de lógica de consumo. Além disso, para o grupo, é consenso a falência do atual sistema de ensino nacional, independente da temporalidade.

Quanto aos **requisitos** para se alterar tanto o formato quanto o método de ensino, os seguintes pontos foram elencados.

- A matriz de modificação de método e formato para requisitos técnicos deve iniciar desde o ensino fundamental, passando pelo nível médio com a grade de lógica de programação, matemática e ciências problematizadas para realidades, com constantes avaliações de conceitos de educação tradicional *versus* a baseada em projetos e problemas. Também foi comentada a necessidade de formação direcionada para mulheres, com o objetivo de formação de conjunto complementar de habilidades. É consenso também que

a formação orientada para a indústria avançada deve ser adequada para todas as idades e graus de conhecimento.

- O modelo deve apresentar alinhamento curricular a demais habilidades, incentivadas pelas disciplinas de artes, teologia e afins, uma vez que a lógica e o comportamento de consumo serão modificados. Educação para o significado.

- A matriz curricular orientada à carreira deve ser norteadada pela demanda regional e diferenciada pela relação academia-indústria. Os ambientes de ensino devem ser customizados e diferenciados.

- O modelo pedagógico para base de início de ações deve ser o construtivista, modelo de aprendizagem em que o indivíduo tende a ser comandante do seu aprendizado, com lógica modular de matriz de ensino (adolescentes de 14 anos circulam atividades de jovens de 18). Orientação do método por projeto e não por disciplina.

- A reformação de professores (professor 4.0) é considerada prioritária. Deve haver um sistema de reconhecimento do professor, com sabáticos dialogando com a digitalização e o empreendedorismo. Alunos também podem ser mentores na turma. Deve-se criar atmosfera de atração para talentos se transformarem em professores, com uma grade curricular específica para as demandas da indústria avançada já supracitadas. Além disso, deve-se promover o intercâmbio com professores sêniores. O novo professor deve vivenciar experiências internacionais (ser multicultural), conhecer tecnologias educacionais presenciais e não presenciais e ser reconhecido como elo essencial da cadeia do conhecimento.

- É fundamental a inserção internacional dos talentos, tanto professores e coordenadores de curso quanto alunos.

Sobre as **restrições** para se alterar tanto o formato quanto o método de ensino, os seguintes pontos foram elencados.

- Não se sabe quais são os tópicos de aprendizagem com impacto de massa para novas carreiras.

- Atualmente, o jovem não se reconhece em uma escola tradicional (rígida e quadrada), caracterizando a elevada evasão nos distintos níveis de ensino, com consequente limitação de conhecimento.

- Não há mudança no processo de reciclagem extraclasse e intraclasse por parte dos professores.

- O ensino voluntariado possui muitas restrições jurídicas.

- Os sistemas de RH possuem em sua matriz processos de contratação baseados em titulação. É consenso que o autoaprendizado tem se tornado evidente no mundo digital.

- O padrão cultural da sociedade será um natural vetor restritivo para aplicação de sistemas alternativos de aprendizagem.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a MA no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual de ensino ser considerado **muito abaixo** do nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante**, sendo o **estado promotor** e a **execução** é atribuição das **instituições de ensino**.

Foi considerado pelos especialistas que a intensidade do esforço **Político-Social** para implementar essa proposta é **alta**, a do esforço **Econômico-Financeiro** é **média** e a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **altíssima**.

b) Discussões sobre a requalificação de profissionais

Quanto às **ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, é consenso que países nórdicos são as melhores referências de requalificação de talentos.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável**, devido ao problema social que está preconizado pelos recentes estudos do Fórum Econômico Mundial.

Sobre os **requisitos** para se requalificar profissionais para a Indústria Avançada, os seguintes pontos foram elencados.

Os profissionais da indústria Avançada devem ter diminuído o tempo de requalificação, sendo a proposição inicial a cada quatro anos. As práticas propostas devem considerar as aptidões técnicas e emocionais. Deve ser um processo continuado e cíclico diretamente no plano de carreira. Tanto disciplinas tecnológicas, mas também disciplinas de empreendedorismo, devem ser ministradas na requalificação.

Para os especialistas, haverá um novo modelo de ofertas de emprego com novos arranjos alinhados com o setor de serviços. Por isso, as empresas devem ser sensibilizadas para o processo de reformação, conforme estudos de inteligência de novas demandas (O Estado pode ser um indutor desses estudos com um observatório de inteligência em requalificação).

Deve haver um banco de dados que permita a inserção do demitido/requalificado na estratégia de *startups*.

Os **empresários devem também ser formados** nas habilidades preconizadas (aprendizagem por significado).

Em relação às **restrições** para se requalificar profissionais para a Indústria Avançada, os seguintes pontos foram elencados.

Não se tem uma imagem da necessidade real por setor e por tecnologia.

Os colaboradores têm pouca flexibilidade de horários e o modelo mental da geração não é compatível com as possibilidades.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a MA no Brasil é considerada **alta**, apesar do modelo atual de ensino ser considerado **abaixo** do nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante**, sendo o **estado promotor** e a **execução** é atribuição das **instituições de ensino**.

Foi considerado pelos especialistas que são **altas**, tanto a intensidade do esforço **Político-Social** para implantar essa proposta, o esforço **Econômico-Financeiro**, quanto a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual**.

c) Discussões sobre parcerias multissetoriais

Sobre **as ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, é consenso que os modelos de laboratórios abertos (SIBRATEC *Shop* - iniciativa do MCTI, TechFab-Recife, FABLabs etc.) são boas referências de qualificação de talentos.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **necessária**, devido ao problema social que está preconizado pelos recentes estudos do Fórum Econômico Mundial.

Quanto aos **requisitos** para se desenvolver **parcerias multissetoriais**, os seguintes pontos foram elencados.

- Os *habitats* de laboratórios devem incentivar o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas, incentivadas pelas parcerias.
- Parcerias devem caracterizar o mundodigital para inserção dos jovens na manufatura (principalmente aqueles menores de 18 anos, que apresentam restrições legais). Os alunos devem participar de projetos nos ambientes de produção.
- O empreendedorismo pode ser incentivado pelas distintas formas de financiamentos estruturados e integrados (tanto não reembolsável quanto de risco). Deve haver análise de retorno de

investimento para cada real investido em empreendedorismo.

- Os especialistas propuseram que Capes, CNPq, FAPs, com apoio de empresas, devem ser parceiros nesse processo, com a criação dos Doutorados Industriais e demais programas para inserção de pesquisadores nas empresas de pequeno a grande porte (programas RHAIE Indústria Avançada)
- Os projetos estratégicos devem ser criados e monitorados por comitês temáticos, tanto para avaliações de tecnologias, quanto para avaliação de relações empregado/empregador e de características restritivas.
- Outro programa deve ser coordenado para os atuais departamentos de RH das empresas. Foram propostos projetos de reinvenção da área de recursos humanos como área estratégica – apoio da liderança, suporte de ferramentas analíticas para detectar tendências de talentos e lacunas de competências no negócio. Atualmente, as empresas estão presas a planos de cargos e salários dependentes de qualificações acadêmicas comprovadas, pois as competências múltiplas são ignoradas. Um empreendedor, muitas vezes, não encontra espaço em grandes corporações para isso.

Em relação às **restrições** para se desenvolver **parcerias multissetoriais**, os seguintes pontos foram elencados.

- A restrição da lei trabalhista invariavelmente prejudica as parcerias.
- O modelo mental de competição dos empresários.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a MA no Brasil é considerada **alta**, apesar do modelo atual de ensino ser considerado **abaixo** do nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante**, sendo o **estado promotor** e a **execução** é atribuição das **instituições de ensino**.

Foi considerado pelos especialistas que tanto a intensidade do esforço **Político-Social** para implantar essa proposta quanto a do esforço **Econômico-Financeiro** são **altas**. Já a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é altíssima.

3.3.4 Iniciativas internacionais na temática

A Alemanha traz o tema de recursos humanos como um dos pilares no desenvolvimento da Manufatura Avançada desde o princípio. Algumas recomendações do grupo de trabalho *Industrie 4.0* em 2012 deixaram claras as necessidades de ações para o alcance das políticas de trabalho e de formação para os trabalhadores. Além disso, promoveram abordagens inovadoras para a organização do trabalho participativo e aprendizagem contínua, independentemente da idade, gênero ou qualificações e garantiram fornecimento de orientações e guias práticos para o desenvolvimento e execução da abordagem sociotécnica, juntamente com os projetos de referência relevantes (ACATECH, 2013).

Para colocar em prática tais recomendações, o governo alemão, em parceria com empresas de diversos setores e universidades, lançou a iniciativa denominada **The Academy Cube**, com a missão de abordar a necessidade de novos formatos de formação e de conteúdo resultantes da Indústria 4.0. A iniciativa é uma plataforma que combina ensino a distância com recrutamento e já se tornou uma das plataformas mais bem-sucedidas de recrutamento, procura de emprego e treinamento específico no mundo. Seu sistema de correspondência propõe cursos baseados na autoavaliação de um candidato a emprego para ensinar as qualificações específicas exigidas por um perfil de trabalho, oferecendo assim curso com conteúdo prático comprovadamente relevante para as empresas (ACADEMY CUBE, 2016).

Em seu plano estratégico divulgado em 2012 – **A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing** –, os Estados Unidos colocaram a gestão de recursos humanos como um dos tópicos centrais. As principais recomendações apresentadas foram o aprimoramento das competências da força de trabalho por meio de uma melhor formação para os profissionais atuais do setor industrial e a adequação da formação para os profissionais do futuro (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2016).

Nos Estados Unidos, a maioria das iniciativas relacionadas à Manufatura Avançada traz a capacitação da mão de obra dentro de seus programas. Por se tratarem de parcerias público-privadas, o resultado das iniciativas é aplicado diretamente em treinamentos oferecidos pelas próprias empresas para seus funcionários, a fim de capacitar os mesmos para os desafios futuros. Além disso, o fato de ter como parceiras nas iniciativas as universidades garante a participação de estudantes diretamente nos projetos, além de mostrar ao setor acadêmico as novas necessidades da indústria, o que molda os profissionais do futuro.

Outra iniciativa norte-americana é a chamada **North American Advanced Manufacturing Research & Education Initiative – NAAMREI**, resultado de parceria público-privada e reúne diversas instituições de ensino no desenvolvimento e recrutamento de talentos necessários ao crescimento da infraestrutura de Manufatura Avançada (NAAMREI, 2015).

Outro canal de desenvolvimento de competências desejadas para a formação e convívio de profissionais são os **FabLabs**. Nos Estados Unidos, foi criada a *National Fab Lab Network* (NFLN), uma parceria público-privada cuja finalidade é facilitar a criação de uma rede nacional de laboratórios (FabLab) e servir como um recurso para ajudar as partes interessadas com o seu funcionamento eficaz.

A partir desse movimento, diversas instituições de ensino lançaram seus Fab Labs, como o **Center for Bits and Atoms – CBA, do Massachusetts Institute of Technology – MIT**, que se tornou modelo nos Estados Unidos e deu origem ao chamado **maker movement**, onde indivíduos podem projetar e, muitas vezes, fabricar os seus próprios protótipos, invenções, ferramentas ou outros produtos usando uma variedade de métodos, além de incluir ferramentas tradicionais e tecnologias mais avançadas, como impressoras 3-D. **Makers** são cada vez mais os empresários, levando ao desenvolvimento de robôs industriais, impressoras 3-D e outros dispositivos inteligentes que integram *hardware, software, sensores* e conexão à Internet (IFTI, 2013).

Outro fruto importante do CBA foi a *Fab Foundation*, uma fundação sem fins lucrativos, que tem por missão facilitar e apoiar o crescimento de outros *Fab Labs*, proporcionando acesso à ferramentas, conhecimento e meios financeiros para educar, inovar e inventar usando a tecnologia e manufatura digital para permitir que qualquer pessoa possa fazer (quase) qualquer coisa, criando oportunidades para melhorar vidas e meios de subsistência em todo o mundo (FAB FOUNDATION, 2016).

3.4 Tema: Regulação

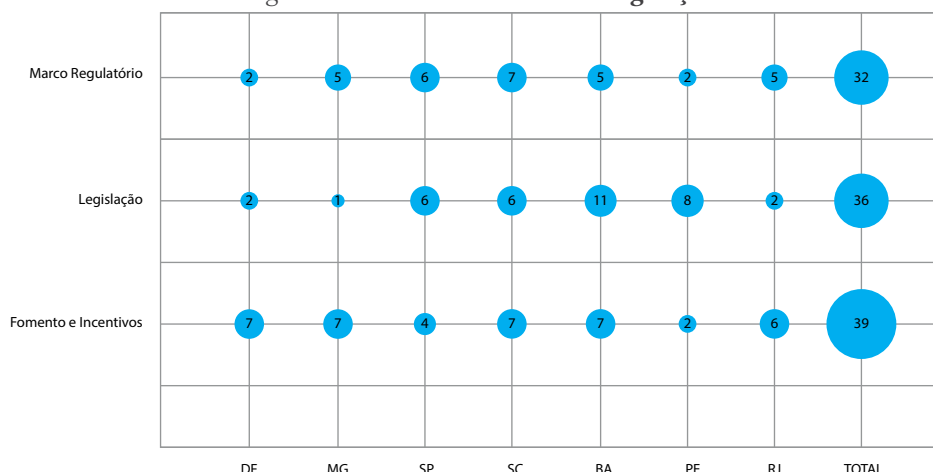
Na temática **Regulação** na Indústria Avançada no Brasil, para os especialistas, é fato que o movimento mundial da economia digital vem associado a iniciativas de desregulação, de forma que promova a aceleração do ritmo de adoção e uso de novas tecnologias, viabilizando assim o surgimento de novos modelos de negócios.

3.4.1 Desafios identificados

Nesse contexto, na temática **Regulação** foram propostos **107 desafios** e os principais pontos colocados pelos especialistas a serem abordados nessa temática estão relacionados a seguir (figura 15).

- As necessidades de melhoria nos critérios de acesso ao fomento e Incentivos foram 39 (36%) vezes elencadas como desafios.
- A modernização da legislação nacional, considerada defasada em alguns aspectos, foram 36 (34%) vezes elencadas.
- A definição de novo Marco Regulatório, com 32 (30%) discussões, na qual se destacou a incompatibilidade de Normas Regulamentadoras nacionais frente ao surgimento de alternativas tecnológicas para o aumento de competitividade, tais como a utilização de robótica autônoma.

Figura 15- Desafios na temática **Regulação**

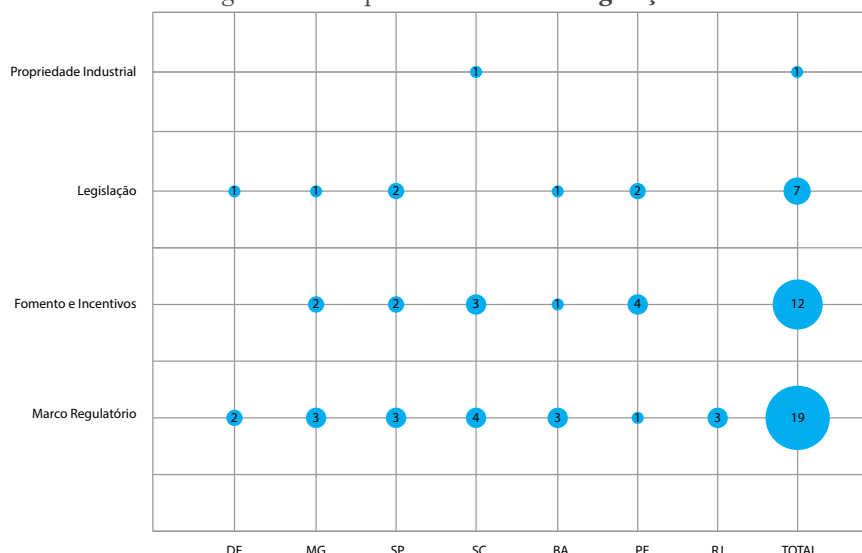


3.4.2 Propostas elaboradas

Na temática **Regulação**, o subtema **Marco Regulatório**, com 49% das propostas, obteve o maior número de proposições, em que se destacou a necessidade de ajustes na NR12 e de avanços no uso da robótica colaborativa. O aumento e maior acesso a **Fomentos e Incentivos**, com 31% das propostas, visando dar conhecimento e criar novos mecanismos

de acesso a recursos para desenvolver a manufatura avançada nacional, foi o segundo maior conjunto de propostas, seguido de mudanças na **Legislação**, em que os especialistas identificaram necessidades de alterações nas leis trabalhistas brasileiras, com 18% das propostas. O aprofundamento da análise de conceito de **Propriedade Industrial** obteve 3% das propostas (figura 16).

Figura 16- Propostas na temática **Regulação**



3.4.3 Priorização e aprofundamento das propostas

Os temas escolhidos para discussões estão relacionados a seguir.

- **Novas Relações Empregador/Empregado:** essa temática partiu da premissa que haverá alterações das condições de ambientes laborais e consequente necessidade de análise dos requisitos e restrições para a relação empregado/empregador, com ideação para consequente flexibilização da CLT e dos processos de terceirização.
- **Carga Tributária:** considerando que os termos manufatura avançada, indústria avançada, internet industrial das coisas e indústria 4.0 remetem sempre à ideia de empresa global de produção e serviços, foi ponto de consenso que, se essa iniciativa for uma política industrial para competitividade, há que se rever a carga tributária em tecnologia (equipamentos de automação e robótica, máquinas, aplicativos de *software* etc.).
- **Internacionalização:** foi evidenciado pelo grupo o desejo de discussão sobre o processo de internacionalização das empresas brasileiras, com as respectivas dificuldades das empresas nacionais na aquisição de

empresas estrangeiras que dominam as tecnologias de MA.

A seguir, serão descritas as discussões ocorridas durante o encontro para cada proposição de ideia.

a) Discussões sobre novas relações empregador/empregado

Quanto às **ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, é consenso a iniciativa norte-americana de discussão sobre o mercado de trabalho, que convoca vários especialistas para a discussão desse tema. O Observatório da Inovação (USP) e o IPEA têm discutido essa temática.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável** para aumentar a produtividade e a competitividade. Foi discutido que a readequação/atualização da relação empregado/empregador é uma premissa que será apoiada por outras iniciativas, como a formação de RH e a adoção de novas tecnologias disponíveis nos ambientes industriais.

Sobre os **requisitos** para novas relações empregador/empregado, os seguintes pontos foram elencados.

- Os colaboradores devem ser multifuncionais e participarem como (intra) empreendedores nos negócios. Para isso,

é necessária a requalificação permanente, principalmente pela limitação do bônus demográfico. Além disso, a formação do profissional do futuro deve caracterizar essa nova relação trabalhista.

- A modernização da legislação trabalhista é um ponto chave para o desenvolvimento da Indústria Avançada no País. É necessária a flexibilização do horário de trabalho alinhado aos modelos de negócio e a terceirização é um mecanismo para possibilitar a inserção de especialistas empreendedores. Ambientes de “feriado normativo” podem ser uma forma de analisar os impactos gerados.
- A própria infraestrutura digital existente pode promover a redução dos impactos no emprego, como uma educação remota alinhada às novas tecnologias. Deve-se, assim, promover a criação e a promoção de ambientes inovadores internos nas indústrias para testes de possibilidades.

Em relação às **restrições sobre** novas relações empregador/empregado para a Indústria Avançada, os seguintes pontos foram elencados.

- A existência de uma relação do empregado/empregador calcada em relações defasadas (desvio de função).
- A velocidade do processo de desindustrialização está acelerada em diversos países (China, Índia, Brasil).
- O custo de produção brasileira é muito alto.

A intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual ser considerado **muito abaixo** do nível mundial. A **indústria** é considerada como a **maior demandante**, sendo o **estado promotor** e a **execução** é atribuição das **instituições de ensino**.

Foi considerado pelos especialistas que, tanto a intensidade do esforço **Político-Social** para implantar essa proposta, quanto o esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** são **altíssimos**. O esforço **Econômico-Financeiro** é **médio**.

b) Discussões sobre a carga tributária

Sobre **as ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, é referenciada a existência da Lei do Bem, mas de acesso ainda restrito, pois somente aproximadamente cerca de 1000 empresas acessam o mecanismo.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável** para priorizar e atuar nos mecanismos existentes.

Quanto aos **requisitos** para carga tributária, os seguintes pontos foram elencados.

- Reestudo e ampliação dos mecanismos existentes, como a Lei do Bem.
- Após o desenvolvimento de estudos para quantificação de impactos da desoneração, deve-se propor a redução de cargas tributárias em produtos e setores estratégicos e/ou simplificar tarifação externa comum para insumos que contribuem para o desenvolvimento da Indústria Avançada (sensores, microeletrônica, impressoras 3D etc.). É necessário decompor na cadeia de valor, criando mecanismos para identificação dos itens tecnológicos a serem considerados.

Sobre as **restrições** para carga tributária, o seguinte ponto foi relacionado.

- As atuais regras de acesso aos mecanismos de fomento e de aplicação das cargas tributárias. Um exemplo ocorre na Lei do Bem, uma vez que em momentos de crise, com a não geração de lucros, perde-se o acesso a esse mecanismo justamente em um momento em que a inovação é muito necessária.

Não foram consideradas pelos especialistas, tanto a intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil, quanto a proximidade dessa proposta com as referências. A **indústria e as ICTs** são consideradas como as **impactadas**, sendo o **estado promotor de mudanças**.

Os especialistas não conseguiram definir a intensidade dos esforços **Político-Social, Econômico-Financeiro e de Capital Intelectual** para implementar essa proposta.

c) Discussões sobre a internacionalização

Em relação às **ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, foi referenciado que a China já adquiriu 23 empresas alemãs consideradas como agentes da Indústria Avançada, sendo citada a aquisição da empresa de robôs KUKA como exemplo. Também foi citado o exemplo da iniciativa do modelo de capacitação do Programa PAGQ (MCTI) de capacitação em massa de lideranças.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável** para acelerar o processo de entrada do País no circuito de desenvolvedor de Indústria Avançada.

Sobre os **requisitos** para internacionalização, os seguintes pontos foram elencados.

- Tanto BNDES quanto FINEP devem promover mecanismos propulsores, usando os recursos disponíveis, além de criar iniciativas com possibilidade de aquisição de pequenas

e médias empresas estrangeiras de tecnologia avançada por empresas brasileiras, de modo a pular etapas para adoção de competitividade em Indústria Avançada.

- Há a necessidade de formação **on the job** de empresários para dominar a temática de internacionalização.
- Criar mecanismos para aquisição de capital humano (especialistas estrangeiros) para desenvolver a Indústria Avançada no Brasil.

Quanto às **restrições** para internacionalização, os seguintes pontos foram elencados.

Não há pensamento nacional sobre internacionalização.

O atual ambiente regulatório existente para a internacionalização das empresas.

Não foram consideradas pelos especialistas tanto a intensidade do Impacto dessa proposta para a Indústria Avançada no Brasil quanto a proximidade dessa proposta com as referências. A **indústria e as ICTs** são consideradas como as **impactadas**, sendo o **estado promotor de mudanças**.

Os especialistas não conseguiram definir a intensidade dos esforços **Político-Social, Econômico-Financeiro e de Capital Intelectual** para implantar essa proposta.

3.4.4 Iniciativas internacionais na temática

Para lidar com toda essa questão e fazer uma transição regulatória suave que acompanhe o progresso da Manufatura Avançada, Estados Unidos, Alemanha e China fazem de suas agências e ministérios parte integrante do processo, mantendo assim o governo sempre presente nas questões relevantes e passíveis de alteração da legislação vigente.

Nos Estados Unidos, o governo coloca o tema regulatório como prioridade desde o início dos estudos relacionados à Manufatura Avançada no país, englobando o assunto no plano estratégico lançado em 2012. De acordo com relatório divulgado pela *Subcommittee for Advanced Manufacturing* do *National Science and Technology Council* em abril de 2016, a colaboração entre as agências envolvidas nas várias iniciativas do país sobre o tema tem focado em preocupações comuns, tais como a percepção do público, risco ambiental e revisão dos processos regulatórios associados com os recentes avanços na ciência (AMRI, 2016).

Outros tipos de questões regulatórias já fazem parte dos desafios da Manufatura Avançada e já estão sendo incorporados aos novos modelos de negócio, como o controle da emissão de CO₂. O assunto é tema frequente de reuniões da Organização das Nações Unidas – ONU e a diversos países que assinaram o Protocolo de Kyoto em que se comprometem a reduzir o nível de emissão do poluente.

Nesse cenário, os Estados Unidos, por meio do **Clean Energy Manufacturing Initiative**, fomentado pelo U.S. Department of Energy's (DOE), em parceria com o *Joint Institute for Strategic Energy Analysis*, estabeleceram o **Clean Energy Manufacturing Analysis Center** (CEMAC), que tem como missão fornecer uma análise objetiva e atualizada de dados sobre produção de energia limpa global. Com isso, os formuladores de políticas e líderes do setor procuram percepções da CEMAC para informar as opções para promover o crescimento econômico e a transição para uma economia de energia limpa (CEMAC, 2016).

Seguindo a mesma vertente, a China, maior emissor de gases do planeta, com 30% da emissão de gás carbônico, lançou uma iniciativa chamada **Green Manufacturing Projects**, que visa à realização de projetos em eficiência energética, proteção ambiental, eficiência na utilização de recursos e tecnologias de baixo carbono. O produto da iniciativa será a construção de 1.000 fábricas verdes e 100 zonas verdes até 2020, com o objetivo de reduzir a intensidade de emissões de poluentes primários em 20 por cento (USCBC, 2016).

Na Alemanha, a iniciativa **Plattform Industrie 4.0** conta um grupo para tratar a questão regulatória, o **Legal Framework Working Group**. O grupo tem o objetivo de avaliar as oportunidades e os riscos apresentados pela Indústria 4.0 em termos legais, atuando como um facilitador para apoiar o desenvolvimento e implementação de novos padrões e modelos de negócios. Outro ponto importante da atuação do grupo é no auxílio para adaptação de legislações necessárias para o desenvolvimento da manufatura avançada, junto aos órgãos competentes (FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY, 2016).

A ideia principal defendida pelo grupo é que as análises regulatórias necessárias para utilização de determinada tecnologia na nova Revolução Industrial devem ser realizadas enquanto essas novas tecnologias estão em fase de pesquisa e desenvolvimento, e não somente após um produto ter sido lançado. Outro ponto chave da questão regulatória é a proteção dos dados, segurança das informações e responsabilidades na nova era da indústria (FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY, 2016).

Essas preocupações também fazem parte das recomendações fundamentais para uma bem sucedida transição para o digital na Indústria da União Europeia, de acordo com o relatório **Industry 4.0 - Mastering the Transition**. A política de dados, a identificação de responsabilidades e a Segurança Cibernética são as três primeiras recomendações do bloco para a nova Revolução Industrial.

Outro aspecto que causará bastante discussão na cadeia produtiva será a Propriedade Intelectual. Com a IoT conectando diversos sensores, dispositivos, equipamentos, processos de empresas diferentes, um entendimento de quem será o usuário dos dados levantados será assunto também crucial na nova Revolução Industrial. Quem tem o direito aos dados de um sensor fabricado por uma empresa e parte de uma solução implantada por outra em um cenário de propriedade de um terceiro terá de ser clarificada. A solução de tais problemas não poderá ser obtida somente pelas empresas envolvidas, mas deverá ter papel ativo dos governos, através de alterações necessárias nas regulações (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2015).

3.5 Tema: Infraestrutura

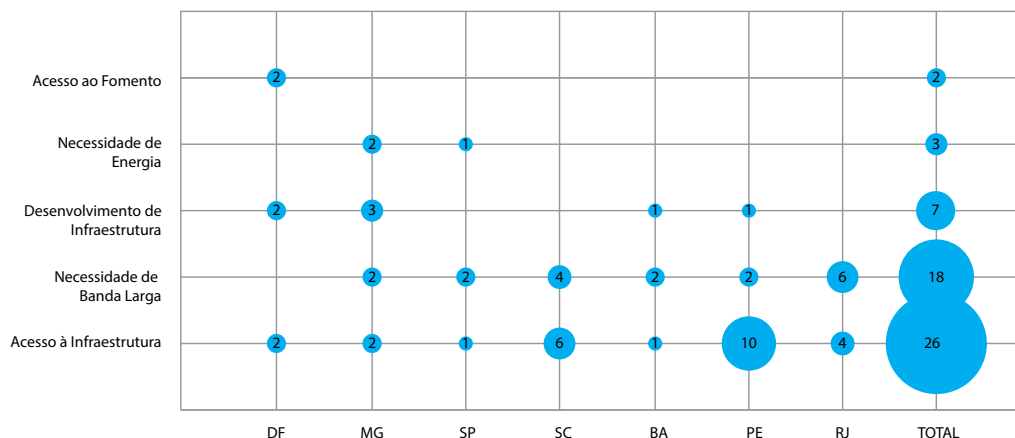
Os especialistas percebem que há necessidade de acesso à infraestrutura tecnológica existente em instituições de pesquisa e desenvolvimento, com destaque à ideia do uso de laboratórios abertos e, por consequência, a tecnologias que possam proporcionar aumento de produtividade. A disponibilidade de infraestrutura logística, energia e banda larga também foram colocadas como desafios essenciais para o desenvolvimento da manufatura avançada no país.

3.5.1 Desafios identificados

No contexto da temática **Infraestrutura**, foram propostos **56 desafios** e os principais pontos colocados pelos especialistas como focos a serem abordados nessa temática estão relacionados a seguir (figura 17).

- Ampliar o **Acesso à infraestrutura** (pública e privada) obteve 26 (46%) discussões sobre desafios, de modo a potencializar o uso de estruturas existentes.
- A **Necessidade de Banda Larga** que promoverá a hiperconectividade essencial para o desenvolvimento da Manufatura Avançada foi tema de 18 (32%) discussões sobre desafios.
- Promover ações complementares para fortalecimento da infraestrutura básica (**Desenvolvimento de Infraestrutura, Necessidade de Energia e Acesso ao Fomento**) obteve 12 (21%) discussões sobre desafios.

Figura 17- Desafios na temática **Infraestrutura**

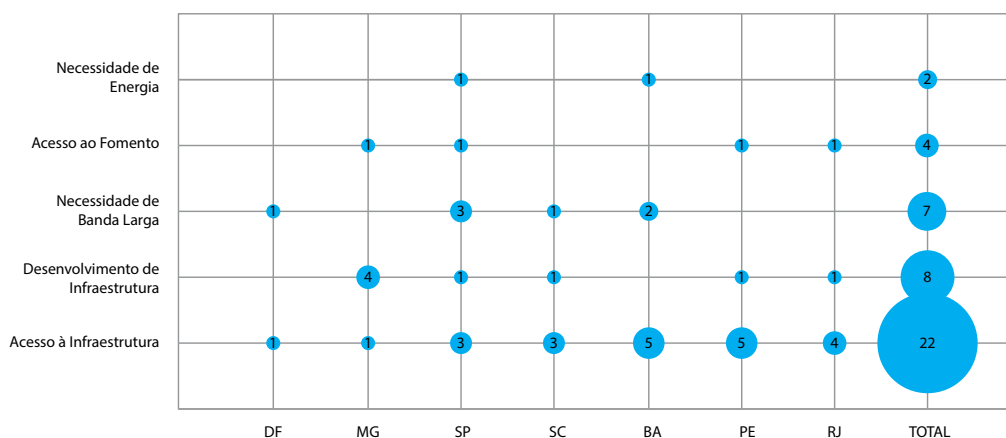


3.5.2 Propostas elaboradas

Considerando esses desafios, o maior número de propostas de ações foi no subtema **Acesso à Infraestrutura**, com 51% das propostas. Nesse subtema, o destaque foi a construção de iniciativas para aumentar o compartilhamento de infraestrutura. Para os especialistas, faltam espaços comuns, tais como espaços físicos para vitrine de tecnologias 4.0, usados para fins didáticos, com *hub* para *link* entre fornecedores/demandantes. Esses espaços servirão para as empresas desenvolverem novas soluções e realizarem troca de informações mais profundas.

O **Desenvolvimento de Infraestrutura**, com 19% das propostas, ficou em segundo lugar, seguido da **Necessidade de Banda Larga**, que é a base para possibilitar o desenvolvimento da manufatura avançada no país, com 18% das propostas. O **Acesso ao Fomento e Necessidade de Energia**, com 14% das propostas, completaram as proposições de infraestrutura (figura 18).

Figura 18- Propostas na temática **Infraestrutura**



3.5.3 Priorização e aprofundamento das propostas

O tema escolhido para discussões foi:

- **Compartilhamento & IoT:** este assunto consiste na necessidade de espaços comuns para vitrine de tecnologias 4.0, usados para fins didáticos, com *hub* para *link* entre fornecedores/demandantes.

A seguir, serão descritas as discussões ocorridas durante o encontro para essa ideia.

Sobre **as ações que já estão sendo realizadas para essa proposta**, são referenciadas as parcerias público-privadas (PPP) das iniciativas mundiais da Alemanha, EUA (as duas mais avançadas) e China. Existem as redes dos Institutos SENAI de Inovação e de Tecnologia e (ISI/IST) e a rede EMBRAPPII, as iniciativas de laboratórios-fábricas, como a Produza-Labelectron (CERTI), que existe desde 2002, e as iniciativas do CIMATEC, CSEM-UFMG e do Porto Digital em Computação, Microeletrônica e Microssensores.

Para o grupo, uma ação relacionada a este tema é **indispensável**, pois a cobertura de rede para IoT para uso das informações geradas pelos dispositivos, principalmente sensores, é a condição chave prioritária para o desenvolvimento de MA. Além disso, é necessário o uso de novas tecnologias para trafegar as informações e conectar os ecossistemas.

Em relação aos **requisitos** para compartilhamento e IoT, os seguintes pontos foram elencados.

- As redes de IoT devem ser de menor custo flexíveis para trafegar informações curtas e de baixa latência. Desse modo, é necessária a inserção de novas tecnologias, já disponíveis na Europa e nos EUA.
- As redes devem ser montadas para a conexão dos ecossistemas de produção (manufatura) e de serviços (mercado), criando mecanismos facilitados para a consolidação de consórcios público-privados, fomentando essa iniciativa no próprio foco (missão e convergência) das instituições partícipes. Esses *habitats* devem promover o desenvolvimento das empresas de forma geral, independente do porte, universalizando o acesso às tecnologias.
- É necessária a existência de infraestruturas de referência (de capital público e privado), para compartilhamento, demonstração e geração de resultados práticos, testes e certificações, bem como a formação e requalificação do RH, desde operadores de máquinas até pesquisadores e de *Startups*. Além disso, são necessários laboratórios-fábricas para o desenvolvimento de P&D, servindo como simuladores e propulsores do desenvolvimento. Esses laboratórios devem estar conectados para ganho de escala, organizados em *clusters* setoriais e regionais com possibilidade de pequenos testes. Os demonstradores têm que promover o processo de internalização para as linhas de produção das empresas demandantes de

soluções tecnológicas.

- Deve haver uma diretriz de estado para desenvolvimento das tecnologias nacionais de sensores, redes de IoT, *Big Data* (com avanços nas capacidades de armazenamento e processamento das informações) para a indústria.
- É necessária a criação de inteligência de mercado (observatório) para definição da infraestrutura e tecnologias a serem compartilhadas, fomentando a conexão e o uso de capacidades ociosas existentes.
- Criação de articulação local, conectando municípios, Estados e o Governo Federal, do capital intelectual existente (capital humano, infraestrutura e articulação).
- Definição de temas (exemplo Energia, Saúde) alinhados às capacidades industriais locais, potenciais e mais maduras para o desenvolvimento.

Sobre as **restrições** para compartilhamento e IoT, os seguintes pontos foram elencados.

- Mesmo considerando que os países mais avançados estão tendo grandes dificuldades na consolidação das ações preconizadas para a indústria avançada, a realidade nacional é ainda mais primária/inicial, com diversas carências e necessidades de priorização. No Brasil, a iniciativa privada espera pela construção da infraestrutura por parte do poder público e o foco de atuação das *Telecoms* privadas nacionais é convencional (telefonia).
- O atual nível de processamento das informações geradas pelos sensores nos ambientes fora das fronteiras da fábrica no tocante ao volume e à disponibilidade da rede. O alto custo de tecnologias das redes celulares, como 3G/4G, são algumas restrições tecnológicas de impulso da Indústria Avançada.
- Há restrição na existência de laboratórios de classe mundial no país. Quando existem, o ambiente regulatório não permite avançar no compartilhamento

de infraestruturas existentes (pública e privadas). Consequentemente, empresas de pequeno porte não acessam nem tecnologias preconizadas na Indústria Avançada, nem conhecem e ativam fontes de fomento. Não havendo relações com pequenas empresas, os projetos encomendados por grandes corporações são, via de regra, bilaterais (Grande corporação e ICT), não havendo interação com os pequenos, caracterizando baixo volume de desenvolvimento de novas empresas de base tecnológica e de capital. A intensidade do impacto dessa proposta

para a Indústria Avançada no Brasil é considerada **altíssima**, apesar do modelo atual ser considerado muito abaixo do nível mundial. A indústria é considerada como a demandante, sendo o estado fomentador e o desenvolvimento e apoio por parte das instituições de ensino.

Foi considerado pelos especialistas que, tanto a intensidade do esforço **Político-Social** para implantar essa proposta, quanto o esforço **Econômico-Financeiro** são **médios**. Já a intensidade do esforço de desenvolvimento de **Capital Intelectual** é **alta**.

3.5.4 Iniciativas internacionais na temática

Na China, pode-se destacar a iniciativa “**R&D and Innovation Centres**”, que visa ao desenvolvimento de novas tecnologias por meio da criação de 40 centros nacionais de inovação em manufatura até 2025. Outra iniciativa estabelecida pelo MIC 2025 é a *Green Manufacturing Projects*, que traz metas de criação de fábricas mais sustentáveis e evidencia a preocupação da República Popular da China com a proteção ambiental e eficiência energética (UK TRADE & INVESTMENT, 2016).

É consenso que a infraestrutura de internet é um dos requisitos primordiais para uma nação logre sucesso na temática. Outros aspectos estruturantes também são cruciais para o desenvolvimento da Manufatura Avançada, tal como infraestruturas para logística.

Países têm dedicado atenção especial ao tema, como com a iniciativa alemã **SMART FACE**, que engloba o estudo de logística no seu processo produtivo como um dos temas centrais. Porém, para que esse projeto seja possível, outros aspectos, como a comunicação entre o item transportado e o controle do processo, devem ser respeitados. Essa é a ideia central de outra iniciativa alemã chamada **InBin – Intelligent Bin**, capitaneado pelo Fraunhofer IML e a TU Dortmund, que se baseia em um container inteligente que se comunica com pessoas e máquinas, toma decisões de forma independente, supervisiona suas condições e controles ambientais, processos logísticos (FRAUNHOFER IML, 2016).

Outros exemplos de projetos alemães desenvolvidos por parcerias público-privadas lideradas pelo Fraunhofer IML que servem de infraestrutura para a cadeia produtiva na implantação da Indústria 4.0 são o **Rack Racer**, um armazém de transporte automático, sem elevador, que promete a separação de pedidos de estoques e roteirização mais eficientes, (<http://www.industrie40.iml.fraunhofer.de/en/ergebnisse/rackracer.html>), e o **Hub2Move**, que tem como objetivo a criação de um sistema de fluxo de material eficiente, eficaz e configurável, que faz jus ao mandato de um armazém de móveis e fornece a capacidade de adaptação que é exigido de logística hoje (FRAUNHOFER IML, 2016).

Outro recurso igualmente importante para o desenvolvimento da Manufatura Avançada é a energia, tanto em termos de disponibilidade, quanto pela fonte, devido ao inerente aumento de consumo, que compromete o controle da emissão de gases.

Tendo esta necessidade, a iniciativa estadunidense **Clean Energy Manufacturing** (Departamento de Energia) incentiva o uso de energia renovável e estudos para diminuição do consumo de energia em Manufatura, aumentando a eficiência dos processos ou através de outros modelos de fabricação, como manufatura aditiva (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2016).

Uma vez que a infraestrutura existe, outro ponto de atenção passa a ser o acesso. Diversos países têm estimulado o acesso a novas tecnologias e à infraestrutura através de *FabLabs*, laboratórios de fabricação digital, que ajudam a inspirar as pessoas e empresários para transformar suas propostas em novos produtos e protótipos (FABLAB, 2013).

4 AÇÕES RELATIVAS À TEMÁTICA EM CURSO NO PAÍS

O País já vem experimentando algumas ações relativas ao fortalecimento da indústria brasileira nas áreas preconizadas, que são apresentadas na sequência.

- **CâmaralIoT**

A Câmara IoT, instituída pelo Governo Federal em 2014, tem como objetivos promover, **acompanhar e desenvolver as soluções de Comunicação Máquina a Máquina (M2M) e de Internet das Coisas (IoT)** para o mercado brasileiro. É um fórum multissetorial, que possui representatividade de Governo, Iniciativa Privada, Academia e Centros de Pesquisa, Tecnologias e Inovações.

A partir da Câmara, debates sobre privacidade de dados, segurança das informações, tributação, regulação, fomento ao desenvolvimento de soluções e formação de capital humano, contribuem para que o Brasil faça parte efetiva dos benefícios que esse novo mercado permitirá. A Câmara IoT está elaborando o Plano Nacional de IoT, que dialoga com as questões apresentadas e possibilitará que as políticas públicas do Estado (Federal, Estadual e Municipal) se alinhem às necessidades da Iniciativa Privada.

- **BNDES**

O **BNDES Funtec** possui uma linha de apoio financeiro não reembolsável a projetos de pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e inovação executados por Instituições Tecnológicas (IT), selecionados de acordo com os focos de atuação divulgados anualmente pelo BNDES.

Dentre as linhas apoiadas pelo Banco, pode-se citar a de: **Manufatura avançada e sistemas inteligentes** - desenvolvimento de máquinas e equipamentos que incorporem tecnologias de microeletrônica, sensores, novos materiais, internet das coisas, tecnologias de redes de comunicações e/ou sistemas de controle voltados para aplicação em:

- a) **mobilidade urbana** - sistemas de gerenciamento e controle de tráfego, sistema de gestão de redes de semáforos, sistemas de monitoramento urbano, sistemas de gestão de estacionamentos, sistemas de controle de acesso ao pedágio, sistemas de controle e automação de transporte ferroviário, sistemas de compartilhamento de transporte (carros e bicicletas);

- b) **agropecuária:** agricultura de precisão, pecuária de precisão, sistemas e processos para eficiência no uso dos insumos, energia e água na agropecuária, integração das atividades agrícola e pecuária;
- c) **indústria:** automação, robótica e manufatura aditiva.

Além disso, está em andamento no BNDES um **estudo sobre a temática de IoT** contemplando também a perspectiva de manufatura avançada.

- **EMBRAPII - Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial**

A EMBRAPII é qualificada como uma Organização Social pelo Poder Público Federal desde setembro de 2013. A assinatura do Contrato de Gestão com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC ocorreu em 2 de dezembro de 2013, tendo o Ministério da Educação – MEC como instituição interveniente. Os dois órgãos federais repartem igualmente a responsabilidade pelo seu financiamento.

A contratação da EMBRAPII parte do reconhecimento das oportunidades de exploração das sinergias entre instituições de pesquisa tecnológica e empresas industriais, em prol do fortalecimento da capacidade de inovação brasileira. Ela tem por missão apoiar instituições de pesquisa tecnológica, em selecionadas áreas de competência, para que executem projetos de desenvolvimento de pesquisa tecnológica para inovação, em cooperação com empresas do setor industrial.

A EMBRAPII atua por meio da cooperação com instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas, tendo como foco as demandas empresariais e como alvo o compartilhamento de risco na fase pré-competitiva da inovação. Ao compartilhar riscos de projetos com as empresas, tem objetivo de estimular o setor industrial a inovar mais e com maior intensidade tecnológica para, assim, potencializar a

força competitiva das empresas, tanto no mercado interno como no mercado internacional. Atualmente, possui uma Chamada em aberto para possivelmente **credenciar uma Unidade EMBRAPII na temática de Manufatura Avançada.**

- **SIBRATEC**

Operado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o SIBRATEC é um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com as empresas. Seu vetor condutor é a demanda empresarial. Nesse sentido, as ações do Sistema buscam atender às necessidades de desenvolvimento tecnológico e implantar a cultura da inovação nas empresas brasileiras, principalmente em micro e pequenas.

SIBRATEC Shop – É um Programa que envolve MCTIC, SEBRAE e SENAI que tem incentivado a criação de novas empresas de base tecnológica e aumentado as oportunidades de os empreendedores conseguirem novos investimentos públicos ou privados para dar continuidade às suas empresas. Como muitos empreendedores atendidos são oriundos da comunidade acadêmica, esses ambientes de Inovação são complementares às iniciativas de parques tecnológicos e incubadoras de empresas.

4.1 Outros resultados alcançados

Além do levantamento de elementos de suporte para o desenvolvimento de uma política nacional estruturada na temática de manufatura avançada, os sete encontros tiveram como consequência a constituição de uma rede de integração, articulação e promoção da temática.

Essa integração proporcionou um conjunto de ações que já podem ser consideradas impactantes para a perspectiva nacional, que serão apresentadas a seguir.

- **Desenvolvimento da Associação Brasileira de Internet Industrial – ABII**

Lançada no dia 10 de agosto de 2016, em Joinville-SC, já fruto do movimento Manufatura Avançada, a ABII tem como organizações fundadoras a Pollux Automation, a FIESC e a Embraco, cada uma delas contando com uma cadeira no conselho diretivo.

A ABII tem como missão promover o crescimento acelerado da Internet Industrial no Brasil por meio da coordenação de um ecossistema que promova iniciativas voltadas à integração, controle e conexão segura entre máquinas, sistemas, processos e pessoas por meio de arquiteturas comuns e padrões abertos, visando a geração de resultados transformadores para as diferentes indústrias e infraestrutura pública .

Até a presente data, a ABII já conta com 83 organizações formalmente interessadas em integrar a iniciativa, divididas nos seguintes estados e/ou países:

Santa Catarina (48), São Paulo (21), Paraná (04), Minas Gerais (03), Rio de Janeiro (02), Rio Grande do Sul (01), Goiás (01), Distrito Federal (01), Espanha (01) e Uruguai (01).

- **Desenvolvimento da Associação Temporária de Institutos SENAI para aplicações de soluções em indústrias brasileiras**

Trata-se de uma organização temporária do Departamento Nacional do SENAI com o objetivo de aglutinar Institutos SENAI de Inovação para desenvolverem competências técnicas e infraestrutura de apoio à indústria em tecnologias consideradas estratégicas pelo grupo de trabalho dos 7 *workshops*.

Foram definidos projetos relacionados às temáticas Sensoriamento e Digitalização, de modo que fossem escalonáveis posteriormente em outras indústrias, aumentando assim o potencial de incremento de produtividade (Quadro1).

Ao final de cada atividade, será realizada uma sessão de reporte das ações ao MDIC e futuros parceiros da Aliança. Os projetos terão duração de três meses.

Quadro 1: Projetos desenvolvidos com empresas parceiras para teste de soluções escalonáveis em manufatura avançada

Título
Sistema modular de aquisição de dados de campo, comunicação, processamento e <i>Big Data</i>
Digitalização, inteligência e integração da produção de fixadores metálicos
Sistema de inteligência de gerenciamento de produção de suco de maçã
PMI e a Internet das Coisas
Sistema para instrução de <i>setup</i> através de realidade aumentada
Virtualização aplicada aos processos KAIZEN
Digitalização e Robótica Colaborativa

- **Programa SENAI DESPERTAR 4.0**

Tendo como pano de fundo os estudos do WEF, de que até 2020 o perfil do profissional da indústria irá mudar drasticamente, bem como as derivadas dos sete encontros realizados pelo País, o SENAI, no Estado de Santa Catarina, lançou um programa de educação profissional para inserir o trabalhador no conceito de um mundo com máquinas industriais conectadas. Os alunos aprendem, nesses cursos, tecnologias de sensores, desenvolvimento de aplicativos para produção, máquinas híbridas, robótica autônoma e inteligência artificial, de modo a acrescentar conhecimento aos processos tradicionais vividos no dia a dia.

Além disso, o SENAI lançou um programa intitulado **Despertar 4.0**, de modo a debater e discutir pelo Estado (no mesmo formato – Palestra Técnica + *Fishbowl* + Mesas de Propostas) os temas pertinentes com empresários e técnicos dos mais diversos setores industriais e tamanhos de empresas.

Por fim, destaca-se que as iniciativas acima listadas não são exaustivas. Existem ainda no Brasil outras já em andamento como editais estaduais de fomento para a manufatura avançada (Fundação de Amparo à Pesquisa de Pernambuco), cursos de especialização em manufatura avançada (PUC-PR), entre outras.

REFERÊNCIAS

- ACADEMY CUBE. **The world's smartest talent platform**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bktxtg>>. Acesso em: 05 set. 2016.
- ACATECH. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**. 2013. Disponível em: <<http://zip.net/bptxWm>>. Acesso em: 07 out. 2016.
- ACCENTURE. **Executive Summary How the Industrial Internet of Things can drive progress and prosperity**. 2015. Disponível em: <<http://zip.net/bvtxPz>>. Acesso em: 09 set. 2016.
- ADVANCED MANUFACTURING NATIONAL PROGRAM OFFICE – AMNPO. **Initiatives**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bqtykj>>. Acesso em: 14 set. 2016.
- ADVANCED MANUFACTURING NATIONAL PROGRAM OFFICE – AMNPO. **Manufacturing USA: the National Network for Manufacturing Innovation**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bwtwJQ>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- ADVANCED MANUFACTURING RESEARCH INSTITUTE – AMRI. **A Snapshot of Priority Technology Areas Across the Federal Government**. 2016. Disponível em: <<https://unit.aist.go.jp/amri/en/>>. Acesso em: 03 out. 2016.
- CEMAC. **Manufacturing Clean Energy**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bytxQy>>. Acesso em: 11 out. 2016.
- CONTROL ENGINEERING. **Made in China 2025: Chinese government aims at Industry 4.0 implementation**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bntxqc>>. Acesso em: 27 set. 2016.
- Costa, M.; Stefano, F. **A era das fábricas inteligentes está começando**. 2014. Disponível em: <<http://zip.net/bftxfq>>. Acesso em: 17 out. 2016.
- CRAWFORD. M. **Industrial Internet of Things: Understanding and Using the Industrial Internet Consortium's Reference Architecture**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bltwMx>>. Acesso em: 19 out. 2016.
- DELOITTE GLOBAL. **2016 Global Manufacturing Competitiveness Index**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bxyb9>>. Acesso em: 05 set. 2016.
- EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Accelerating US Advanced Manufacturing**. 2011. Disponível em: <<http://zip.net/bxyqc>>. Acesso em: 07 out. 2016.
- FAB FOUNDATION. **Digital fabrication**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bxyj6>>. Acesso em: 09 set. 2016.
- FABLAB. **What is a fablab?** 2013. Disponível em: <<http://zip.net/bgtxms>>. Acesso em: 14 set. 2016.
- FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY. **The background to Plattform Industrie 4.0**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bftxbD>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- FRAUNHOFER IML. **Rack Racer - an automatic shuttle warehouse without lift**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bgtxmq>>. Acesso em: 03 out. 2016.
- FRAUNHOFER IPA. **Smart maintenance**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bstxx5>>. Acesso em: 11 out. 2016.
- GERMANY TRADE & INVEST. **INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the Future**. 2013. Disponível em: <<http://zip.net/bbtw5L>>. Acesso em: 27 set. 2016.
- GRANGEL-GONZÁLEZ, I. et al. **Towards a Semantic Administrative Shell for Industry 4.0 Components**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/btx2Q>>. Acesso em: 17 out. 2016.
- INFORMATION TECHNOLOGY & INNOVATION FOUNDATION – ITIF. **Fab Lab Bill Would Stimulate Manufacturing Innovation**. 2013. Disponível em: <<http://zip.net/bntxrN>>. Acesso em: 19 out. 2016.
- INTERNET LIVE STATS. **Internet users**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bltwJN>>. Acesso em: 05 set. 2016.

KOLBERG, D. et al. **Towards a lean automation interface for workstations**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bstxx4>>. Acesso em: 09 set. 2016.

LANDHERR, M.; SCHNEIDER, U.; BAUERNHANSL, Th. **The Application Center Industrie 4.0: Industry-driven manufacturing, research and development**. 49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP-CMS 2016) being held in Stuttgart, Germany, from May 25th to 27th, 2016.

MATERIALS GENOME INITIATIVE – MGI. **Enable a Paradigm Shift in Materials Development**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bvtxLc>>. Acesso em: 14 set. 2016.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **The Internet of Things**. 2015. Disponível em: <<http://zip.net/bvtxG6d>>. Acesso em: 22 set. 2016.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY – NIST. **Advanced Manufacturing Technology Consortia (AMTech) Program**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bktxrV>>. Acesso em: 03 out. 2016.

PWC. **The new hire: How a new generation of robots is transforming manufacturing**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bvtxXp>>. Acesso em: 27 set. 2016.

S-CPS. **Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bftw9s>>. Acesso em: 11 out. 2016.

SMART FACE. **Minidemonstrator auf der Automatica 2016**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bstxzB>>. Acesso em: 27 set. 2016.

THE NORTH AMERICAN ADVANCED MANUFACTURING RESEARCH & EDUCATION INITIATIVE – NAAMREI. **Creating a World-Class Talent Workforce Pool**. 2015. Disponível em: <<http://www.naamrei.org/>>. Acesso em: 17 out. 2016.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Clean energy manufacturing initiative**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bytxQY>>. Acesso em: 19 out. 2016.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Quadrennial Technology Review: an assessment of energy technologies and research opportunities**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bttx3n>>. Acesso em: 05 set. 2016.

USCBC. **China market intelligence**. 2016. Disponível em: <<http://zip.net/bhtxsb>>. Acesso em: 07 out. 2016.

WENZEL, S.; JESSEN, U.; BERNHARD, J. **Classifications and conventions structure the handling of models within the Digital Factory: computers in Industry**. Holanda, v. 56, n. 4, p. 334-346, 2005.

MINISTÉRIO DA
INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR
E SERVIÇOS

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

