



NEO

Núcleo de Engenharia
Organizacional

Demonstradores da Indústria 4.0

*Projeto em colaboração com a EMBRAPA e a
Câmara Brasileira da Indústria 4.0*

Relatório

Outubro de 2020

**ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



O Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO) é um núcleo de pesquisa do Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O grupo é composto por professores e pesquisadores que atuam no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) desse departamento. O NEO-UFRGS combina ferramentas de engenharia de produção com teorias e abordagens de gestão estratégica e organizacional objetivando compreender as problemáticas organizacionais e desenvolver soluções práticas para as empresas. Assim, este grupo trabalha sobre o bloco temático da engenharia organizacional, auxiliando empresas na gestão do desenvolvimento de produtos, gestão da inovação, estratégia de operações e gestão da tecnologia, com destaque para digitalização e Indústria 4.0.

APOIO:



EQUIPE DO PROJETO:

Câmara Brasileira da Indústria 4.0

Felipe Silva Bellucci

Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial – EMBRAP II

Prof. Carlos Eduardo Pereira
*Diretor de Operações da EMBRAP II e
Professor de Engenharia Elétrica -
UFRGS*

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Alejandro Germán Frank
Diretor do NEO-UFRGS

Prof. Néstor Fabián Ayala
Vice-Diretor do NEO-UFRGS

Guilherme Brittes Benitez
César Augusto de Oliveira Matiotti
Vinícius Sfredo Sokal Lima

Sumário

| | |
|---|----|
| A Indústria 4.0 no Brasil | 4 |
| O papel dos demonstradores | 6 |
| Objetivo do trabalho | 7 |
| Câmara Brasileira da Indústria 4.0 | 8 |
| Metodologia de trabalho | 10 |
| Resultados: Demonstradores da Indústria 4.0 | 11 |
| Classificação dos Demonstradores da Indústria 4.0 | 18 |
| Desenvolvimento dos demonstradores | 19 |
| Mapeamento nacional | 21 |
| Mapeamento internacional | 23 |
| Oportunidades para o Brasil | 27 |
| Busca por recursos e fomentos | 30 |
| Recomendações finais para a implementação de demonstradores | 31 |



A Indústria 4.0 no Brasil

A Indústria 4.0 já é uma realidade. Nos últimos anos, com o advento dos conceitos da Indústria 4.0, suas tecnologias e aplicações passaram a ser um foco de atenção tanto da iniciativa privada quanto de órgãos governamentais com a finalidade de aumentar o nível de desenvolvimento tecnológico dos países. Nesse âmbito, diversos programas e iniciativas de diferentes países objetivando o ganho de competitividade a partir da digitalização foram desenvolvidos ao redor do mundo. Iniciativas como “*Plattform Industrie 4.0*” da Alemanha, “*Manufacturing USA*” dos Estados Unidos e “*Made in China 2025*” da China iniciadas em 2011 foram pioneiras para alavancar a 4ª Revolução Industrial a nível mundial. Posteriormente, outros países começaram a aderir a ideia, passando a criar as suas próprias iniciativas para a transformação digital a nível nacional.

O papel da transformação digital no país. Iniciativas com foco em transformação digital de empresas e de países têm sido um tema de debate recorrente em diversos âmbitos e contextos. De maneira geral, a transformação digital tem como objetivo desbloquear o potencial humano a partir de processos e tecnologias digitais. Para isso é necessária uma revolução digital no mundo dos negócios. Assim, a transformação digital não consiste apenas em uma adoção massiva de tecnologias para melhorar processos. A transformação digital é peça fundamental do planejamento estratégico mundial para o ganho de competitividade a partir de uma visão sistêmica. Essa visão sistêmica se baseia na definição da Indústria 4.0 que corresponde a integração de tecnologias base como *IoT*, *cloud*, *big data* e

analytics e Inteligência artificial com automação clássica para o desenvolvimento dos *4Smarts*¹ (*Smart Manufacturing*, *Smart Working*, *Smart Supply Chain* e *Smart Products*). Ademais, para que haja uma transformação digital, existem dois elementos fundamentais no conceito 4.0 que precisam ser desenvolvidos: sistemas ciberfísicos e Internet das Coisas (*IoT*). O primeiro consiste em elementos computacionais colaborativos que possuem interoperabilidade para se comunicarem em tempo real. O segundo é uma tecnologia que tem por objetivo conectar esses elementos computacionais com demais elementos do cotidiano para que possam se comunicar tanto digitalmente quanto fisicamente. Além desses elementos, a inclusão de outras tecnologias disruptivas além das anteriormente mencionadas como por exemplo, realidade aumentada, realidade virtual e manufatura aditiva também auxiliam organizações para a transformação digital. Assim, adotar esses elementos e tecnologias para operarem de forma orgânica é fundamental para a estratégia de digitalização a nível nacional.

E a realidade brasileira? Apesar das limitações de investimentos e defasagem tecnológica do país, relatórios industriais das principais consultoras mundiais indicam que os empresários brasileiros estão otimistas em relação ao avanço da Indústria 4.0, esperando maiores investimentos em tecnologias digitais para os próximos anos. As pesquisas realizadas pela CNI^{2,3} e pelo NEO-UFRGS^{4,5,6} nos últimos anos apontam uma maior abertura de empresários para estratégias de colaboração com outros agentes como empresas concorrentes, governo, universidades e centros

técnicos para o desenvolvimento de soluções para a Indústria 4.0.

Uma grande barreira para a maior disseminação da Indústria 4.0 no país tem sido a falta de conhecimento sobre a aplicação das tecnologias avançadas. Assim, soluções conjuntas têm sido buscadas no Brasil entre a iniciativa privada, as universidades e os órgãos governamentais. Alguns passos que já vem sendo dados são o desenvolvimento ou uso de espaços conhecidos como demonstradores para o teste/aplicação de tecnologias e conceitos da Indústria 4.0. Isso vem acontecendo a escala nacional, onde diferentes atores se orquestram colaborativamente para o desenvolvimento de soluções no âmbito da Indústria 4.0. Esses espaços têm por objetivo demonstrar tecnologias e conceitos 4.0 para o desenvolvimento e massificação de soluções mais complexas. Dessa maneira, conhecer e mapear todos os demonstradores de tecnologias e conceitos 4.0 é uma forma de auxiliar na transformação digital do país.

¹ FRANK, Alejandro Germán et al. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.

² CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil. CNI, 2016.

³ CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. OPORTUNIDADES PARA A INDÚSTRIA 4.0: Aspectos da Demanda e Oferta no Brasil. CNI, 2018.

⁴ NEO-UFRGS Núcleo de engenharia organizacional. Mapeamento do APL automação e controle – ABINEE. UFRGS, 2017. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/neo/wp-content/uploads/2017/12/Relat%C3%B3rio-Digital.pdf>

⁵ NEO-UFRGS Núcleo de engenharia organizacional. Mapeamento da ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. UFRGS, 2018. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/neo/wp-content/uploads/2018/10/Relat%C3%B3rio-Geral-Completo.pdf>

⁶ BENITEZ, Guilherme Brittes; AYALA, Néstor Fabián; FRANK, Alejandro Germán. Industry 4.0 innovation ecosystems: an evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, p. 107735, 2020.

⁷ <https://www.ufrgs.br/neo/alma40/>

⁸ <https://sites.usp.br/fabricadofuturo/>



O papel dos demonstradores

O que são demonstradores? Demonstradores são locais onde são desenvolvidas e se encontram as principais inovações tecnológicas a serem introduzidas e apresentadas. De maneira geral, o objetivo principal dos demonstradores é apresentar/testar novas tecnologias ou conceitos e sua aplicação prática para um público-alvo. O objetivo para essa demonstração é a possibilidade da venda e massificação da tecnologia ou conceito para o mercado. Assim, em um país que possui a transformação digital no seu planejamento estratégico, o uso de demonstradores pode ser um ponto de partida para alavancar tecnologias e conceitos 4.0 a nível nacional. Desse modo, demonstradores são marcos no processo de inovação onde tecnologias, produtos ou conceitos são apresentados, mostrando sua viabilidade, aplicabilidade e escalabilidade.

Desenvolvendo tecnologias a partir de demonstradores. Para desenvolver tecnologias, primeiramente há a necessidade de identificar e classificar os diferentes tipos de demonstradores existentes. Apesar de o objetivo geral de demonstradores ser apresentar/testar uma tecnologia ou conceito, cada tipo de demonstrador tem seu próprio objetivo específico. Esses objetivos variam de acordo com o ambiente e atores que trabalham colaborativamente para desenvolvê-los. Para tanto, é necessário classificar os diferentes tipos de demonstradores e seus objetivos, a fim de fomentar políticas de desenvolvimento tecnológico no país. Desse modo, foram identificados, classificados e analisados sete

tipos de demonstradores no contexto da Indústria 4.0:

- ❖ Testbeds
- ❖ Showcases
- ❖ Plantas didáticas
- ❖ Learning factories
- ❖ Living labs
- ❖ Testlabs
- ❖ Lighthouses

Objetivo do trabalho

Este trabalho é dividido em dois objetivos: (i) classificação e caracterização dos demonstradores no contexto da Indústria 4.0 e (ii) recomendações para a sua implementação no Brasil.

Classificação e caracterização dos demonstradores. Seguindo uma metodologia científica, foram analisados diversos aspectos dos demonstradores para a Indústria 4.0:

Demonstradores no contexto da Indústria 4.0 – O relatório aborda cada um dos sete tipos de demonstradores, bem como, sua relação com a Indústria 4.0, trazendo exemplos a nível nacional.

Nível de desenvolvimento no país – O trabalho analisa como os especialistas da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 enxergam o nível de desenvolvimento de cada um dos tipos de demonstradores no país.

Mapeamento nacional – O relatório apresenta um mapeamento a nível nacional dos demonstradores existentes no Brasil.

Mapeamento internacional – O relatório apresenta um mapeamento a nível internacional dos demonstradores existentes ao redor do mundo para efeito de comparação com o Brasil.

Oportunidades para o Brasil – O relatório descreve quais os demonstradores mais promissores para o contexto brasileiro de acordo com a opinião dos membros da Câmara Brasileira da Indústria 4.0, bem como, o seu potencial de contribuição para diferentes *stakeholders*.

Recursos e fomentos – O relatório apresenta quais os tipos de recursos e fomentos que podem beneficiar e financiar o desenvolvimento de demonstradores no país.

Recomendações para a implementação no Brasil. Por fim, o relatório termina apresentando recomendações e diretrizes para a implementação e desenvolvimento de demonstradores no país, de forma que seja possível extrair o máximo benefício destes.

Câmara Brasileira da Indústria 4.0

A Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (Câmara I4.0) foi formalizada em 3 de abril de 2019, em cerimônia com a presença de dirigentes do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI, Ministério da Economia - ME, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI, Confederação Nacional da Indústria - CNI, Financiadora de Estudos e Projetos - Finep, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae e Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial - EMBRAPPII e participantes dos setores público, empresarial e acadêmico. Em sua organização, a Câmara I4.0 é integrada por um Conselho Superior, Secretaria Executiva e Grupos de Trabalho (GTs), com funções de gestão e governança. O objetivo principal da Câmara I4.0 consiste em executar um Plano de Ação visando práticas relacionadas à Indústria 4.0 para o aumento da competitividade e produtividade das empresas brasileiras, contribuindo para a inserção do Brasil nas cadeias globais de valores e, conseqüentemente, melhorando sua posição em índices globais de competitividade. Para isso, o Plano de Ação⁹ lista ações e iniciativas para superar os desafios levantados pelos GTs da Câmara I4.0:

- ❖ Aumentar a competitividade e produtividade das empresas brasileiras por meio da Indústria 4.0;
- ❖ Melhorar a inserção do Brasil nas cadeias globais de valor;
- ❖ Introduzir o uso de tecnologias da Indústria 4.0 nas pequenas e médias empresas;
- ❖ Garantir instrumentos para que soluções de empresas de base tecnológica, startups e integradoras possam ser ofertadas e disponibilizadas diretamente às empresas;
- ❖ Assegurar estabilidade e volume de recursos a custo adequado para implementação de iniciativas para a Indústria 4.0;
- ❖ Identificar e desenvolver soluções para a Indústria 4.0 adequadas às empresas do parque produtivo brasileiro; e
- ❖ Evitar a sobreposição de esforços individuais de instituições públicas e privadas para solucionar necessidades e demandas da Indústria 4.0 no Brasil.

Para realizar o presente estudo, a metodologia desenvolvida contou com a colaboração do Grupo de Trabalho (GT) de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Câmara I4.0. O GT de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação conta com a participação de representantes das mais diferentes e prestigiadas entidades, órgãos e organizações do país, focadas no desenvolvimento tecnológico:

- ❖ ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial;
- ❖ ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria Máquinas Equipamentos;
- ❖ ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica;
- ❖ ABIPTI - Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação;



- ❖ ABISEMI - Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores;
- ❖ ABRAMAT - Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção;
- ❖ ABStartups - Associação Brasileira de Startups;
- ❖ ANPEI - Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras;
- ❖ ANPROTEC - Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores;
- ❖ BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social;
- ❖ CNI - Confederação Nacional da Indústria;
- ❖ CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- ❖ CONFAP - Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa;
- ❖ EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial;
- ❖ FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos;
- ❖ MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações;
- ❖ ME - Ministério da Economia;
- ❖ P&D Brasil - Associação de Empresas de Desenvolvimento Tecnológico Nacional e Inovação;
- ❖ SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas;
- ❖ SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

⁹ https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/arquivos/camara_i40_plano_de_acao_revisada.pdf



Metodologia de trabalho

Para desenvolver o presente levantamento, a metodologia de trabalho foi organizada em duas macros fases (levantamento e consolidação) compostas por 4 estágios, conforme o fluxograma da Figura 1. Os estágios apresentados correspondem ao período de levantamento e consolidação realizados para identificar os tipos de demonstradores existentes e sua relação com à Indústria 4.0. Para isso, a pesquisa contou com o suporte da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (Câmara I4.0). Dessa forma, para a presente pesquisa foram consultados os mais variados especialistas presentes dentro da Câmara I4.0 ao longo de 4 distintos estágios, para classificar demonstradores no contexto da Indústria 4.0.

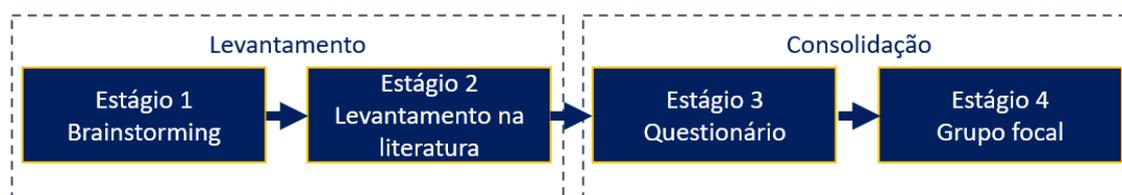
Estágio 1 – Brainstorming. No estágio 1 foram consultados membros da Câmara I4.0 acerca dos diferentes tipos de demonstradores existentes, bem como seus objetivos e significados. Para isso, foi realizado um *brainstorming* com 15 especialistas do GT para entender como diferentes tecnologias e conceitos 4.0 vêm sendo apresentados e desenvolvidos no país.

Estágio 2 – Levantamento na literatura. A partir do entendimento dos tipos existentes, foi levantada na literatura (base de dados científicas) a nomenclatura dos diferentes tipos de demonstradores. Esse estágio teve como principal objetivo conceitualizar e entender o funcionamento de cada demonstrador identificado no Estágio 1.

Estágio 3 – Questionário. A partir da classificação e conceitualização dos demonstradores nos estágios 1 e 2, os estágios 3 e 4 serviram para consolidar os conceitos com os membros da Câmara I4.0. Para isso, no estágio 3 foi elaborado um questionário, para consolidar as classificações designadas para cada demonstrador. O questionário também tinha como objetivo entender a importância e a influência dos demonstradores a nível nacional, servindo como suporte para as demais seções do presente estudo.

Estágio 4 – Grupo focal. Por fim, após a coleta de dados, foi realizado um grupo focal com 22 especialistas do GT da Câmara I4.0 para consolidar possíveis divergências acerca de cada tipo de demonstrador.

Figura 1 – Fluxograma dos estágios da metodologia de trabalho



Resultados: Demonstradores da Indústria 4.0

Foram analisados sete tipos diferentes de demonstradores com o potencial de alavancar conceitos, tecnologias e soluções no âmbito 4.0. A seguir serão descritos cada um dos demonstradores com exemplos práticos a nível nacional. Para isso, foram coletadas 21 respostas no questionário aplicado com membros altamente capacitados com experiência em tecnologia e inovação dentro do GT de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação.

TESTBEDS

O QUE SÃO?

São plataformas para testar novas tecnologias e ferramentas computacionais, normalmente em laboratórios ou ambientes controlados dentro de empresas. O conceito de *testbed* é fortemente caracterizado pelo desenvolvimento de uma plataforma colaborativa onde são realizados testes rigorosos, transparentes e replicáveis de teorias científicas, ferramentas computacionais e novas tecnologias. O conceito de plataformas industriais vem se solidificando cada vez mais no cenário 4.0, trazendo projetos *testbeds* como potenciais demonstradores para o teste e desenvolvimento de tecnologias no conceito da Indústria 4.0. Essas plataformas costumam contar com a participação de diversos atores, como por exemplo, competidores tecnológicos para o desenvolvimento de soluções mais complexas para o mercado.

EXEMPLO: PARQUE TECNOLÓGICO SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Um exemplo de *testbed* a nível nacional é a plataforma *IoT* desenvolvida pelo Parque Tecnológico São José dos Campos. Essa plataforma *IoT* vem sendo testada e avaliada em diversas aplicações de Indústria 4.0 que tem como objetivo o monitoramento de máquinas para possibilitar justamente o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o QR code:



SHOWCASES

O QUE SÃO?

São cases com escopo reduzido e em ambiente controlado para demonstrar uma tecnologia ou a integração de várias, normalmente em feiras e eventos. *Showcases* basicamente são espaços organizados por uma ou mais organizações para apresentar uma tecnologia ou conceito já prontos para o mercado com o intuito de massificá-los ou arrecadar potenciais investidores/clientes. Normalmente a interação do público é mínima ou nula, se caracterizando como uma exibição de uma solução já pronta. Assim, no contexto da Indústria 4.0, *showcases* em diversas feiras mundiais (ex: Hannover Messe) vêm sendo realizados, para apresentar novos conceitos e tecnologias relacionados à transformação digital.

EXEMPLO: ABIMAQ NA FEIMEC

Um exemplo de *showcase* a nível nacional, foi a demonstração do estande da ABIMAQ em parceria com outras empresas na Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos – FEIMEC, realizada em 2018 apresentando soluções 4.0. A feira contou com a participação de empresas internacionais apresentando desde linhas totalmente automatizadas com robôs colaborativos até mesmo AGVs guiados por *tablets* e *smartphones* para controle e otimização de processos fabris.

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o QR code:



PLANTAS DIDÁTICAS

O QUE SÃO?

Plantas didáticas são um espaço que retrata com alto grau de fidelidade uma linha de produção, com suas tecnologias permitindo a interação direta de pessoas. De maneira geral, o objetivo de plantas didáticas consiste em capacitar e formar profissionais através de exposições do comportamento dos mais variados processos industriais. Em um cenário onde a Indústria 4.0 apresenta o conceito de *smart factories*, as plantas didáticas surgem como um demonstrador capaz de retratar ambientes controlados a nível *smart* (ex: conectividade via *IoT* e aplicações de *M2M*) a partir do emprego e integração de tecnologias digitais com o intuito educacional.

PLANTAS DIDÁTICAS

EXEMPLO: ABIMAQ/SENAI

Um exemplo de planta didática a nível nacional é a planta industrial nos moldes da Indústria 4.0 lançada em uma parceria entre o SENAI de São Caetano do Sul e a ABIMAQ. Essa planta didática retrata em ambiente real a aplicação prática de diferentes tecnologias (*IoT*, *cloud*, *big data* e robôs autônomos) para o ensino e aprendizagem de alunos no ambiente SENAI.

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o QR code:



LEARNING FACTORIES

O QUE SÃO?

São ambientes de aprendizado onde processos e tecnologias são baseados em um local industrial real que permite uma abordagem direta ao processo de criação de produtos. O objetivo principal de *learning factories* consiste em fabricar novos produtos, gerar inovações ou desenvolver conhecimento sobre determinado fenômeno/conceito. Em um contexto 4.0, esse demonstrador tem por objetivo desenvolver soluções mais complexas integrando tecnologias da informação aos produtos. Assim, *learning factories* costumam ter uma forte relação com universidades por conterem conhecimento multidisciplinar (diferentes cursos) no qual são integrados nas soluções.

EXEMPLO: FÁBRICA DO FUTURO/USP

Um exemplo de *learning factory* a nível nacional é o demonstrador construído na poli-USP pela Fábrica do Futuro no InovaUSP. Essa *learning factory* simula um ambiente 4.0, utilizando conceitos como *digital twin*, *IoT* e manufatura aditiva para a fabricação de *smart skates*. Todo o processo é digitalizado a partir do *digital twin* que simula em tempo real o que se passa com os componentes e o produto. Impressoras 3D são utilizadas para a customização e fabricação de componentes para o *skate*. Por fim, a tecnologia de *IoT* conecta todas as estações de trabalho por onde o *skate* é desenvolvido, permitindo sua rastreabilidade durante o processo.

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o *QR code*:



LIVING LABS

O QUE SÃO?

São um ambiente interativo focado na inovação aberta através da criação de forma colaborativa normalmente com clientes de soluções tecnológicas. Esse demonstrador tem como objetivo fortalecer a relação com clientes e *stakeholders* integrando-os no PDP, buscando assim uma maior participação da sociedade através de *crowdsourcing* para o desenvolvimento de produtos ou tecnologias. Assim, *living labs* são ecossistemas de inovação aberta, que muitas vezes operam em um contexto territorial, que integra concorrentemente processos de pesquisa dentro de uma parceria público-privado para co-criação.

EXEMPLO: CICS/USP

Um exemplo de *living lab* a nível nacional é o Centro de Inovação em Construção Sustentável (CICS) localizado na USP. Esse *living lab* abriga projetos inovadores usando conceitos da Indústria 4.0 para a construção civil. O laboratório trabalha com práticas sustentáveis integrando clientes e tecnologias digitais para soluções práticas na área da construção civil.

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o QR code:



TESTLABS

O QUE SÃO?

São laboratórios focados no teste de materiais e tecnologias através de ensaios. O objetivo de *testlabs* consiste na validação de algum produto ou tecnologia antes de seu lançamento no mercado. Para isso, testes clínicos e de ensaio como dureza, resistência, ou no caso, conectividade com outros elementos (*IoT*) são realizados nesses laboratórios.

TESTLABS

EXEMPLO: SENAI ISI SÃO LEOPOLDO/RS

Um exemplo de *testlab* a nível nacional é o centro de testes de manufatura avançada do Instituto SENAI de Inovação de São Leopoldo no Rio Grande do Sul. Esse laboratório, possui um centro de metrologia 4.0, onde tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 são testados.

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o *QR code*:



LIGHTHOUSES

O QUE SÃO?

São fábricas ou empresas que conseguiram implantar e escalar com sucesso tecnologias ou soluções complexas, e servem como exemplo e benchmark para outras empresas. O objetivo de *lighthouses* é guiar outras empresas como “faróis”, servindo de exemplo e estímulo ao disseminar o conhecimento e aplicações para a implementação e escalabilidade de soluções no contexto da Indústria 4.0. De acordo com a classificação do Fórum Econômico Mundial¹⁰, *lighthouses* 4.0 são empresas que já atingiram determinados os seguintes padrões: (i) impacto significativo com a implementação; (ii) aplicação bem sucedida de vários casos em que uma ou várias tecnologias da Indústria 4.0 foram utilizadas para resolver problemas de negócios; (iii) plataforma tecnológica escalável; e (iv) alto desempenho na colaboração com a comunidade da Indústria 4.0.

¹⁰ LEURENT, H.; DE BOER, E. Fourth industrial revolution beacons of technology and innovation in manufacturing. In: World Economic Forum. 2019.

LIGHTHOUSES

EXEMPLO: RENAULT - CURITIBA

Um exemplo de *lighthouse* a nível nacional é a fábrica da Renault em Curitiba, que em janeiro de 2020 foi classificada como uma *lighthouse* da Indústria 4.0 pelo Fórum Econômico Mundial. Um dos principais fatores que contribuíram para alcançar esse reconhecimento foi a transformação digital em grande escala em toda a operação, da fabricação às vendas, incluindo o recrutamento de funcionários a partir da digitalização, o desenvolvimento de capacidade e a execução de atividades através de exoesqueletos.

Para acessar o exemplo, clique [AQUI](#) ou escaneie o QR code:



Classificação dos Demonstradores da Indústria 4.0

O *framework* apresentado na Figura 2 apresenta um resumo geral dos conceitos, objetivos, modus operandi, principais locais de aplicação e exemplos nacionais para cada demonstrador analisado no presente estudo. Esse *framework* foi desenvolvido com o intuito de guiar os membros da Câmara da Indústria 4.0 na compreensão da classificação e nomenclatura de cada tipo de demonstrador dentro do contexto 4.0.

Figura 2 – Conceitualização e caracterização dos tipos de demonstradores no contexto da Indústria 4.0

| CONCEITUALIZAÇÃO DE DEMONSTRADORES NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0 | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|
| TIPOS | CONCEITO | PRINCIPAL OBJETIVO | MODUS OPERANDI (COLABORAÇÃO) | LOCAIS TÍPICOS DE APLICAÇÃO | EXEMPLOS |
| Testbed | É uma Plataforma para testar novas tecnologias e ferramentas computacionais, normalmente em laboratórios ou ambientes controlados dentro de empresas. | Desenvolver e testar uma solução para ser massificada. | 1. Colaboração entre competidores aliando competências. 2. Diversos atores cooperando para desenvolver soluções mais complexas. | Grupos de empresas em colaboração e centros de P&D | Parque Tecnológico São José dos Campos |
| Showcase | É um case com escopo reduzido e em ambiente controlado para demonstrar uma tecnologia ou a integração de várias, normalmente em feiras e eventos. | Exibir o produto, tecnologia ou grupo para uma audiência. | Organização e divulgação do evento. | Feiras, eventos, grupos de empresas em colaboração | Exposição ABIMAQ na Feira FEIMEC |
| Planta didática | É um espaço que retrata com alto grau de fidelidade uma linha de produção, com suas tecnologias e forma de operação. | Capacitar e formar profissionais através de exposições do comportamento dos mais variados processos industriais. | Ambientes simulados ou reais que exibam os processos industriais. Forte relação entre universidade e empresa. | Instituições de ensino e pesquisa | ABIMAQ/SENAI |
| Learning factory | É um ambiente de aprendizado onde processos e tecnologias são baseados em um local industrial real que permite uma abordagem direta ao processo de criação de produtos. | Desenvolver novos produtos, gerar inovações ou desenvolver conhecimento sobre determinado fenômeno. | Tem uma forte relação com universidades, sendo desenvolvidas em ambientes acadêmicos onde integram conhecimento multidisciplinar. | Instituições de ensino e pesquisa | Fábrica do Futuro/USP |
| Living lab | É um ambiente interativo focado na inovação aberta através da criação de forma colaborativa de soluções tecnológicas. | Fortalecer a relação com clientes e stakeholders integrando-os no PDP. Busca maior participação da sociedade para desenvolvimento de produtos ou tecnologias. | Forte suporte de crowdsourcing para avaliar e implementar as ideias no PDP. | Centros de P&D | CICS/USP |
| Testlab | É um laboratório focado no teste de materiais e tecnologias através de ensaios. | Validar algum produto ou tecnologia antes de seu lançamento no mercado. | Testes clínicos e de ensaio como dureza, resistência, ou no caso, conectividade com outros elementos (IoT). | Centros de P&D e instituições de ensino | SENAI São Leopoldo |
| Lighthouse | É uma fábrica ou empresa que conseguiu implantar e escalar com sucesso tecnologias ou soluções complexas, e serve como exemplo e benchmark para outras empresas. | Escalabilidade de soluções, disseminar o conhecimento e aplicações servindo de exemplo e estímulo para terceiros. | Desenvolver essas soluções internamente, obter resultados e servir de inspiração para terceiros. | Plantas industriais e empresa individuais | Renault Curitiba |

Para acessar a figura em tamanho real escaneie o QR code:



Desenvolvimento dos demonstradores

Em relação ao nível de desenvolvimento de demonstradores relacionados à Indústria 4.0 e suas tecnologias no país, de maneira geral, todos os demonstradores a exceção de *showcases* foram considerados pouco desenvolvidos no Brasil. Por ser um demonstrador que envolve a participação de empresas para apresentação de suas tecnologias para atrair potenciais clientes em uma feira, é normal que o *showcase* seja o demonstrador mais desenvolvido no Brasil. Na Figura 3, observa-se que a Câmara I4.0 considera que ao menos há um desenvolvimento moderado de *testbeds* no país. Isso se deve principalmente à programas e iniciativas desenvolvidos por universidades como a UFRGS, UTFPR¹¹ e UFABC¹² e editais da ABDI¹³, BNDES e SENAI¹⁴, onde plataformas para o desenvolvimento de soluções para a Indústria 4.0 foram criadas. Já para plantas didáticas, apesar de existirem empresas como a Festo e escolas técnicas do SENAI que oferecem ambientes controlados com tecnologias 4.0 para aprendizagem, o nível ainda é pouco desenvolvido dentro do país. No caso da Figura 4, observa-se um evidente *gap* da presença de *learning factories*, *living labs*, *testlabs* e *lighthouses* orientados à Indústria 4.0 no país. Isso pode ser justificado principalmente pelo baixo nível de adoção de tecnologias 4.0 no país¹, dificultando o desenvolvimento desses tipos de demonstradores. No caso de *lighthouses*, isso também pode acontecer devido à falta de um mapeamento coordenado no país que

permita identificar empresas que atendam aos requisitos do Fórum Econômico Mundial.

Figura 3 – Nível de desenvolvimento dos demonstradores

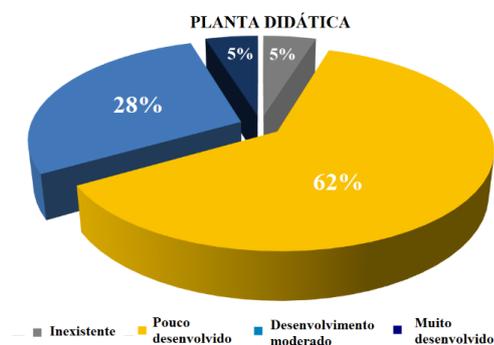
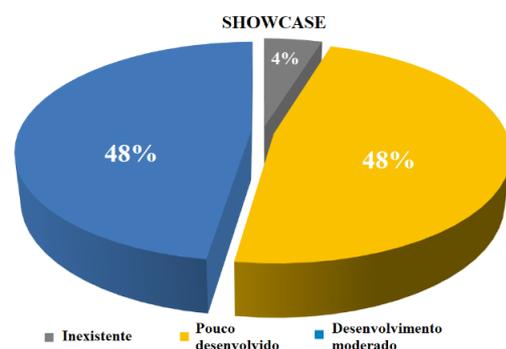
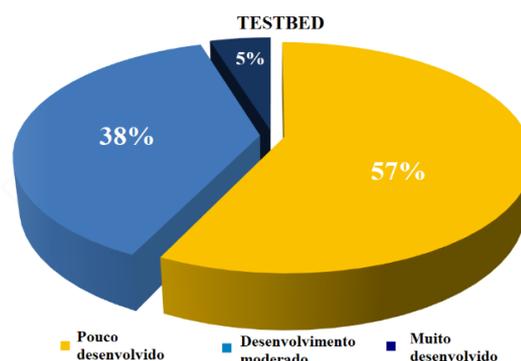
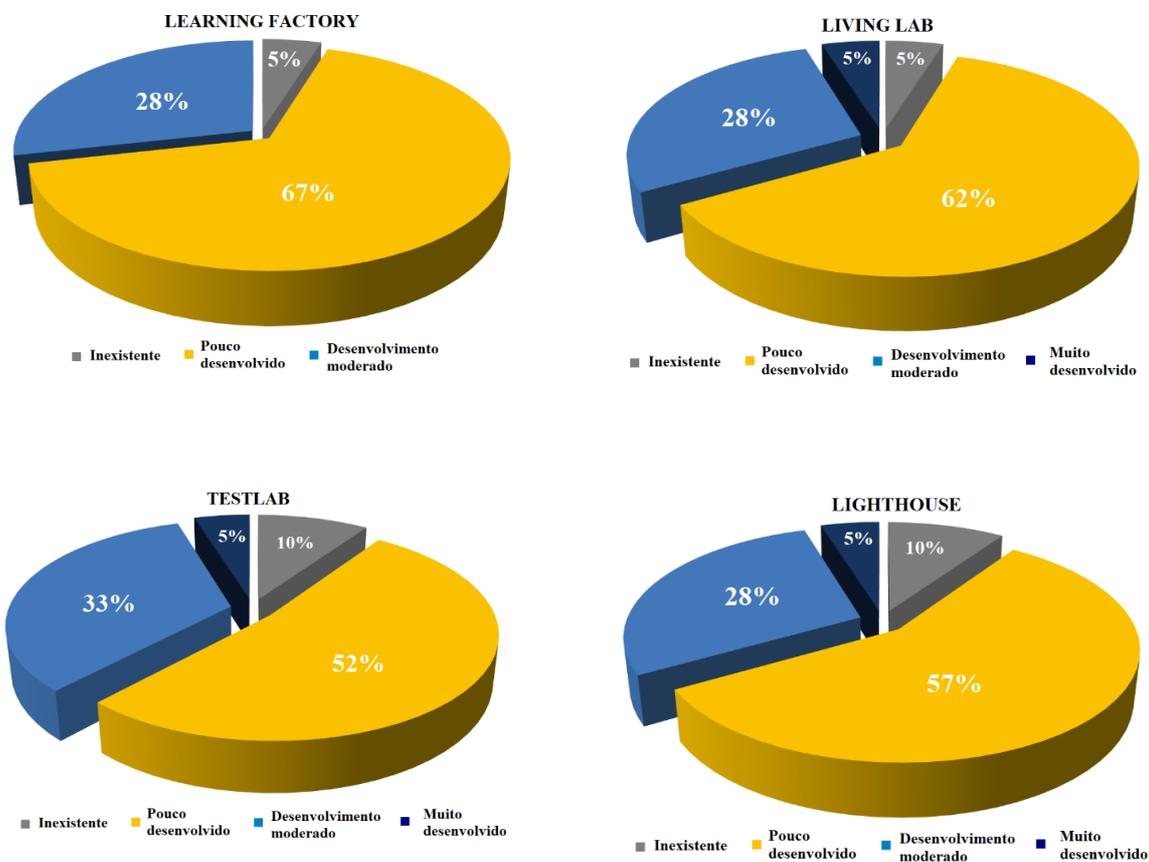


Figura 4 – Nível de desenvolvimento dos demonstradores (continuação)



¹¹ <http://www.testbed-utfpr.com.br/en/>

¹² <https://smartufabc.8b.io/>

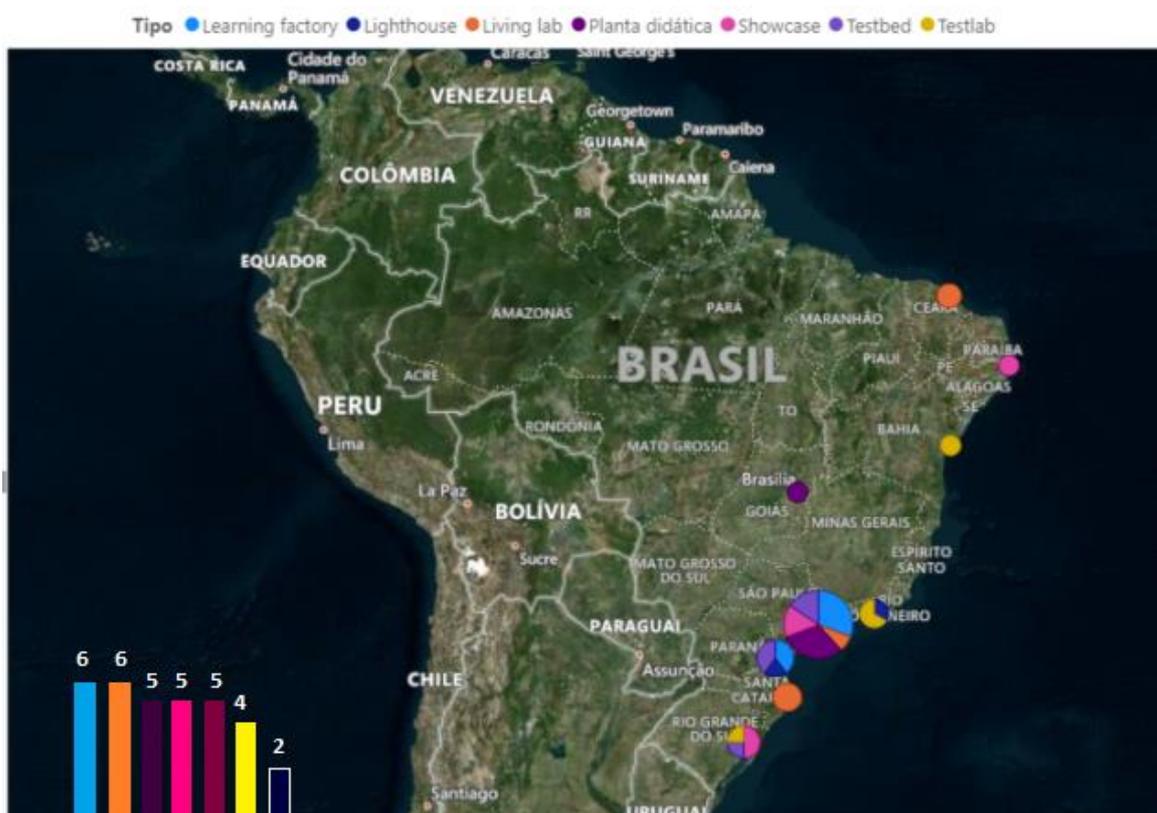
¹⁴ <https://www.abdi.com.br/postagem/abdi-divulga-entidades-selecionadas-para-testar-tecnologias-de-industria-4-0>

¹⁵ <https://www.senairs.org.br/edital-bndes-testbed-iot>

Mapeamento nacional

Após o entendimento do nível de desenvolvimento de demonstradores no país, foi realizado um levantamento a nível nacional (Figura 5) para os principais demonstradores existentes dentro do Brasil. O levantamento realizado contou com a participação dos membros da Câmara I4.0 e o uso do site de mapeamento de iniciativas para a Indústria 4.0 do MCTI¹⁶. É importante destacar que o total de demonstradores mapeados foram aqueles divulgados publicamente e que apresentaram uma conceitualização e caracterização clara com as nomenclaturas abordadas no relatório. A Figura 5 apresenta o número e localização por estado de demonstradores relacionados à Indústria 4.0 no Brasil.

Figura 5 – Mapeamento nacional de demonstradores



¹⁶ <https://mapeamento40.mctic.gov.br/#/map-iniciativas>

A partir desse levantamento inicial é possível verificar um número limitado de *testlabs* de Indústria 4.0 no Brasil, fator que dificulta a validação ou certificação de soluções tecnológicas desenvolvidas em território nacional. Outro fator notado é que grande parte das iniciativas de Indústria 4.0 lideradas por empresas privadas nacionais baseiam-se em parcerias multiempresariais como o Ágora Tech Park e o Projeto Alma 4.0. Ainda, boa

parte dos demonstradores no Brasil concentram-se em instituições de ensino como universidades e sedes do SENAI. Alguns estados como São Paulo e Paraná possuem considerável número de demonstradores. Nota-se que o estado de Santa Catarina possui forte ênfase em inovação aberta a partir do uso de *living labs*, enquanto plantas didáticas estão presentes majoritariamente em São Paulo. Assim, de maneira geral, a exceção de *lighthouses*, foram encontrados números aproximados para cada tipo de demonstrador dentro do país. No Brasil é difícil encontrar empresas consideradas rigorosamente *lighthouses* a partir da classificação do Fórum Econômico Mundial.

✓ **Testbeds (6)**

- Testbed Educacional Digital (PR)
- FASTEN - Flexible and Autonomous Manufacturing Systems for Custom-Designed Products (SP)
- Hub de Inteligência Artificial (PR)
- Testbed UFABC (SP)
- Testbed ALMA 4.0 (RS)

✓ **Showcases (5)**

- Encontros Empresariais - Open Innovation (PE)
- Feimec (SP)
- Mercopar (Jornada 4.0) (RS)
- Smart Factory Showcase (RS)Expomafe (SP)

✓ **Plantas didáticas (5)**

- Programa Festo Didactic de Qualificação para Indústria 4.0 (SP)
- Observatórios de Pesquisa Aplicada- DataLab (DF)
- Projeto "Menu do Dia" (SP)
- Demonstrador Manufatura 4.0 (SP)
- Simulador de Manufatura Avançada (SP)

✓ **Lighthouses (2)**

- Fábrica da Renault em Curitiba (PR)
- MODEC (RJ)

✓ **Learning factories (6)**

- Fábrica do Futuro 4.0 USP (SP)
- Laboratório de Manufatura Avançada 4.0 (SP)
- Instituto Senai de Tecnologia da Informação e Comunicação (PR)
- Confecção 4.0 (SP)
- Demonstrador Processos contínuos 4.0 (SP)
- Instituto Senai de Inovação em Eletroquímica (PR)

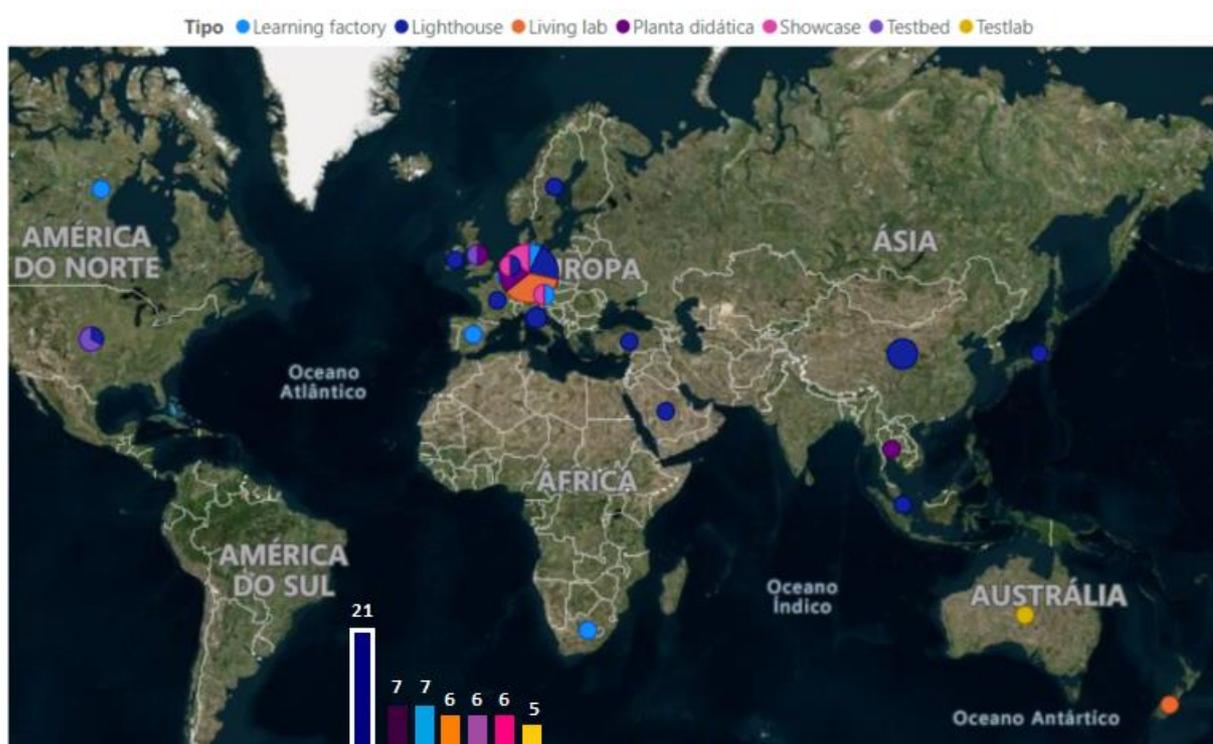
✓ **Living labs (6)**

- LABFABER 4.0 (SC)
- Ágora Tech Park (SC)
- CENTAURO 4.0 (CE)
- Living Lab Florianópolis (SC)
- Coworking Hubine (CE)
- Projeto Campus Sustentável Unicamp (SP)
- ✓ **Testlabs (4)**
- Laboratório de Inteligência Artificial (LabIA) UFRJ (RJ)
- Laboratório de Inteligência Artificial Aplicada IEN (Instituto de Engenharia Nuclear) (RJ)
- Labelo PUCRS (RS)
- Senai Cimatec (BA)

Mapeamento internacional

Na Figura 6, é apresentado o mapeamento a nível internacional dos principais demonstradores bem caracterizados e encontrados ao redor do mundo. É importante destacar que os demonstradores e quantidades identificados não compõe uma busca exaustiva que permita caracterizar o perfil de cada país. O mapa conta com pelo menos 5 exemplos para cada tipo de demonstrador, sendo que *lighthouses* ganharam grande destaque com 21 exemplos a partir do relatório do Fórum Econômico Mundial¹⁰ que apresenta 16 empresas consideradas faróis para a Indústria 4.0. Ao total, foram encontrados 58 diferentes exemplos internacionais classificados dentro dos 7 tipos de demonstradores em análise no presente estudo.

Figura 6 – Mapeamento internacional de demonstradores



Percebe-se, a partir desse mapeamento, que o cenário internacional mostrou-se favorável a adesão da Indústria 4.0, já demonstrando estar caminhando para fases mais avançadas da sua implementação como, por exemplo, o Consórcio Worcestershire 5G, um *testbed* para desenvolvimento da tecnologia 5G que tem como objetivo integrar essa tecnologia à

conectividade das fábricas 4.0. Também se observa no cenário internacional um número maior de colaboração entre empresas de tecnologia e instituições de ensino, fator que possibilita o desenvolvimento de muitos demonstradores orientados à educação profissional como plantas didáticas e *learning factories*. Há também um considerável número de colaborações entre empresas

privadas e institutos de pesquisa tecnológica, gerando *living labs* que visam desenvolver soluções específicas da Indústria 4.0 para resolver demandas ou problemas da rotina ou da área de atuação das empresas. Consequentemente, soluções cada vez mais inovadoras, ou até mesmo disruptivas, têm sido continuamente desenvolvidas em países desenvolvidos. O Telekom Open IoT Labs e o Lufthansa Soluções Industriais na Alemanha são exemplos disso. Os *testlabs* encontrados demonstraram também um considerável nível de avanço da Indústria 4.0, pois em alguns casos as tecnologias dos laboratórios têm sido utilizadas para aplicações que vão além do setor tradicional manufatureiro sendo realizando testes de tecnologias para setores da agricultura, espacial e biomedicina. Também, o amplo número de *lighthouses* identificadas pelo Fórum Econômico Mundial a nível internacional mostra que grandes empresas já atingiram um nível tão elevado de implementação de Indústria 4.0 que já podem ser consideradas referências na aplicação do conceito.

O mapeamento também identificou um volume importante de demonstradores dentro da Alemanha. Esse dado mostra algo bastante esperado pelo fato de a Alemanha ser o país pioneiro no conceito “Indústria 4.0”. Além disso, foi encontrado pelo menos um exemplo claro de cada tipo de

demonstrador dentro da Alemanha, evidenciando que o país vem investindo na Indústria 4.0 em diferentes perspectivas nos últimos anos.

Por outro lado, ficaram mais evidentes alguns tipos específicos de demonstradores em países como a Austrália e a China. No caso da Austrália, foram identificados apenas *testlabs* 4.0. Isso se deve principalmente pela força tarefa desenvolvida pelo governo do país em 2017 com o intuito de mapear e desenvolver *testlabs* para testar conceitos e tecnologias dentro do país. Já na China, foram identificadas principalmente *lighthouses*. Uma possível explicação para a forte presença de *lighthouses* seria devido aos distritos de inovação desenvolvidos pelo governo chinês. Os distritos de inovação chineses concentram boa parte das grandes empresas e *startups* que recebem incentivo fiscal do governo para seu desenvolvimento. Além disso, esses distritos contam com a proximidade das universidades, colaborando assim para o desenvolvimento tecnológico do país. No caso dos Estados Unidos, foi identificado pelo menos um exemplo para cada demonstrador a exceção de *living labs*, apesar de contar com uma região altamente inovadora como o Vale do Silício, que opera como um ambiente de inovação aberta entre universidades, grandes empresas e startups.

Tabela 1 – Relação de demonstradores internacionais por país

| Nome | Demonstrador | País | Cidade |
|--|------------------|------------------|-----------------|
| Universidade de Ciências Aplicadas (HTW) de Dresden | Testbed | Alemanha | Dresden |
| Laboratório Industrial IoT | Testbed | Estados Unidos | Las Vegas |
| Testbed Reconfigurável de Fábrica | Testbed | Estados Unidos | Michigan |
| Consórcio Worcestershire 5G | Testbed | Reino Unido | Londres |
| Testbed de Indústria 4.0 no CTU CIIRC | Testbed | República Tcheca | Praga |
| Hannover Messe | Showcase | Alemanha | Hannover |
| Automatica | Showcase | Alemanha | Munique |
| Additive Manufacturing for Aerospace & Space | Showcase | Alemanha | Hamburg |
| International Convention on Machine Learning | Showcase | Áustria | Viena |
| AM Medical | Showcase | Estados Unidos | Minneapolis |
| World Summit AI 2020 | Showcase | Holanda | Amsterdã |
| Transfer Factory | Planta didática | Alemanha | Meschede |
| Modelo de fábrica µPlant | Planta didática | Alemanha | Kassel |
| Fábrica de aprendizagem ciberfísica | Planta didática | Alemanha | Wittenberge |
| Planta Didática Festo na Albert Dorman Honors College | Planta didática | Estados Unidos | Nova Jersey |
| Middlesex' University Cyber factory | Planta didática | Reino Unido | Londres |
| Laboratório de Transformação Digital da Bosch | Planta didática | Tailândia | Rayong |
| Stellenbosch Learning Factory | Learning factory | África do Sul | Stellenbosch |
| Center for Industrial Productivity | Learning factory | Alemanha | Darmstadt |
| Technische Universität Wien: Pilot Factory | Learning factory | Áustria | Viena |
| Laboratório Indústria IoT | Learning factory | Bélgica | Ghent |
| Centro de Manufatura Inteligente da Universidade de Windsor | Learning factory | Canadá | Windsor |
| Laboratório de Indústria 4.0 do Centro de Automação (CeDint) da Universidade Politécnica de Madrid | Learning factory | Espanha | Madrid |
| Centro Regional de Manufatura do Sul dos Estados Unidos | Learning factory | Estados Unidos | College Station |
| FZI Living Lab Industrial | Living lab | Alemanha | Karlsruhe |
| Lufthansa Soluções Industriais | Living lab | Alemanha | Norderstedt |
| Living Lab de Logística | Living lab | Alemanha | Leipzig |
| Telekom Open IoT Labs | Living lab | Alemanha | Dortmund |
| DB Schenker Enterprise Lab | Living lab | Alemanha | Dortmund |
| Laboratory for Industry 4.0 Smart Manufacturing Systems(LISMS) | Living lab | Nova Zelândia | Auckland |
| AMBIENTES DE TESTE DA INDÚSTRIA 4.0 | Testlab | Alemanha | Reutlingen |
| UniSA Industry 4.0 Testlab | Testlab | Austrália | Adelaide |
| University of Western Australia ERDi Testlab | Testlab | Austrália | Crawley |
| Industry 4.0 Energy Testlab | Testlab | Austrália | Brisbane |
| Swinburne University of Technology Industry 4.0 Testlab | Testlab | Austrália | Melbourne |
| University of Technology Sydney Industry 4.0 Testlab | Testlab | Austrália | Sydney |
| Centro de Precisão em Metrologia | Testlab | Estados Unidos | Charlotte |
| Fendt/AGCO | Lighthouse | Alemanha | Maktoberdorf |
| BMW | Lighthouse | Alemanha | Regensburg |

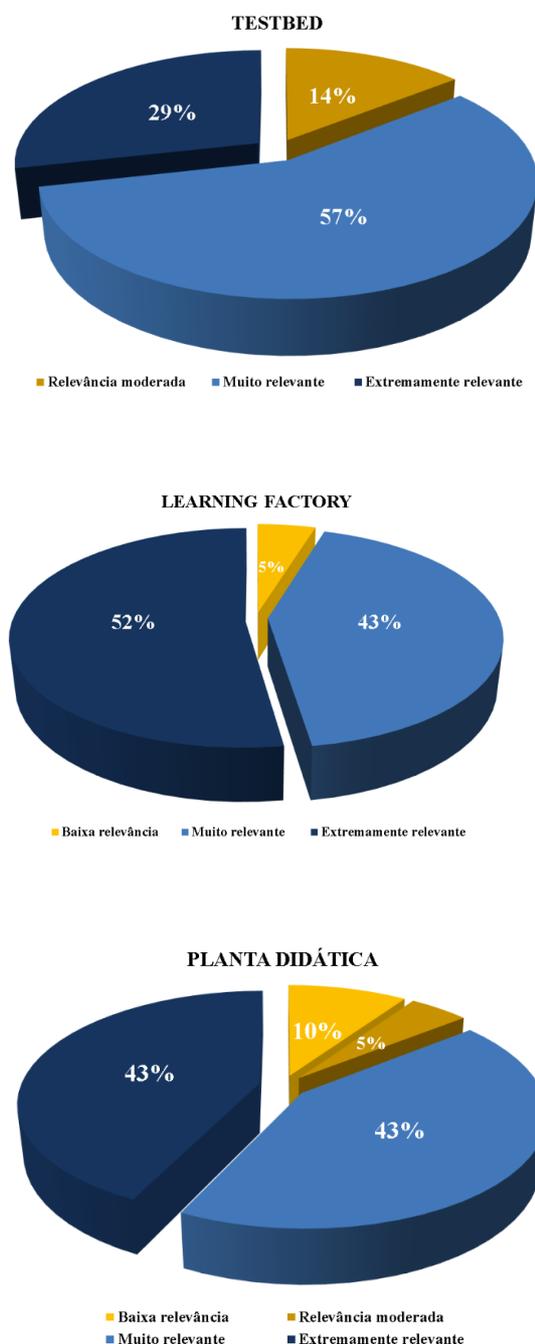
Tabela 1 (continuação...) – Relação de demonstradores internacionais por país

| Nome | Demonstrador | País | Cidade |
|---------------------------------|---------------------|------------------|----------------|
| Phoenix Contact | Lighthouse | Alemanha | Bad Pyrmont |
| Saudi Aramco | Lighthouse | Arábia Saudita | Uthmaniya |
| Bosch Automaotive | Lighthouse | China | Wuxi |
| Danfoss | Lighthouse | China | Tianjin |
| Foxconn Industrial Internet | Lighthouse | China | Sphenzhen |
| Haier | Lighthouse | China | Qingdao |
| Siemens Industrial Automation | Lighthouse | China | Chengdu |
| Fast Radius with UPS | Lighthouse | Estados Unidos | Chicago |
| Johnson & Johnson | Lighthouse | EUA | Jacksonville |
| Schneider Electric | Lighthouse | França | Le Vaudreuil |
| Tata Steel | Lighthouse | Holanda | Ijmuiden |
| Johnson & Johnson DePuy Synthes | Lighthouse | Irlanda | Cork |
| Bayer Division Pharmaceuticals | Lighthouse | Itália | Garbagnate |
| Rold | Lighthouse | Itália | Cerro Maggiore |
| General Electric Healthcare | Lighthouse | Japão | Hino |
| Procter & Gamble | Lighthouse | República Tcheca | Rakona |
| Micron | Lighthouse | Singapura | Singapura |
| Sandvik Coromant | Lighthouse | Suécia | Gimo |
| Petkim | Lighthouse | Turquia | Izmir |

Oportunidades para o Brasil

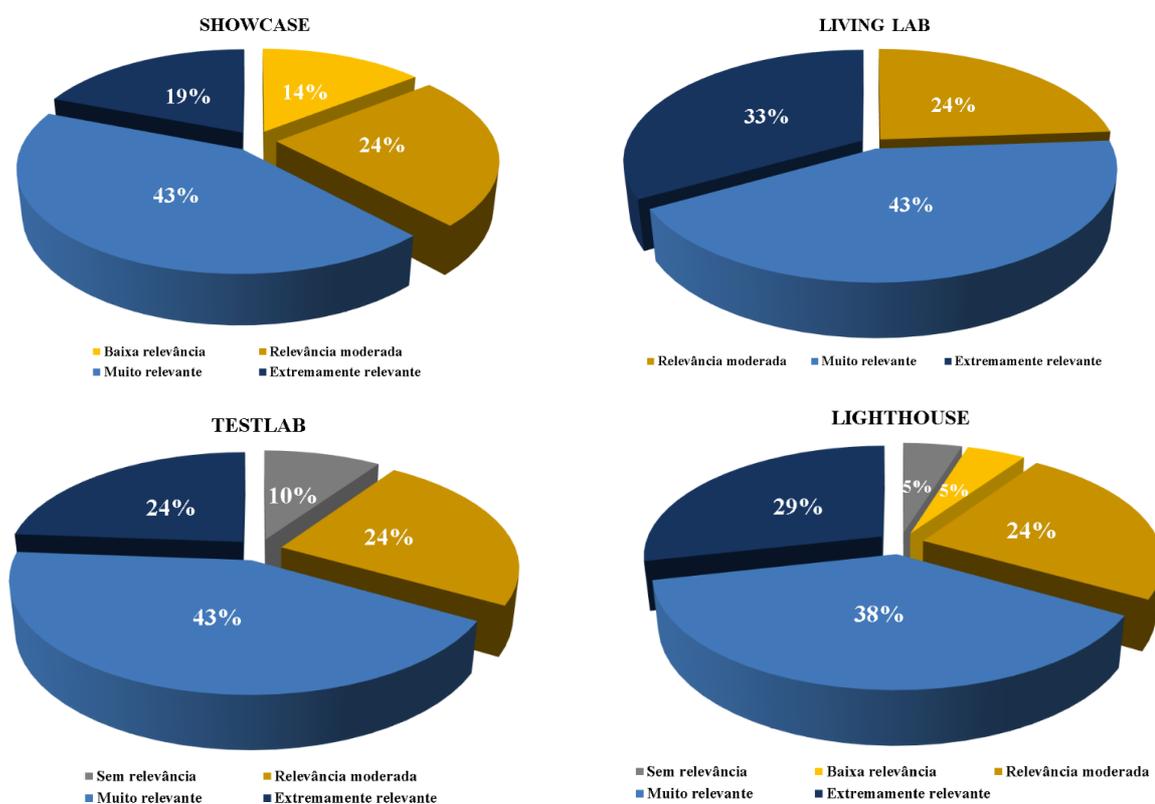
A partir da segunda fase da pesquisa (consolidação), foram levantados quais os demonstradores com maior relevância para o país e *stakeholders* para os quais poderiam oferecer uma maior contribuição. A Figura 7 mostra que os membros do GT de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Câmara I4.0 consideram que *testbeds*, *learning factories* e plantas didáticas teriam uma maior relevância para o cenário brasileiro. A partir desses resultados fica evidente a importância de demonstradores com objetivo educador, i.e., *learning factory* e planta didática. Estes demonstradores normalmente estão presentes dentro de instituições de ensino e centros de P&D, tendo seu foco majoritariamente na reprodução de um ambiente controlado com tecnologias 4.0 para aprendizagem acadêmica. Porém, *learning factories* também possuem o objetivo de desenvolver novas soluções dentro desses ambientes controlados, assim como *testbeds*, que são plataformas para testar produtos e conceitos 4.0. Nesse âmbito, o desenvolvimento de novos produtos e soluções para a Indústria 4.0 a partir de *testbeds* e *learning factories* também é visto como um objetivo chave dentro do contexto brasileiro. Isso demonstra que esses demonstradores requerem considerável nível de desenvolvimento em P&D, ponto de muita carência dentro do Brasil no contexto 4.0.

Figura 7 – Relevância dos demonstradores



A partir da Figura 8, pode-se notar que os demais demonstradores também são considerados importantes para o ganho de vantagem competitiva e desenvolvimento da Indústria 4.0 no país. Todavia, também existe um considerável percentual de incerteza em relação a esses demonstradores para os membros da Câmara I4.0. Percebe-se que isso ocorre por demonstradores como *showcases* e *testlabs* já existirem em abundância dentro do país, porém não orientados para a Indústria 4.0. Enquanto *living labs* e *lighthouses* ainda carregam incertezas por serem conceitos desenvolvidos mais recentemente^{10,17} e bastante disruptivos.

Figura 8 – Relevância dos demonstradores (continuação)

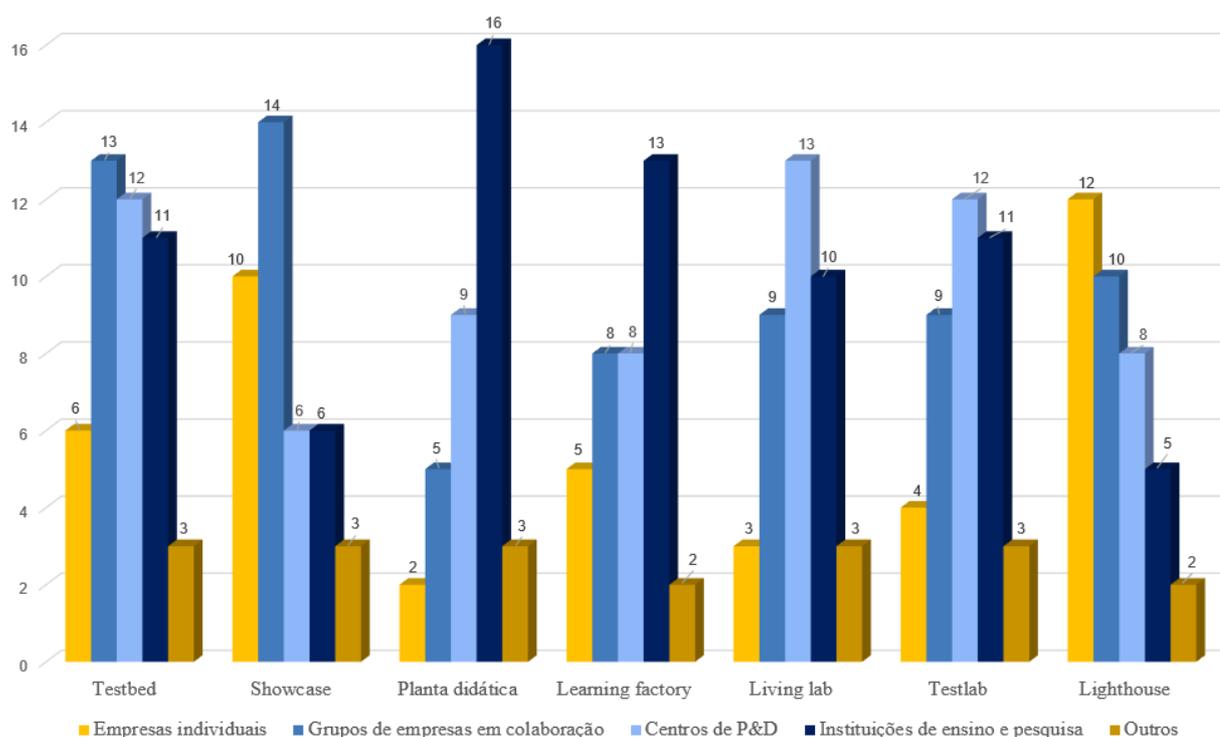


¹⁰ LEURENT, H.; DE BOER, E. Fourth industrial revolution beacons of technology and innovation in manufacturing. In: World Economic Forum. 2019.

¹⁷ ENOLL (2018), Bill Mitchell, Father of the Living Lab Concept, passed away this weekend <http://www.openlivinglabs.eu/news/call-papersliving-labs-openlivinglab-days-2018>

A partir da Figura 9, foi possível estimar quais *stakeholders* cada demonstrador teria um maior potencial de contribuição. Além disso, essa análise permitiu também checar com a literatura e através do grupo focal quais os tipos de *stakeholders* que mais desenvolvem cada tipo de demonstrador.

Figura 9 – Potencial de contribuição para *stakeholders* para o desenvolvimento dos demonstradores



De maneira geral, a exceção de *testbeds*, que são plataformas desenvolvidas em colaboração com diferentes atores, os demais demonstradores normalmente são desenvolvidos *stakeholder*. Por exemplo, *showcases* normalmente costumam ser organizados por grupos de empresas em colaboração para feiras e eventos empresariais. Já plantas didáticas e *learning factories* que possuem o objetivo de lecionar e educar normalmente são construídas em instituições de ensino e pesquisa. Por outro lado, *living labs* e *testlabs* apresentam maior presença em centros de P&D,

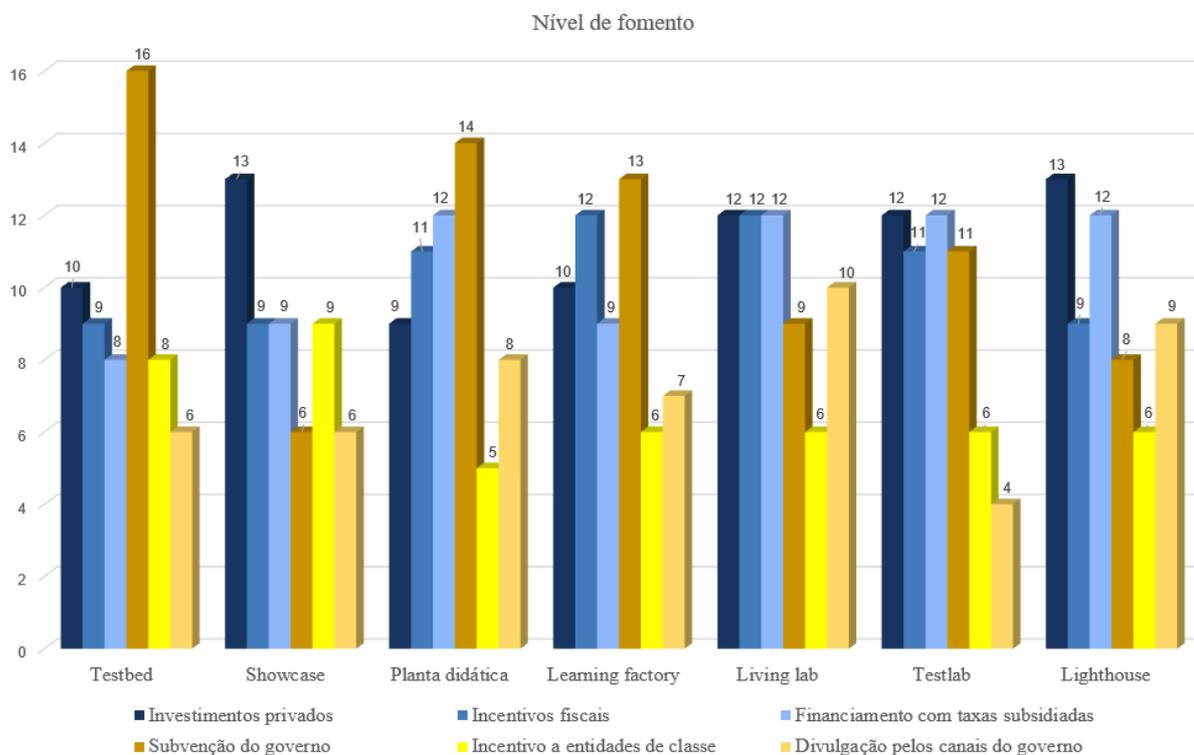
aparecendo em segundo lugar instituições de ensino e pesquisa. Os resultados mostram coerência para esses demonstradores que normalmente estão presentes em centros de testes e certificação, bem como de inovação tecnológica aberta ao público. Já *lighthouses* aparecem com maior potencial de contribuição para empresas individuais, por serem cases onde uma determinada empresa obteve êxito na implementação de tecnologias ou conceitos 4.0 na prática e onde empresas podem usar como *benchmark* para o desenvolvimento de suas próprias soluções 4.0.

Busca por recursos e fomentos

Em relação aos tipos de fomento, identificamos alto potencial de contribuição a partir de diferentes tipos de formas de incentivo para a maioria dos demonstradores, à exceção de *testbeds* e *showcases* conforme a Figura 10. No caso de *testbeds*, subvenção do governo ou benefícios oferecidos pelo governo foram caracterizados como o maior potencial de incentivo oferecido para desenvolver o demonstrador. Uma possível explicação seria pelo demonstrador poder ser desenvolvido tanto por instituições de ensino, centros de P&D e empresas, abrindo

um considerável número de *stakeholders* que poderiam se beneficiar de um fomento relacionado a subvenção do governo. Para *showcase*, por normalmente ser organizado por grupos de empresas ou associações empresariais, os resultados indicam um maior foco em investimentos de caráter privado. Já para os demais demonstradores, de acordo com os membros do GT de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação há a oportunidade de diferentes tipos de investimentos e incentivos para os seus desenvolvimentos no Brasil.

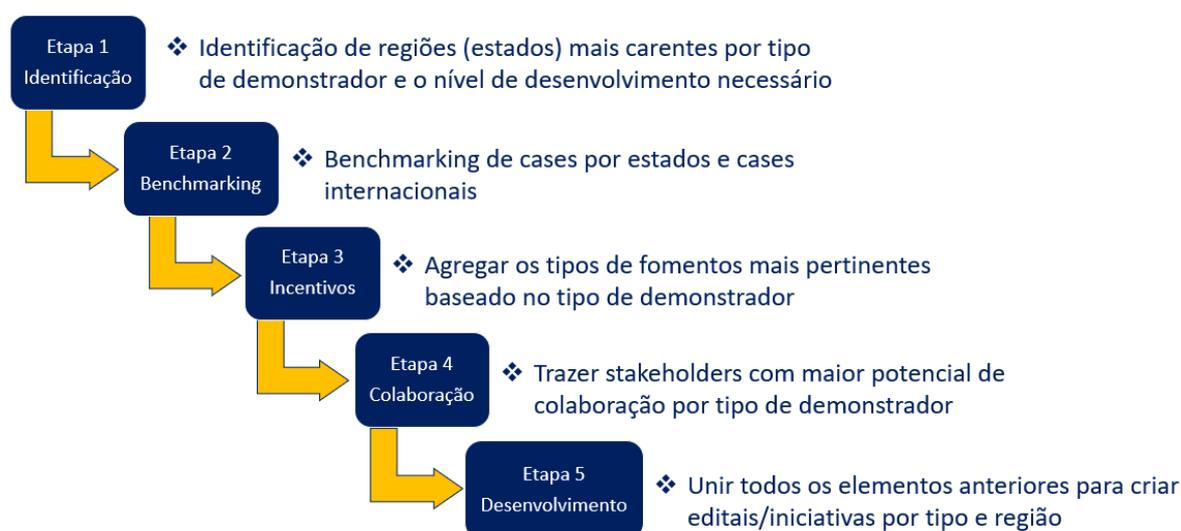
Figura 10 – Tipos de fomento para cada demonstrador



Recomendações finais para a implementação de demonstradores

A partir dos resultados encontrados e do levantamento realizado pelo estudo foram traçadas recomendações para a implementação e desenvolvimento dos demonstradores no Brasil. A Figura 11 apresenta as recomendações divididas em 5 etapas para a implementação e desenvolvimento de demonstradores após o entendimento de suas características específicas a partir desse levantamento.

Figura 11 – Etapas de recomendações para o desenvolvimento de demonstradores no Brasil



Etapa 1 – Identificação. A etapa consiste na identificação das regiões mais carentes por tipo de demonstrador a partir de uma extensão do mapeamento realizado no presente relatório. É importante classificar e entender o contexto de cada estado do país, assim como verificar os tipos de demonstradores mais vantajosos por região. Outro fator importante desse estágio é a verificação do nível de desenvolvimento de cada demonstrador na região, analisando se o grau de qualidade apresentado é suficiente para auxiliar na transformação digital da região e a nível nacional.

Etapa 2 – Benchmarking. A Etapa 2 consiste em analisar e selecionar a partir do mapeamento internacional demonstradores *benchmarks* para o

desenvolvimento a nível nacional. Também consiste na seleção e comparação de cases nacionais famosos para o desenvolvimento de outros demonstradores dentro do país. Essa etapa auxiliaria os membros da Câmara I4.0 a verificar o que existe de melhor e mais interessante e como replicar para o contexto brasileiro. E também auxiliaria no entendimento da seleção de recursos e parceiros para o desenvolvimento por tipo de demonstrador.

Etapa 3 – Incentivos. Essa etapa tem como objetivo promover os tipos de fomentos mais indicados para cada demonstrador. O levantamento inicial realizado no presente estudo pode servir de guia para a Câmara I4.0 começar a correlacionar os tipos de incentivos por

demonstrador, aliando ao Plano de Ação, desenvolvido em 2019. As classificações e características oferecidas para cada tipo de demonstrador no presente estudo ajudaria a entender que tipo de esforços e recursos investir para determinado tipo de demonstrador.

Etapa 4 – Colaboração. Essa etapa consiste na seleção de potenciais parceiros, baseado nos tipos de incentivos ofertados, bem como, no tipo de demonstrador selecionado para a região. O levantamento realizado auxiliaria a entender quais poderiam ser os potenciais parceiros para cada tipo de demonstrador, ajudando os membros da Câmara I4.0 a investir esforços nesse tipo de colaboração para o desenvolvimento do demonstrador. Ademais, os incentivos ofertados na etapa anterior podem servir de chamariz para atrair esses novos parceiros.

Etapa 5 – Desenvolvimento. Por fim, a etapa 5, consiste na integração de todos os estágios anteriores para o desenvolvimento de iniciativas para demonstradores dentro do país. Essa etapa se configuraria baseada na tecnologia ou conceito da Indústria 4.0 selecionada para ser desenvolvida e se configura como a execução da iniciativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a participação de diversos profissionais que oportunizaram a realização da pesquisa assim como a compreensão dos conceitos relacionados à Indústria 4.0. De maneira especial, o NEO-UFRGS agradece às empresas e instituições da Câmara I4.0 que auxiliaram na elaboração deste relatório.

Além disso, as atividades de pesquisa conduzidas neste projeto só foram possíveis graças aos financiamentos das seguintes agências de fomento:

- ❖ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
- ❖ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
- ❖ Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS)



Núcleo de Engenharia Organizacional
Departamento de Engenharia de Produção e Transportes
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 5º andar
90035-190 – Porto Alegre, RS – Brasil
Fone: +55 51 3308.3490
E-mail: neo@producao.ufrgs.br
www.ufrgs.br/neo



NEO

Núcleo de Engenharia
Organizacional

**ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL