

## Industrie 4.0

**Possibilidades de colaboração com a cooperação para o desenvolvimento e a economia alemã na área de tecnologia / transferência de know-how para o Brasil**



**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sitz der Gesellschaft  
Bonn und Eschborn

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Abteilung Wirtschaft und Soziales  
Innovative Kooperationsansätze mit der Wirtschaft

Friedrich-Ebert-Allee 40  
53113 Bonn

T +49 228 4460-0

F +49 228 4460-1766

E [uta.borges@giz.de](mailto:uta.borges@giz.de)

I [www.giz.de](http://www.giz.de)

**Responsável:**

Uta Borges  
Kathrin Anna Maria Daum

**Autores:**

Dr. Andreas Heindl, acatech  
Dr. Alexander Werbik, acatech  
Dr. Johannes Winter, acatech  
Dr. Bernd dos Santos Mayer, AHK Sao Paulo  
Bruno Vath Zarpellon, AHK Sao Paulo  
Florian Remann, GIZ Brasilien

**Tradução do Alemão para o Português:**

Susanna Berhorn de Pinho

**Fontes:**

Referências URL:

Os conteúdos de páginas externas que são referenciadas neste documento são sobre a responsabilidade das respectivas operadoras. A GIZ se distancia explicito destes conteúdos. A GIZ é responsável para o conteúdo desta publicação.

Bonn 2016

**Conteúdo:**

<b>1</b>	<b>Sinopse:</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Introdução: Indústria 4.0 como desafio e chance</b> .....	<b>5</b>
	2.1 Definição do conceito Indústria 4.0	5
	2.2 Classificação histórica	6
	2.3 Implicações para a economia	9
	2.4 Implicações para as empresas	10
<b>3</b>	<b>Processo metódico</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Diagnósticos centrais</b> .....	<b>14</b>
	4.1 Chances proporcionadas pela Indústria 4.0 no Brasil	14
	4.2 Consideração REAL-GAP	17
<b>5</b>	<b>Opções de cooperação para uma colaboração no desenvolvimento</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Estratégias de implementação da colaboração de desenvolvimento</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Bibliografia</b> .....	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>Roteiro para entrevistas</b> .....	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Pesquisa online de dados brutos</b> .....	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>Apresentação em Bonn (5 de setembro de 2016)</b> .....	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>Apresentação em São Paulo (29 de setembro de 2016)</b> .....	<b>51</b>

## 1 Sinopse:

A quarta revolução industrial representa um desafio para toda a sociedade no Brasil. A conexão entre pessoas, objetos e sistemas geram redes de valor agregado que excedem cada vez mais os limites das empresas. Como área de demanda integrada e interdisciplinar, a indústria 4.0 influenciará no futuro a economia brasileira integralmente, estabelecendo novas exigências para a pesquisa e o desenvolvimento, para a infraestrutura em todo território nacional, assim como para as condições gerais regulatórias e legais. Nas empresas, a transformação rumo à indústria 4.0 inclui áreas centrais como a estratégia operacional, a estrutura organizacional, modelos de negócios, assim como a formação de quadros de funcionários e executivos. No desenvolvimento das cooperações Brasil-Alemanha na Indústria 4.0 é imperativo considerar as fortes disparidades regionais e setoriais. Por um lado, as empresas de pequeno e médio porte com atividades fora do setor de alta tecnologia e que focam em áreas econômicas externas ao espaço digital na realização de oportunidades de agregação de valor dominam em todo o território nacional. Nesse contexto, especialmente a estrutura econômica fora das grandes regiões metropolitanas ainda está fortemente atada à indústria 2.0. Em regiões, nas quais as condições básicas de infraestrutura não estiverem instaladas, o incentivo localizado de start-ups inovadoras pode contribuir para a substituição de estruturas econômicas antiquadas, permitindo a jovens empresas uma entrada direta na indústria 4.0. Assim, podem ser utilizadas novas tecnologias como serviços móveis, software-as-a-service, computação na nuvem ou financiamento coletivo (*crow-financing*) para colocar em prática modelos digitais de agregação de valor em ecossistemas baseados em plataformas e novos mercados podem ser explorados diretamente, dispensando intermediários. Por outro lado, as cooperações Brasil-Alemanha podem focar no incentivo de uma evolução da Indústria 3.0 à 4.0, especialmente em setores e regiões, nos quais já existem empresas pioneiras que representam uma forte concorrência. Em ilhas de setores altamente desenvolvidos como mineração, energia, agricultura, indústria automobilística e aeronáutica, assim como nos setores de saúde e bancos, o Brasil tem chances para um desenvolvimento rumo a uma futura liderança em soluções de indústria 4.0 internacionalmente competitivas. Mediante o apoio na implementação de uma infraestrutura digital orientada no futuro, a construção de plataformas de integração específicas do setor, cooperações na área de formação profissional e continuada, assim como o incentivo e a conexão internacional de jovens empresas, as condições gerais no Brasil para a indústria 4.0 podem ser melhoradas de forma sustentável.

## 2 Introdução: Indústria 4.0 como desafio e chance

### 2.1 Definição do conceito Indústria 4.0

Automação e digitalização entabulam a quarta revolução industrial. Com a introdução da internet das coisas, dados e serviços, a configuração global da economia e do trabalho muda consideravelmente em quase todos os setores industriais. Desde a entrega do relatório do grupo de trabalho da união de pesquisa à chanceler da Alemanha e desde a largada inicial para a plataforma indústria 4.0 na feira de Hannover em 2013, o termo indústria 4.0 resume a **mudança de paradigmas** econômicos: fornecimento, fabricação, manutenção, entrega e atendimento ao cliente ficam vinculados por meio da Internet. Cadeias de valores rígidas transformam-se em redes de cadeias de valor altamente flexíveis. **Produtos inteligentes** controlam ativamente o processo de produção, equipamentos desencadeiam ações autonomamente, definindo assim as próximas etapas de trabalho. As **quantidades de dados** obtidas dessa forma podem ser resumidas em plataformas, avaliadas em tempo real e utilizadas para novos processos. Com base nisso, são criados novos modelos de negócios acionados por dados, que colocam novos atores econômicos no mercado.

#### **Como se define a Indústria 4.0?**

*O conceito descreve uma nova etapa da organização e do controle de toda a cadeia de valor agregado através do ciclo de vida de produtos. Esse ciclo orienta-se nas solicitações cada vez mais individualizadas dos clientes e abrange desde a ideia, o pedido de desenvolvimento e fabricação, o fornecimento de um produto ao cliente final até a reciclagem, incluindo os respectivos serviços. Tomamos como base a disponibilidade de todas as informações relevantes em tempo real mediante a conexão de todas as instâncias que participam da agregação de valor, assim como a capacidade de deduzir o fluxo de valor agregado a qualquer momento a partir de dados. Com a conexão de pessoas, objetos e sistemas são geradas redes dinâmicas de valor agregado, otimizadas em tempo real e que se organizam autonomamente transcendendo as empresas e que podem ser otimizadas conforme diferentes critérios, como por exemplo, custos, disponibilidade e consumo de recursos<sup>1</sup>.*

Mesmo além das empresas, a Indústria 4.0 influencia diretamente o mercado de trabalho, a sociedade e a ecologia. Com o forte crescimento da interação homem-máquina, mudam também as exigências enfrentadas pelos colaboradores. Assim, o cotidiano profissional é cada vez mais caracterizado por **tarefas de coordenação** e pelo monitoramento de sistemas inteligentes. As novas possibilidades de trabalho flexível, as crescentes demandas de cooperação em redes compostas complexas e as exigências em mutação na qualificação acarretam também em transformações no **plano social**. Além disso, a Indústria 4.0 tem também efeitos sobre a **ecologia** – por exemplo, mediante uma produção com maior eficiência energética e que conserve mais os recursos, flexibilizações nas decisões sobre locais, bem como novas opções de economia

---

<sup>1</sup> Ver Plataforma Indústria 4.0 2014.

sustentável. Ao mesmo tempo, a crescente fusão do mundo digital com o físico através da internet das coisas, dados e serviços inicia uma nova fase da integração mundial.

Essas mudanças abrangem todos os países em sua totalidade. Não obstante, há diferenças entre as exigências para a configuração do processo de mudança de países industrializados como a Alemanha e países emergentes como o Brasil em relação a diferentes **situações de partida industriais, institucionais e sociais**<sup>2</sup>.

## 2.2 Classificação histórica

O conceito Indústria 4.0 faz referência às fases de desenvolvimento industriais passadas, as quais, no decorrer do processo de industrialização, geraram novas tecnologias, estruturas de organização e sociais complementares, acompanhadas de inovações radicais.

**Indústria 1.0:** A introdução de instalações de produção mecânicas, operadas por **energia hídrica e vapor** marca o início do desenvolvimento industrial. Enquanto a produção por meio de trabalho doméstico humano, organizada prioritariamente por corporativismo, foi cada vez mais substituída por instalações de produção mecânicas, o respectivo **deslocamento de custos de transação** provocou uma transição para organizações fabris de estrutura centralista e hierárquica. Com isso, ao final do século XVIII foi possível produzir mais rapidamente e em maiores quantidades do que jamais antes na Europa e do outro lado do oceano. Um processo de transformação social que gerou um proletariado industrial urbano e desvinculado do anterior trabalho doméstico foram efeitos centrais sociais da primeira fase de desenvolvimento industrial.

**Indústria 2.0:** O acesso à energia elétrica e a introdução das linhas de produção são características da segunda fase do desenvolvimento industrial. No início do século XX, nos países industrializados tradicionais na Europa, nos EUA e no Japão, a **manufatura em linhas de produção** separou muitas etapas de trabalho em processos individuais, especializou os funcionários e reduziu consideravelmente os custos de produção. Segundo a **teoria básica de Taylor** desenvolveram-se estruturas de *holdings* cada vez mais complexas de alta produtividade e produção em massa. O principal critério de competitividade no âmbito da segunda fase de evolução industrial é o fácil acesso a fatores básicos como baixos custos de mão de obra, terrenos e recursos naturais.

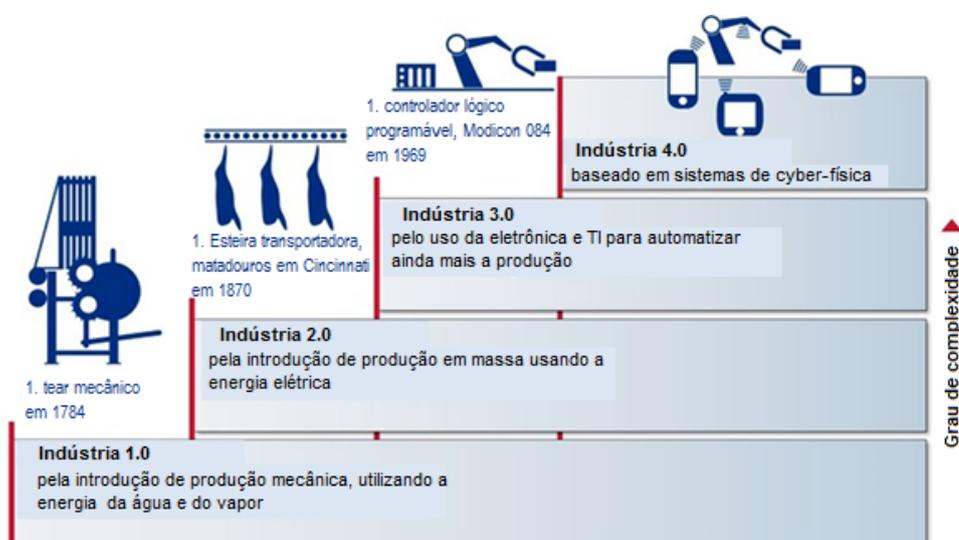
Nessa segunda fase de desenvolvimento industrial encontram-se ainda hoje muitos países em desenvolvimento ou emergentes como, por exemplo, o Brasil. Trata-se de países que concorrem nos mercados mundiais primariamente por meio de **unidades baseadas em custos de fatores** e que se especializaram em processos de produção tecnologicamente menos complexos. Esses incluem, além das clássicas indústrias leves com alta demanda de mão de obra (por exemplo, têxtil), também as indústrias baseadas em recursos (por exemplo, agricultura e mineração), assim como determinadas etapas dos setores industriais modernos (por exemplo, indústria automobilística). Em geral, modelos de especialização baseados em custos de fatores e atividades que exigem muitos conhecimentos com baixo grau de inovação (por exemplo, fabricação, montagem), enquanto os inovadores globais continuam frequentemente localizados nos países industriais tradicionais. Países em desenvolvimento que instituíram progressivamente e com sucesso tecnologias da Indústria 2.0, e que conseguiram alcançar o respectivo **processo de reorganização** na economia, acabam

---

<sup>2</sup> Ver também Gausemeier/Klocke 2016.

abandonando as características estruturais típicas de um país em desenvolvimento e são, entre outros, marcados pelas características tradicionais de países emergentes como um ambiente industrial e de inovação de maior valor, um aumento da estrutura de expansão e profundidade da economia, maiores investimentos em educação e pesquisa, assim como uma alta produtividade de trabalho. Assim, esses países alcançam a transição para a terceira fase de desenvolvimento industrial, que marca determinados setores da economia brasileira. No plano da sociedade, as transformações tecnológicas geram uma estrutura de três classes: a classe de trabalhadores, funcionários e empresários. No âmbito de uma crescente industrialização a classe de trabalhadores, inicialmente a maior em número, transforma-se passo a passo em uma classe média de funcionários e que atua no setor de serviços.

### Imagem 1 Etapas do desenvolvimento industrial



Fonte: DFKI

**Indústria 3.0:** A Indústria 3.0 progride com a automação da produção, facilitada mediante o uso de **eletrônica e tecnologias de informação** na produção. Etapas de trabalho manuais são substituídas cada vez mais por máquinas de controle lógico programável. O uso de tecnologias de automação permite a liberação de capacidades que podem ser transformadas em um maior potencial de inovação no decorrer do tempo, especialmente mediante maiores investimentos na formação profissional e continuada. Com isso, é adotado um nível mais alto de agregação de valor industrial e os países industrializados são alcançados e até mesmo superados. Os antigos países emergentes como os Tigres asiáticos conseguiram alcançar ou ultrapassar economicamente os países industrializados tradicionais mediante a **contínua valorização** de atividades industriais, investimentos no setor de serviços, assim como a ampliação do uso de tecnologias de comunicação e informação e software nos últimos 40 anos. O número de pessoas da classe média e empresária cresce, enquanto os trabalhadores industriais tradicionais tendem a ser cada vez mais substituídos por tecnologias de automação. Da mesma forma, aumenta a necessidade de **mão de obra de melhor e mais alta qualificação**. Ao mesmo tempo, é necessário focar em um investimento consequente na formação profissional e continuada

para conseguir integrar também no futuro todos os empregados no mercado de trabalho nos termos de uma boa política econômica, de mercado de trabalho e de desenvolvimento. A transformação econômica para a Indústria 3.0 tem o seu ponto de partida muitas vezes em determinadas regiões e indústrias pioneiras. No Brasil, essa mudança já ocorreu parcialmente nas áreas automobilística, aeronáutica, agricultura e saúde, assim como no sul do país.

#### **Por que as mudanças nos custos de transação na Indústria 4.0 são importantes?**

*Inovações tecnológicas influenciam os custos de transação em empresas, reduzindo, por exemplo, os custos para a coordenação, motivação e controle. O uso abrangente de tecnologias de informação e comunicação, uma crescente automação e conexão em rede de sistemas e processos de transação no âmbito da Indústria 4.0 geram uma maior transparência de mercado. Com isso, uma série de etapas de processo tornam-se padronizáveis e automatizáveis, podendo essas etapas de trabalho serem terceirizadas a empresas externas. Uma crescente especialização de empresas em uma rede de valor agregado é a consequência. No âmbito da transformação digital, os custos de transação caem em partes consideravelmente, por isso, empresas em regiões rurais do Brasil recebem novas opções de produção eficiente, logística e comercialização mundial. A saída dos fornecedores, um melhor controle da cadeia de fornecimento e um acesso direto ao cliente final facilitam a obtenção de novas vantagens competitivas.<sup>3</sup> Ao mesmo tempo, tecnologias digitais como serviços móveis, software-as-a-service, computação em nuvem ou financiamento coletivo (crow-financing) permitem que as empresas alcancem crescente flexibilidade em relação à sua localização, evitem as tradicionais dificuldades de infraestrutura no Brasil e coloquem em prática modelos digitais de agregação de valor em ecossistemas baseados em plataformas. Especialmente nos setores até o momento ainda fortemente vinculados às tecnologias e estruturas de organização da Indústria 2.0 e localizados em regiões periféricas, as start-ups inovadoras podem liberar um potencial disruptivo com o objetivo de conseguir o salto direto da Indústria 2.0 para 4.0.*

**Indústria 4.0:** Hoje, tanto os novos países industrializados como os países industrializados mais maduros como, por exemplo, a Alemanha enfrentam uma nova revolução: depois da máquina a vapor, a produção em massa elétrica e a introdução de tecnologias de informação e comunicação, esses países estão na iminência da quarta revolução industrial, revolução esta que desencadeia uma mudança de paradigma central na indústria: A clássica hierarquia de produção com controle central transfere-se cada vez mais em direção a uma **auto-organização descentralizada**, na qual o produto gerado se comunica autonomamente com as instalações de produção, interferindo ativamente no processo de produção sem interação humana. Sistemas técnicos inteligentes e conectados, os denominados Cyber Physical Systems (CPS), estão prestes a entabular essa transformação. Um sistema que se controla e monitora autonomamente dessa forma representa o centro da fábrica inteligente do futuro, a qual se destaca não somente por uma produtividade bem mais alta, mas também por uma eficiência energética e de recursos bem maior, bem como por uma estrutura de organização cada vez mais descentralizada. A pedra fundamental para isso já foi lançada no decorrer da terceira revolução industrial mediante desenvolvimentos paralelos nas áreas de eletrônica, técnica de software, conexão e mecatrônica, representando as principais condições técnicas para a conexão de **Cyber Physical Systems (CPS)** (veja a figura 1).

<sup>3</sup> Picot et al. 2003.

Face ao cenário de desafios empresariais, econômicos e sociais, também a Alemanha no ponto de vista da Indústria 4.0 pode ser considerada – talvez um pouco contundente – como país emergente hoje, pois deverá projetar ativamente essa mudança mediante investimentos na formação profissional e continuada, reestruturações da economia, a definição de focos na área de tecnologias de software, o desenvolvimento de normas e padrões técnicos, a reorganização de empresas, assim como a qualificação continuada dos colaboradores, para obter um papel de liderança na Indústria 4.0 e garantir a sua base industrial. Para o Brasil, que já estabeleceu a Indústria 2.0 e que também pôde desenvolver com bastante sucesso soluções da Indústria 3.0 em determinados setores (por exemplo, aeronáutica, agricultura) e regiões, surge a questão sobre como seria possível realizar uma transição completa da Indústria 2.0 para a 4.0 ou até mesmo um **salto direto** para a Indústria 4.0, e como isso pode ser realizado na cooperação com parceiros internacionais<sup>4</sup>.

### 2.3 Implicações para a economia

Implicações para a economia brasileira como um todo decorrem da ampla utilização de sistemas conectados e autocontrolados que sabem se configurar, agem com apoio de sensores e que estão ligados a recursos de produção espacialmente distribuídos.

**Figura 2 Internet das coisas, dados e serviços**



Fonte: Forschungsunion / acatech

Um elemento chave são, nesse caso, as **fábricas inteligentes** (smart factories), nas quais máquinas inteligentes e equipadas com sensores produzem junto com **colaboradoras e colaboradores qualificados** (smart employees) **produtos inteligentes** (smart products). Fábricas inteligentes destacam-se pela mudança de paradigmas: partindo de uma produção de organização centralizada para uma produção descentralizada. A tradicional lógica de manufatura é invertida, de forma que o processo de fabricação dos produtos não é mais

<sup>4</sup> Ver também GATE 2009.

determinado por processos predefinidos, mas no qual os objetos inteligentes detêm o conhecimento do processo de fabricação, comunicam com máquinas, administrando a sua produção de forma flexível. Verticalmente os sistemas de produção são integrados em processos administrativos dentro da empresa e horizontalmente em redes de valor agregado.

Uma **permeabilidade digital** através de toda a cadeia de valores inclui o planejamento do produto, o controle de processo, a fabricação até a entrega dos produtos aos consumidores finais. Analogamente às redes sociais, ocorre uma comunicação autônoma de pessoas, máquinas, recursos e produtos em redes que excedem os limites das fábricas. Com interfaces, entre outras com soluções de mobilidade inteligentes (smart mobility), logística inteligente (smart logistics) e redes de energia inteligentes (smart grids), são geradas **infraestruturas inteligentes**, em cuja base podem ser desenvolvidos novos modelos de negócios baseados em dados.

### **O que significa a interoperabilidade para empresas brasileiras?**

*Para conseguir realizar uma comunicação contínua entre máquinas, objetos e sistemas integrados além das fronteiras de diferentes fornecedores e países, há necessidade de padrões abertos, assim como interfaces flexíveis e interoperáveis. Interoperabilidade entre diferentes sistemas é uma importante condição para o rápido crescimento de ecossistemas baseados em plataformas. Para os fornecedores de soluções Indústria 4.0 sem poder de mercado dominante, sistemas abertos aumentam o potencial de mercado, bem como a disseminação em potencial dos produtos. Para compradores de soluções de Indústria 4.0, os sistemas abertos representam um baixo risco de criação de dependência tecnológica de um fornecedor externo. A alta perspectiva de compra de soluções da Indústria 4.0 de empresas brasileiras permite evitar "lock-ins de vendedores" com os respectivos custos elevados de mudança, focando na interoperabilidade de soluções técnicas da Indústria 4.0. Especialmente as PMEs brasileiras com poder de mercado relativamente baixo podem ampliar as suas opções de ação tecnológicas e administrativas por meio de sistemas abertos.*

Na introdução da Indústria 4.0 no Brasil deve-se também atentar que estamos falando de um campo de demanda **integrativo e interdisciplinar**, que abrange toda a economia e estabelece novas exigências para pesquisa e desenvolvimento para as universidades do país, a infraestrutura no plano nacional, marco regulatório e legal, por exemplo, na proteção de dados e uso de dados (ver a figura 2).

## **2.4 Implicações para as empresas**

Nas empresas, a transformação rumo à indústria 4.0 inclui áreas centrais como a estratégia operacional, as decisões administrativas, assim como a formação de quadros de funcionários e executivos. O ponto de partida no processo de transformação de empresas são as mudanças nos três planos de infraestrutura inteligente, plataformas digitais e novos modelos de negócios baseados em dados.

**Infraestrutura inteligente:** Para criar a condição de infraestrutura da Indústria 4.0, é necessário iniciar com a capacitação de fábricas, máquinas e produtos na comunicação e interação entre si. Para isso, objetos, equipamentos e máquinas deverão ser equipados com **sensores**, controlados por **software** e conectados à **Internet**. O objetivo é permitir que as máquinas coletem dados de qualquer natureza, compartilhando estes com outras máquinas. Para isso, além de uma linguagem global conjunta, ou seja, **padrões técnicos** comuns para os países, com os quais produtos e instalações brasileiras deverão ser equipadas, é necessária ainda

uma infraestrutura técnica de alto desempenho, como a ampliação das redes de banda larga em todo o território e tempos de latência de domínios específicos (5G), para que a análise de dados e os smart services baseados nesta, possam ser prestados em tempo real.

**Plataformas digitais:** Com base na infraestrutura técnica, os dados gerados por máquinas, produtos e pessoas serão compilados em plataformas digitais. As plataformas formam uma **base técnica de software** padronizada, na qual outros programas de usuários (por exemplo, aplicativos, programas de análise, controles de sistema autônomos) possam ser instalados. A partir destes, podem se desenvolver **ecossistemas próprios baseados em plataformas** no decorrer do tempo e considerando **efeitos de rede** do setor de software. Diversas plataformas de software formam a base comum para a conexão de setores clássicos e cadeias de valor agregado, e o intercâmbio de informações, recursos digitais, produtos e serviços entre empresas.

Figura 3 Dimensões da Indústria 4.0



Fonte: acatech / Siemens

**Modelos de negócios baseados em dados:** Dentro da cadeia de valor de ecossistemas digitais, os modelos de negócios movidos a dados assumem um papel de destaque. Com a ligação de **grandes quantidades de dados** (big data) por meio de algoritmos inteligentes (smart data) e com a **monetização** destas são gerados novos modelos de negócios baseados em dados. A possibilidade de ligar uma série de dados levantados por smart products em tempo real e de, com base nestes, oferecer a clientes propostas customizadas de smart services, tem efeito fortemente disruptivo para todos os setores nos modelos de negócios estabelecidos. Isso representa para o Brasil tanto uma chance, como também um desafio no âmbito da transformação digital do país. Especialmente o significado de modelos de negócios baseados em dados não deverá ser descartado no Brasil no contexto de uma estratégia para a Indústria 4.0. A Indústria 4.0 abrange mais do que aumento de produtividade mediante conexão e automação. A coleta, avaliação e a utilização dos dados obtidos na fábrica podem ser a base para novos **serviços e modelos de negócios**.

Nesse cenário, as empresas em países emergentes como o Brasil enfrentam, por um lado, maiores necessidades da corrida de recuperação industrial. Por outro lado, as amplas transformações no plano de gestão, tecnologia, formação e modelo de negócios oferecem novas opções de acesso direto a modelos digitais de valor agregado.

### **Por que empresas brasileiras deverão pensar já desde cedo na internacionalização na Indústria 4.0?**

*Ecossistemas baseados em plataformas destacam-se pelo surgimento de efeitos diretos de rede. Aqui, a utilidade de um bem digital aumenta com o aumento do número de usuários. Efeitos indiretos de rede ainda são gerados com o aumento de produtos complementares, produtos estes que se baseiam no padrão real do fornecedor central de plataformas. O ecossistema continua crescendo quando os parceiros estratégicos oferecem as suas tecnologias, aplicações e modelos de negócios. Na Indústria 4.0 – analogamente às plataformas de Internet tradicionais – a combinação de profundos efeitos de rede e altos efeitos de escala demandam muitas vezes uma presença internacional desde cedo e grandes quantidades de capital, para alcançar massas críticas de usuários e para que possam ser estabelecidos padrões reais.<sup>5</sup> Para empresas brasileiras, que muitas vezes adquirem soluções de hardware de fornecedores internacionais, é essencial pensar também nas implicações administrativas da Indústria 4.0 para se poder explorar no futuro novos campos de negócios com base na utilização dos dados levantados. As associações de PMEs brasileiras em plataformas de integração específicas do setor permitem que recursos sejam canalizados e os efeitos de rede possam ser utilizados com maior intensidade. Além disso, o tamanho do mercado doméstico brasileiro pode ser aproveitado para um rápido crescimento interno, para depois focar no mercado mundial com uma massa crítica de clientes e produtos complementares.*

## **3 Processo metódico**

O presente estudo resumido baseia-se num projeto de pesquisa misto. Nesse âmbito foram integrados elementos qualitativos e quantitativos nos termos de uma 'abordagem de métodos mistos'<sup>6</sup>, com o objetivo de se obter uma força complementar maior. Com base em uma bibliografia, foi realizada uma **pesquisa online** quantitativa em empresas brasileiras, complementada por **entrevistas com roteiros semiestruturados** com representantes de empresas brasileiras, instalações científicas e organizações. Isso permitiu uma ampliação das amostras quantitativas da pesquisa online com dados qualitativos, assim como uma interpretação mais ampla dos dados.<sup>7</sup> O formulário de pesquisa online foi enviado pela Câmara de Comércio Brasil Alemanha em São Paulo a 500 empresas. Para aumentar o percentual de respostas, o formulário foi previamente anunciado a 150 empresas e um telefonema de acompanhamento foi realizado após o envio do formulário.

As perguntas-chave foram estruturadas da seguinte forma: Para identificar necessidades de desenvolvimento e potenciais de cooperação entre o Brasil e a Alemanha no contexto da Indústria 4.0 e para a conclusão, se um

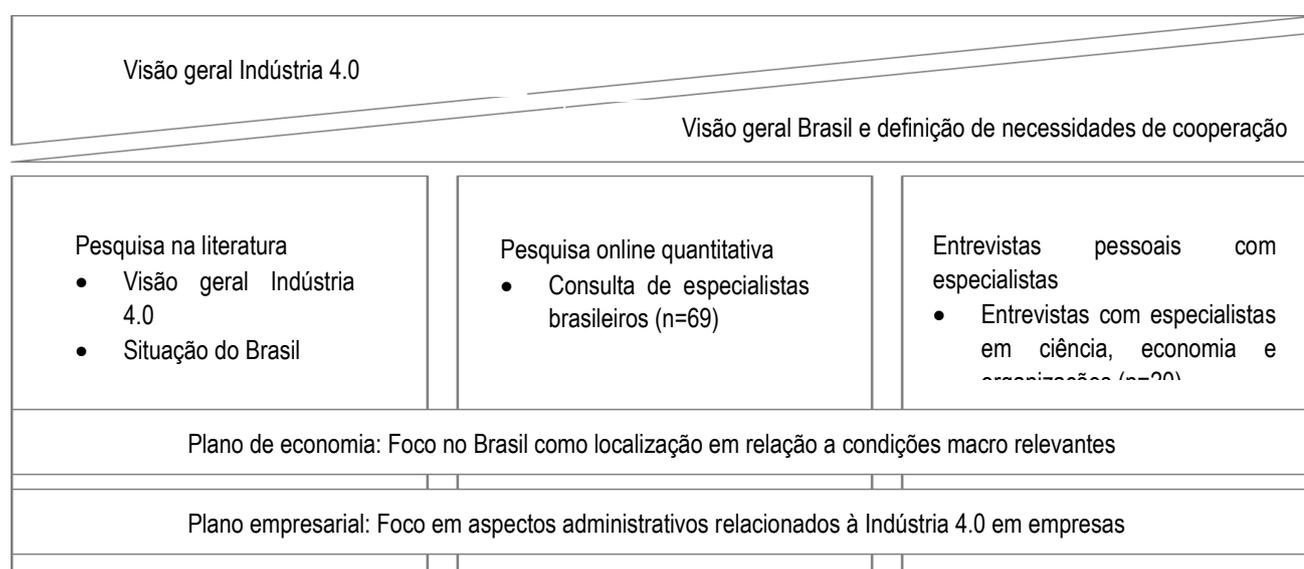
<sup>5</sup> Ver Zerdick et al. 2002.

<sup>6</sup> Ver Johnson & Onwuegbuzie 2004.

<sup>7</sup> Ver Hildebrandt et al. 2015.

salto da Indústria 2.0 para a Indústria 4.0 seria possível no Brasil, foram primeiramente identificados, no âmbito de uma **análise REAL-GAP**, a situação da Indústria 4.0 no Brasil (**situação REAL**), assim como os parâmetros necessários para uma implementação bem sucedida (**situação objetivada**). Para isso, as competências necessárias relacionadas aos três níveis centrais de infraestrutura, plataformas de software e modelos de negócios baseados em dados foram transferidas para uma escala Likert. As competências nessas áreas foram avaliadas pelos especialistas para o Brasil com o objetivo de identificar os principais pontos fortes e fracos, comparando estes às exigências da Indústria 4.0.

**Figura 4** Processo metódico



**Fonte:** apresentação própria

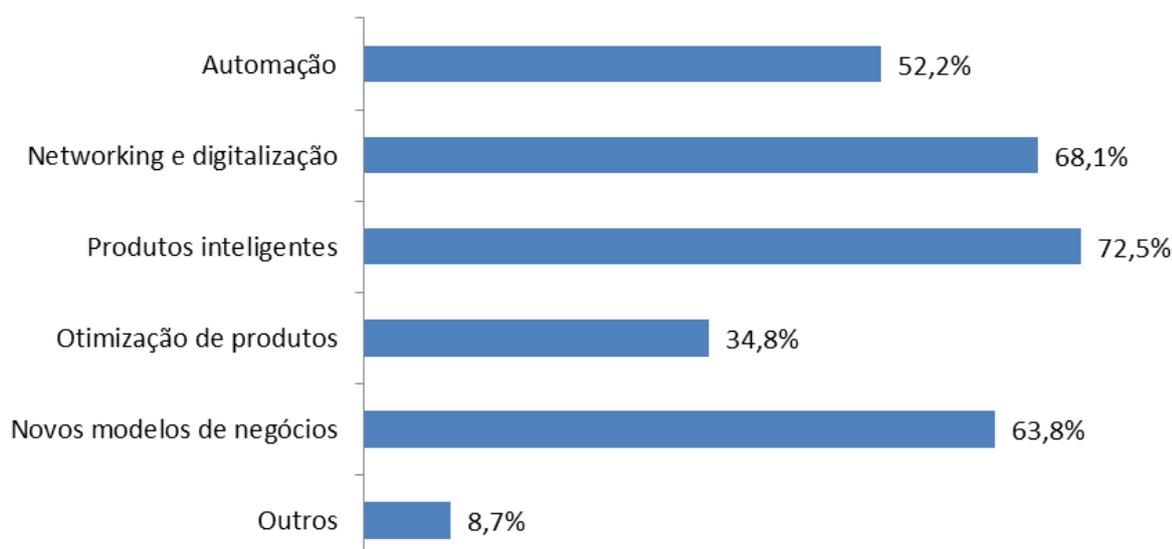
Posteriormente, foram identificados os setores nos quais o Brasil pode obter os maiores benefícios com a introdução de soluções da Indústria 4.0, destacando as chances e os desafios na sua introdução. Com base nisso, foram concluídos as **principais áreas de demanda** para futuras cooperações Brasil-Alemanha no contexto da Indústria 4.0.

## 4 Diagnósticos centrais

### 4.1 Chances proporcionadas pela Indústria 4.0 no Brasil

Os especialistas consultados associam à economia conectada particularmente produtos inteligentes, conexão e digitalização, assim como novos modelos de negócios e automação (ver Figura 5). Em face a esse cenário, a situação do Brasil no setor da Indústria 4.0 é por um lado caracterizada por **ilhas de setores altamente desenvolvidos** (por exemplo, aeronáutica, agricultura, saúde), especialmente nas regiões metropolitanas no sul do país. Aqui já são aplicadas com sucesso soluções de Indústria 3.0 e em partes Indústria 4.0. Por outro lado, dominam em todo o país empresas que apresentam uma baixa produtividade e um baixo grau de digitalização no comparativo internacional.

Figura 5 Compreensão da Indústria 4.0 no Brasil

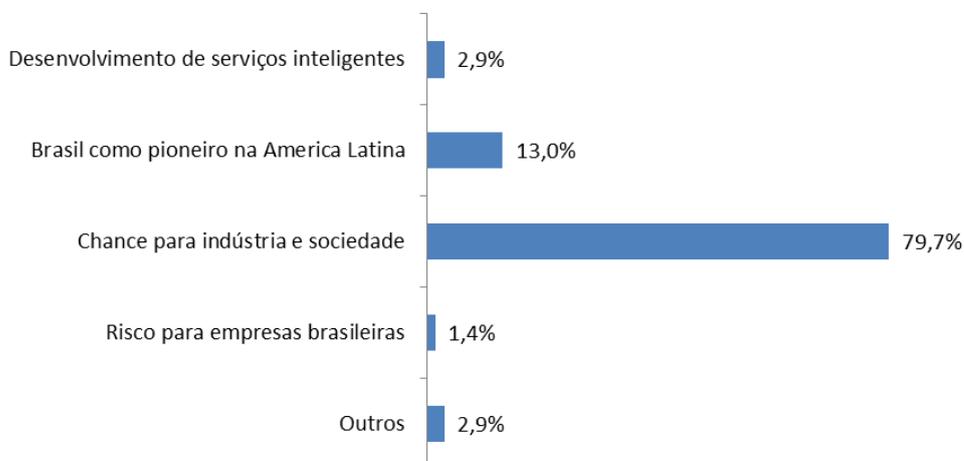


Fonte: Apresentação própria | n=69

No conjunto, a transformação digital e a transformação conectada são considerados **chance** para a **economia como um todo e para a sociedade** por 79,7 por cento dos entrevistados. No entanto, somente uma pequena parte de 13,0 por cento dos entrevistados veem o Brasil como líder da Indústria 4.0 (ver Figura 6). Uma das justificativas para essa avaliação é que os setores de alta tecnologia que apresentam um uso mais frequente de tecnologias digitais como setores de produção de computadores, eletrônicos ou óticos (por exemplo, sensores, sistemas de controle de processo) estariam internacionalmente pouco representados no Brasil.

Além disso, há potenciais de desenvolvimento digitais em empresas de manufatura de pequeno e médio porte, as quais basicamente dispensam o uso abrangente de soluções de sistema conectadas e integradas, focando pouco na exportação de soluções da Indústria 4.0. Portanto, as chances da Indústria 4.0 no Brasil são atualmente consideradas a partir de uma **perspectiva primária do usuário**.

Figura 6 Indústria 4.0 no Brasil



Fonte: Apresentação própria | n=69

Na opinião dos especialistas, as maiores vantagens estão no aumento da **produtividade** (86,6 por cento), na **eficiência de recursos** (64,2 por cento) e na **produção descentralizada** (61,2 por cento). Respectivamente, o uso mais acentuado de tecnologias de informação e comunicação na produção, bem como uma integração digital mais sólida de redes de valor agregado, podem ajudar empresas brasileiras a aumentar a sua produtividade e alcançar altos níveis de valor agregado (ver Figura 7).

Os entrevistados atribuem à Indústria 4.0 a esperança de, através da utilização de soluções de sistema conectadas e integradas, poder acelerar a transição de uma economia baseada em fatores para uma economia movida por inovações no Brasil. Com o uso mais eficiente de recursos, soluções de baixo consumo de energia e tecnologias de baixos impactos ambientais, os especialistas esperam potenciais de economia na produção, bem como o uso mais eficiente de recursos. Um **aumento de competitividade** espera-se especialmente mediante a crescente utilização de soluções de automação, tanto em comparação com outros países emergentes latino-americanos ou asiáticos, países que até o momento competiam nos mercados mundiais com mão de obra e preços fatoriais mais baixos.

Mesmo que a possibilidade de uma produção descentralizada consista na introdução da Indústria 4.0, fato este avaliado por 61,2 por cento dos entrevistados como positivo, somente 11,9 por cento consideram uma redução do êxodo rural como consequência. Nesse caso, deve-se considerar também a **situação fortemente heterogênea** no interior do Brasil<sup>8</sup>. As regiões com maior população e os centros econômicos do Brasil encontram-se especialmente nos estados do sudeste e sul do Brasil, assim como na costa leste no triângulo compreendido entre São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. Nas grandes regiões de aglomeração já se concentram mais de 90 por cento da população brasileira, aqui são também gerados mais de 50 por cento do PIB.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Ver também OSEC 2012 BMBF 2015; BMBF 2015; CNI 2016.

<sup>9</sup> Ver GTAI 2016.

Figura 7 Chances da Indústria 4.0



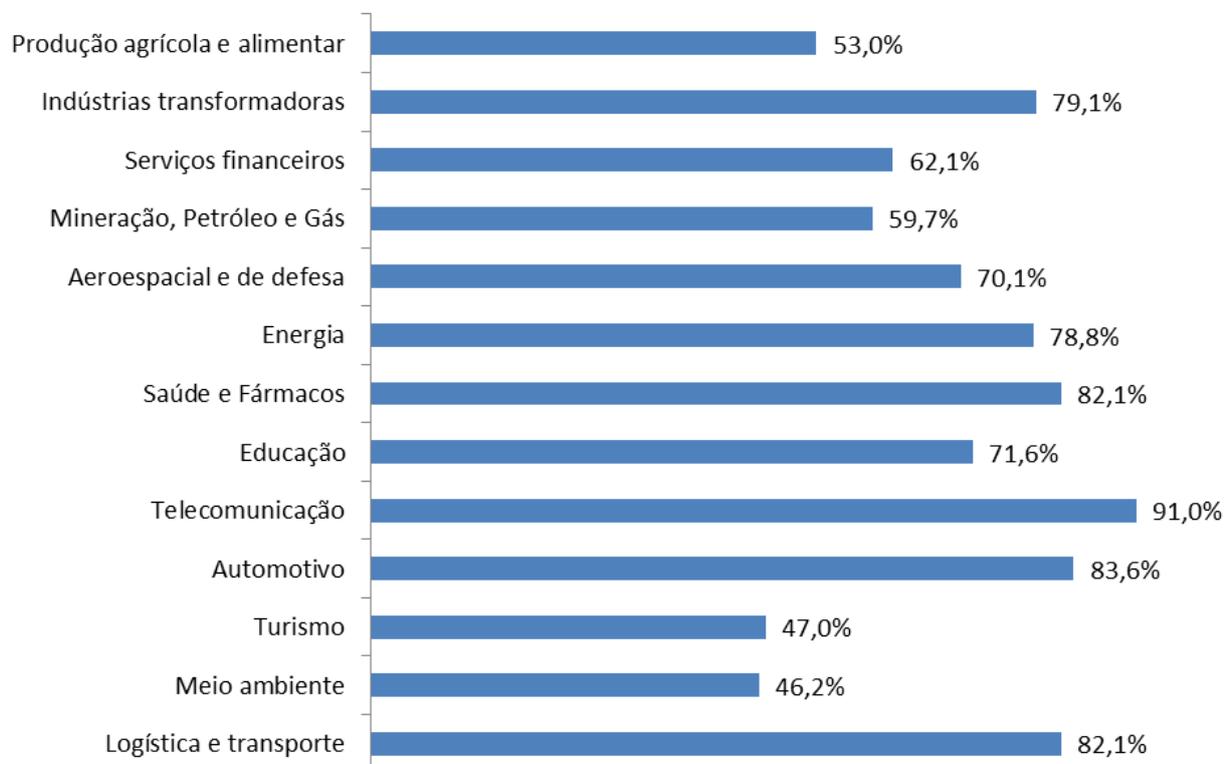
Fonte: Apresentação própria | n=67

Enquanto nessas regiões existem ilhas tecnológicas com **instalações de produção avançadas** e potenciais líderes de pesquisa e desenvolvimento, ocorre uma dominância de **instalações de produção tecnicamente obsoletas** nas empresas fora dos centros metropolitanos, em sua maior parte constituídas por PMEs. Estas apresentam, segundo a opinião dos entrevistados, um grau de digitalização bastante baixo em comparação com países europeus, norte-americanos ou asiáticos, assim como uma baixa conexão em infraestrutura.

No conjunto, os especialistas acreditam que todos os setores no futuro se beneficiarão da internet das coisas, dados e serviços. As maiores vantagens são identificadas na **indústria de telecomunicação** (91 por cento), **indústria de manufatura** (79,1 por cento), no **setor automobilístico** (83,6 por cento), bem como na **área de saúde** (82,1 por cento). Mas também o **setor financeiro** com empresas competitivas e start-ups inovadores, a **indústria de mineração**, assim como o **setor de agricultura**, que contribui com 4,5% no PIB, poderão se beneficiar consideravelmente das soluções da Indústria 4.0. Com base na utilização bem sucedida da Indústria 4.0 nesses setores, podem ser realizados modelos de negócios novos e inovadores nas tecnologias de plataforma. Com isso, também o setor de negócios do Brasil, que tem a maior participação no PIB com um total de 47,6%, receberá novos impulsos (ver Figura 8).<sup>10</sup>

<sup>10</sup> GTAI 2016.

Figura 8 Setores econômicos no Brasil que mais se beneficiam da Indústria 4.0



Fonte: Apresentação própria | n=67

A partir dos pontos fortes dos respectivos setores econômicos e as competências nas áreas de software, pesquisa e desenvolvimento e constituição de empresa, os entrevistados esperam uma **melhor posição competitiva** em relação a outros países emergentes com a ampla introdução de soluções de Indústria 4.0.

## 4.2 Consideração REAL-GAP

Segundo a opinião dos especialistas, a Indústria 4.0 ainda é pouco desenvolvida no que diz respeito a importantes competências em campos de tecnologia relevantes. Os déficits na situação REAL existem especialmente no plano da **integração e conexão**, assim como para **modelos de negócios baseados em dados**. Nesse contexto são consideradas insuficientes as competências do país na área de sistemas integrados (11 por cento), máquinas inteligentes (10 por cento) e infraestrutura de internet (7 por cento).

Também no campo da manufatura aditiva (impressão em 3D), importante para a Indústria 4.0, os participantes da entrevista consideram baixo o nível de competência até o momento avaliado em 4 por cento. Não obstante, a conexão inteligente de máquinas com base em uma infraestrutura de internet bem instalada representa uma condição decisiva para colocar em prática soluções da Indústria 4.0 com sucesso. Só com isso é possível ampliar consideravelmente e utilizar de forma eficiente as plataformas de software, bem como coletar e avaliar grandes quantidades de dados, assim como monetizar estas com modelos de negócios big-data. Mesmo que

até o momento não existam lideranças na construção de plataformas de integração conjuntas e para diversos setores ou mercados completamente automatizados, há, todavia, na opinião dos entrevistados uma **situação de partida fundamentada** na área de conhecimentos de software (43 por cento), know-how geral para soluções de automação (26 por cento) e tecnologias de plataforma (25 por cento) (ver Figura 9).

**Figura 9** Competências na área da Indústria 4.0 no Brasil



Fonte: Apresentação própria | n=67

No conjunto, a avaliação mostra que no Brasil, **ainda são bastante baixas as competências integradas**, apesar de alguns pontos fortes na área de know-how de software, tecnologias de automação e tecnologias de plataforma na Indústria 4.0. Especialmente as PMEs nas regiões periféricas, segundo a opinião dos entrevistados, continuam presas na Indústria 2.0, aproveitando com uma abrangência muito limitada as tecnologias digitais, assim como as soluções integradas de sistemas conectadas além dos limites das empresas. Nesse cenário, os especialistas também não citaram o tema padronização como foco prioritário.

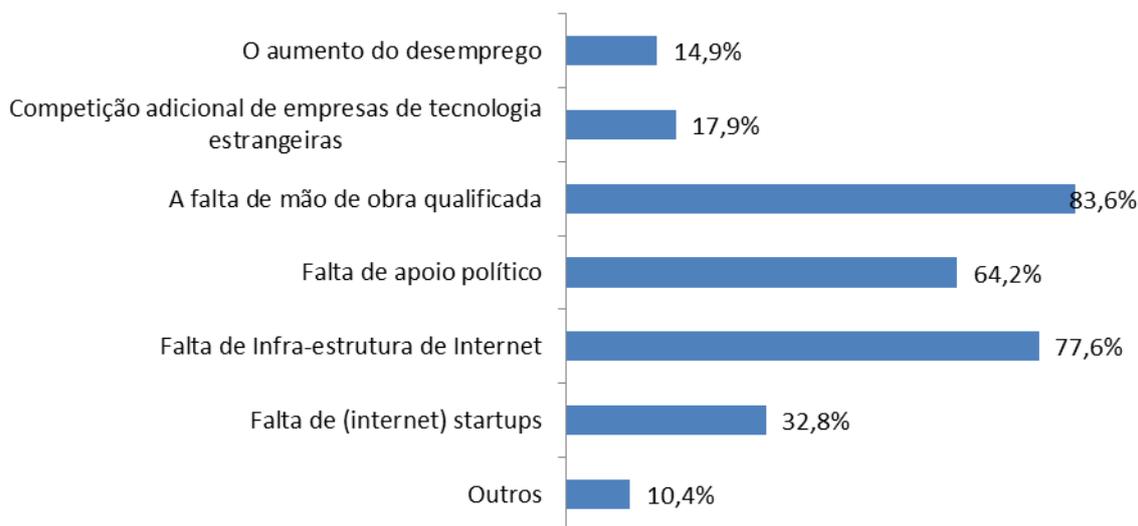
Além dos limites empresariais, os especialistas veem a necessidade de ação especialmente na área das **infraestruturas de Internet, a formação de pessoal qualificado**, assim como o **apoio político**, inclusive no contexto das condições gerais regulatórias.

Entre as infraestruturas de Internet (77,6 por cento), há uma dominância das **estruturas de rede tradicionais, não inteligentes** com reservas de capacidade relativamente baixas. Aqui, segundo a opinião dos entrevistados, a conexão do Brasil à World Wide Web com novos cabos de fibra ótica subcontinentais e intercontinentais, ainda pode ser mais ampliada. Também na infraestrutura de transporte e energia os especialistas ainda veem a necessidade de melhorias para reduzir **blackouts relacionados a capacidades** no

abastecimento elétrico, assim como altos custos de transporte devido a falhas de infraestrutura em vias públicas, portos e aeroportos.

A **formação profissional e profissionais especializados** como recursos centrais para a economia conectada também são considerados como um desafio central pelos entrevistados (83,6 por cento). Isso se refere tanto aos conhecimentos de TI para os especialistas, como também aos conhecimentos básicos de informática para amplas camadas da população. Importante é também o desenvolvimento continuado de **competências sociais, midiáticas e de digitalização** de especialistas e executivos (ver a figura 10). Aqui foram constatados déficits especialmente em empresas de pequeno e médio porte que ainda não conseguem registrar suficientemente os efeitos estratégicos da Indústria 4.0 em sua estrutura organizacional e modelos de negócios. Além disso, nota-se na opinião dos participantes da entrevista, que os gestores têm dificuldades em compreender a **utilidade operacional** de soluções da Indústria 4.0 no âmbito de **decisões de investimento**, devido à falta de exemplos de aplicação.

Figura 10 Condições gerais da Indústria 4.0



Fonte: Apresentação própria | n=67

A **falta de apoio político** também é considerada um desafio central pelos especialistas (64,2 por cento). Isso se refere ao quadro regulatório para o direito de dados, direito de propriedade e patentes, como também corrupção, burocracia e morosidade legislativa. Apesar de uma grande quantidade de projetos de incentivo de inovação como a "National Strategy for Science, Technology and Innovation 2012-2015"<sup>11</sup>, são necessários outros esforços em todos os planos estatais para compensar o atraso de inovação internacional na área da Indústria 4.0. No mais, mecanismos legais para a proteção de empresas de pequeno e médio porte brasileiras **reduzem** em determinados setores a **pressão da concorrência internacional**, provocando necessidades para amplos investimentos nas soluções de Indústria 4.0, já com uma defasagem de tempo.

<sup>11</sup> Ver ainda acatech 2015.

Alguns pontos fortes são avaliados pelos especialistas nas **constituições de novas empresas e start-ups**. Nessa questão, os entrevistados também destacam as competências na área de pesquisa e desenvolvimento, formação universal assim como transferência de pesquisa. Especialmente nas grandes universidades do país formaram-se **clusters de excelência**, entre outros, nas tecnologias de comunicação, constituindo assim uma boa base inicial **para a transferência de serviços de pesquisa** formando start-ups inovadoras. Os riscos gerados por empresas estrangeiras de Internet, assim como o risco de um aumento de desemprego devido à crescente utilização de soluções de automação são classificados como relativamente baixos pelos especialistas consultados.

Na área da formação profissional e continuada de profissionais qualificados, há segundo a opinião dos entrevistados a necessidade de um **amplo espectro de novas habilidades** para que a transformação digital do Brasil seja bem sucedida. Especialmente a ampliação do **conhecimento na área de tecnologia de informação** (93,8 por cento), o aprendizado de **pensamentos e ações interdisciplinares** (92,3 por cento), assim como a apropriação de **conhecimentos empresariais** em relação à Indústria 4.0 (90,8 por cento) têm importância central. Importante é também a criação de uma consciência digital que inclui tanto amplas camadas da população como também a representação de empresas, organizações, associações e política. Junto com a transformação digital no Brasil é considerada a necessidade de adaptação dos conteúdos na formação profissional técnica e na graduação, para formar tanto **especialistas qualificados** como também **generalistas**, que sabem acompanhar ativamente a transformação digital. Essas exigências vêm acompanhadas de capacidades na interação homem-máquina, a construção de amplas competências de e-commerce e a expansão das capacidades da relação entre seres humanos (ver figura 11).

**Figura 11** Competências exigidas pela economia brasileira



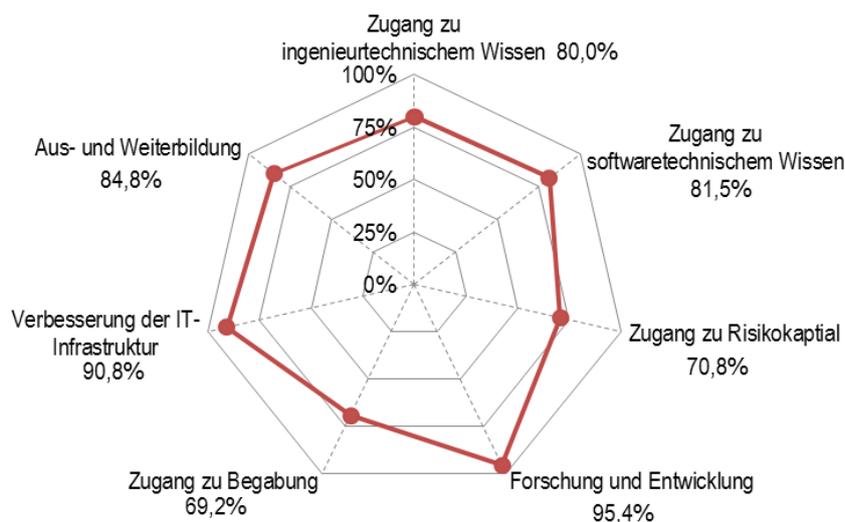
Fonte: Apresentação própria | n=66

A partir da perspectiva local e política de desenvolvimento, surge nesse contexto a pergunta sobre como o Brasil como local de produção prioritariamente baseado no fator de custos pode desenvolver condições gerais melhoradas e uma especialização com base em conhecimentos, e como a transição da Indústria 2.0 para a Indústria 4.0 pode ser projetada e monitorada.

## 5 Opções de cooperação para uma colaboração no desenvolvimento

Considerando a situação da Indústria 4.0 no Brasil, mais de 80 por cento dos especialistas entrevistados veem a maior demanda de cooperação com parceiros internacionais no acesso a **conhecimentos de engenharia técnica e de técnica de software**, na melhoria da **infraestrutura de TI, pesquisa e desenvolvimento**, assim como na **formação profissional e continuada** (ver Figura 12).

Figura 12 Necessidades de cooperação



Fonte: Apresentação própria, n=63

Aqui os participantes da entrevista destacam ao mesmo tempo as fortes **disparidades regionais e setoriais**. Por um lado, no país inteiro predomina a estrutura de PMEs com atividades fora do setor de alta tecnologia e que se destacam por pouca disponibilidade de capital, instalações de produção tecnologicamente obsoletas e um baixo grau de internacionalização. Na execução de oportunidades de valor agregado, muitas empresas focam em áreas econômicas fora do espaço digital. Áreas de pouca infraestrutura na região do Amazonas e no norte do país, segundo a opinião dos especialistas, ainda estão fortemente comprometidas com os métodos econômicos da Indústria 2.0. Ao mesmo tempo, algumas indústrias brasileiras como a indústria aeronáutica com **empresas de alta tecnologia internacionalmente competitivas**, mineração (palavra-chave: "otimização de processo"), Energia (palavra-chave: "smart grids"), bancos (palavra-chave: "e-banking"), assim como o setor

agrícola (palavra-chave: "smart farming") destacam-se pelo uso de novas tecnologias, soluções de plataformas baseadas em software, atividades de inovação bastante alta e empresas internacionalmente competitivas.

Na cooperação no desenvolvimento deve-se, portanto, considerar a **disparidade** entre região **urbana e rural**, assim como **grupos em indústrias pioneiras e empresas de pequeno e médio porte**. A divergência mundialmente presente na Indústria 4.0 entre as grandes holdings com operações internacionais por um lado e as PMEs por outro, evidencia-se também no Brasil. Com a sua alta disponibilidade de recursos, de colaboradoras e colaboradores qualificados, redes internacionais e filiações em organizações de padronização mundiais, as grandes empresas assumem um papel de vanguarda na introdução de tecnologias integradas e conectadas. As pequenas e médias empresas apresentam, por sua vez, uma tendência de "esperar para ver". Além disso, as empresas nas áreas metropolitanas na costa e no sul do país beneficiam-se de uma infraestrutura mais desenvolvida, da proximidade de universidades e instituições de pesquisa, assim como de um melhor acesso a redes de negócios. Ao contrário, as **condições gerais da infraestrutura** nas regiões periféricas do país destacam-se por uma sustentabilidade digital bastante baixa. Programas de colaboração de desenvolvimento e cooperação internacional deverão considerar respectivamente essas disparidades.

### ***Incentivo da evolução da Indústria 3.0 para 4.0 em setores e regiões, nas quais existem vocações internacionais***

Em determinados **setores pioneiros** como a mineração, energia, agricultura, indústria automobilística e aeronáutica, assim como serviços de saúde e bancos, o Brasil tem chances de se desenvolver como **futuro fornecedor líder** de soluções internacionais **competitivas da Indústria 4.0**, uma vez que há empresas pioneiras já estabelecidas. Cooperações com empresas brasileiras líderes são interessantes para empresas alemãs, tanto no quesito de potenciais de vendas para soluções de Indústria 4.0, como também para o desenvolvimento local de redes inteligentes, ecossistemas digitais e soluções de produto tecnológicas.

**Projetos emblemáticos:** Para incentivar a evolução da Indústria 3.0 para a Indústria 4.0, projetos emblemáticos são instrumentos importantes para testar tecnologias, produtos e serviços em rede em determinadas regiões e também para demonstrar a sua utilidade, potencial, viabilidade e lucratividade às empresas interessadas. No mais, podem ser reduzidos os déficits em conhecimentos sobre a Indústria 4.0, gerando assim uma maior consciência digital na sociedade. Com a construção de projetos emblemáticos nos setores pioneiros citados, pode-se alcançar ainda uma visibilidade nacional e internacional das vocações brasileiras nas soluções de Indústria 4.0, assim como exemplos modelo da cooperação Brasil-Alemanha.

**Plataformas de integração:** Com a construção de plataformas de integração específicas de setores, as holdings e PMEs brasileiras podem se conectar melhor em rede, agregar dados e desenvolver modelos de negócios com base em dados. Assim, os efeitos de rede podem ser mais bem utilizados e pode ser gerada uma integração digital contínua ao longo de toda a cadeia de valores agregados. Outrossim, as empresas podem reduzir o risco de investimento para soluções da Indústria 4.0, aproveitar sinergias na área de análises de big-data e comunicar os padrões técnicos a clientes nacionais e internacionais para evitar de forma convincente efeitos lock-in, por meio de soluções de plataformas específicas dos setores. Ao mesmo tempo, o aumento de cooperações entre as empresas podem incentivar a expansão do pensamento e da ação interdisciplinar em empresas brasileiras.

**Showrooms:** Por meio de showrooms da Indústria 4.0, especialmente as PMEs brasileiras são informadas sobre inovações técnicas e vantagens administrativas da Indústria 4.0. Muitas vezes o significado da conexão digital na estratégia de pequenas e médias empresas brasileiras não é mais reconhecido suficientemente como

prioridade. Com a disponibilização de protótipos e a visualização destes podem ser claramente exibidas informações sobre exigências tecnológicas, administrativas e organizacionais da Indústria 4.0 em determinados setores. Com isso, as defasagens de informações da Indústria 4.0 dentro de empresas brasileiras podem ser reduzidas, além disso, decisões de investimento complexas podem ser facilitadas.

### ***Incentivar o salto da Indústria 2.0 para 4.0 por meio de start-ups inovadoras em setores de baixa competitividade e regiões fora das áreas metropolitanas***

Em regiões fora das áreas metropolitanas, nas quais as principais condições de infraestrutura não são cumpridas, o incentivo focado de **start-ups inovadoras da Indústria 4.0** pode contribuir com a substituição de estruturas econômicas obsoletas, permitindo um **acesso direto à Indústria 4.0**. Assim, novas tecnologias como serviços móveis, software-as-a-service, computação na nuvem ou financiamento coletivo (crow-financing) podem ser aproveitados para **compensar déficits de infraestrutura**. Mediante o incentivo de start-ups da Indústria 4.0, podem ser equalizados déficits nas condições gerais econômicas e modelos digitais de valor agregado podem ser realizados diretamente em ecossistemas baseados em plataformas.

**Plataformas de e-commerce:** Com a extinção de intermediários, as possibilidades de um contato direto e internacional com os clientes, assim como a respectiva redução dos custos de transação, as PMEs brasileiras podem alcançar uma otimização dos seus processos operacionais, explorar novos mercados de venda e, com base em dados, ampliar os seus modelos de negócios de serviços e desenvolver novos smart services. Ao mesmo tempo, as empresas recebem a chance de se destacar em relação aos competidores, utilizar novos instrumentos para a comercialização, assim como contatar de clientes internacionais diretamente. Isso também facilita a conquista de novos parceiros de cooperação e novos potenciais de racionalização são liberados dentro da cadeia de valor agregado. Especialmente empresas em regiões periféricas e com baixa infraestrutura no Brasil podem se beneficiar da construção focada de plataformas de e-commerce.

**Incubadoras da Indústria 4.0:** O incentivo de incubadoras universitárias no Brasil, assim como a inclusão internacional destas oferece a possibilidade de acelerar a transferência de pesquisas da Indústria 4.0 para empresas start-ups inovadoras. Com a ampliação de incubadoras é possível canalizar forças inovadoras em regiões brasileiras, são aproveitados efeitos de sinergia e novos resultados de pesquisa podem ser aplicados logo cedo em modelos de negócios com potencial de mercado. Com isso, pode ser realizada uma importante contribuição para acelerar a mudança estrutural regional. Uma conexão em rede mais forte das incubadoras brasileiras e alemãs e a expansão de programas de aceleração entre o Brasil e a Alemanha fornecem apoio a empresas em ambos os países, trocando melhor esses conhecimentos especializados mútuos e os conhecimentos de mercado regionais, para poder explorar juntos novos potenciais de valor agregado na Indústria 4.0.

**Formatos de intercâmbio e cooperação:** Especialmente nas regiões periféricas fora das grandes metrópoles, as start-ups precisam de apoio nos contatos comerciais, na inclusão em redes internacionais, assim como no acesso a funcionários qualificados e recursos de capital. Ao mesmo tempo, as empresas tradicionais precisam de novos impulsos para acelerar a transformação digital. Um papel importante é atribuído aos formatos de intercâmbio entre start-ups e empresas alemãs e brasileiras já instaladas. Com a participação de empresas tradicionais nas jovens empresas, essas podem explorar fontes de financiamento adicionais e receber acesso a uma rede maior de parceiros em potencial. Os formatos de intercâmbio deverão ter o objetivo concreto de reunir um grupo heterogêneo de empresas jovens, tradicionais, pequenas, médias e grandes para assim poder

identificar parceiros de cooperação adequados. No campo político, os formatos de intercâmbio deverão ser apoiados com incentivos de cooperação maiores para start-ups, PMEs e holdings.

### **Melhora das condições macro gerais, econômicas, institucionais e de informação**

A melhoria geral da **infraestrutura econômica, institucional e de informação** é um importante pressuposto para a digitalização no Brasil. Com apoio na construção e ampliação de uma **infraestrutura sustentável** em relação a redes de banda larga e inteligentes, a ampliação da educação, assim como a adaptação das **condições gerais legais** à era digital, as condições gerais do Brasil para a Indústria 4.0 podem ser melhoradas a longo prazo.

**Formação profissional e continuada:** A educação digital é um importante recurso para a projeção da transformação digital bem sucedida do Brasil. Na construção das respectivas competências técnicas, competências de organização e de gestão, duas dimensões são decisivas. Por um lado, as competências digitais estão na vanguarda como o incentivo da construção de conhecimentos especializados na área de software. Aqui, por exemplo, o apoio a cursos de aplicação prática pode oferecer uma importante contribuição na cooperação com empresas internacionais. Por outro lado, amplas competências digitais são necessárias. Com a ampliação de competências básicas na Indústria 4.0, tanto os funcionários, como também os gerentes de empresas podem receber informações necessárias sobre exigências futuras para a orientação estratégica e para a prática operacional da transformação digital. Massive Open Online Courses (MOOCS) sobre determinados temas específicos da Indústria 4.0, acompanhados por uma série de palestras internacionais são uma excelente oportunidade para construir competências inclusivas para a Indústria 4.0, assim como uma sensibilização específica em determinados setores.

**Conexão de instituições e grêmios internacionais em redes:** Um intercâmbio de especialistas em assuntos como, por exemplo, padronização, proteção de dados, uso de dados e direito de dados é uma condição indispensável para uma projeção eficaz da transformação digital do Brasil para a Indústria 4.0. Para isso, é necessária uma conexão em rede mais forte de instituições e grêmios internacionais, que se ocupa com questões semelhantes, mas que ainda se encontra em confronto e desconectada. Isso pode, por um lado, proteger recursos. Ao mesmo tempo, é possível satisfazer as novas exigências à cooperação internacional, inerentes aos sistemas mundialmente integrados. O processo de intercâmbio pode ser moderado com a inclusão de instituições de pesquisa independentes e internacionais, e complementado com roteiros de pesquisa conjunta entre a economia, a pesquisa e a administração. A Alemanha em particular pode ser um importante impulsionador para o Brasil através de competências na proteção de dados e no direito de dados, assim como na padronização.

**Infraestrutura:** Uma infraestrutura digital eficiente é uma parte essencial das soluções de automação e do respectivo aumento da produtividade. O incentivo de uma ampliação da banda larga em todo o território e o incentivo de iniciativas locais na construção de redes inteligentes (por exemplo, de smart services, saúde, educação, produção) são uma tarefa central para o Brasil no futuro. Nesse cenário há também necessidade de cooperações internacionais na questão horizontal da segurança de TI, por exemplo, na construção de plataformas de nuvem seguras, segurança de big-data ou sensores seguros. Com a transformação de soluções inovadoras em projetos modelo, pode tanto ser fortalecida a confiança de empresas em relação a soluções da Indústria 4.0 e podem ser desenvolvidos novos campos de negócios para empresas brasileiras e alemãs.

## 6 Estratégias de implementação da colaboração de desenvolvimento<sup>12</sup>

As opções de cooperação elucidadas para a cooperação de desenvolvimento podem ser concretizadas em um segundo passo para uma colocação em prática na política de desenvolvimento. Nessa base, podem ser formuladas diversas **abordagens estratégicas**, e podem ser **complementadas as iniciativas existentes**. Aqui, por exemplo, podem ser acompanhadas as medidas e estratégias de atores brasileiros, incluindo o governo brasileiro, assim como diferentes atores alemães como a Câmara de Indústria e Comércio Brasil-Alemanha em São Paulo (AHK São Paulo), mas em especial são definidas novas ênfases e focos para a cooperação de desenvolvimento em relação à Indústria 4.0 através da agência de cooperação Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Do lado alemão, os temas como **Tecnologia e Inovação** são uma parte importante do trabalho da AHK São Paulo. A Câmara conta com um departamento próprio para transferência de tecnologia, o qual foi transformado em departamento de inovação em 2012. Entre as atribuições desse departamento podemos citar a retomada de temas atuais de pesquisa e desenvolvimento, assim como tendências de tecnologia e inovação, a organização de eventos técnicos e a disponibilização de informações, por exemplo, em revistas e folders. Entre os conteúdos dos eventos passados podemos citar as questões dos desafios para um Brasil seguro e digital, as opções de incentivo para a Indústria 4.0, assim como as possibilidades de startups na área Indústria 4.0.

Face à elevada relevância da Indústria 4.0 no Brasil, a Câmara de Indústria e Comércio Brasil-Alemanha em São Paulo fundou em 2015 uma **Comissão Indústria 4.0**. Desta comissão participam diversas empresas membro da Câmara São Paulo – dentre estas grupos como a SAP, Siemens, T-Systems, ThyssenKrupp, Volkswagen, Robert Bosch, Festo, KUKA, Daimler e outras empresas alemãs de ação internacional. A comissão reúne-se periodicamente a cada dois meses para discutir a situação atual e o desenvolvimento e disponibilizar às empresas membro apoio em todas as questões de Indústria 4.0. Muitos membros da comissão estão em contato com o Ministério de Ciência, Inovação Tecnologia, Comunicação (MCTIC) e com o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MCDIC), prestando consultoria a estes. A comissão pode ser um **ponto de contato institucional** para a consultoria ao governo brasileiro sobre temas da Indústria 4.0, assim como para a seleção estratégica e a implementação das opções estratégicas citadas e opções para a colocação em prática.

Devido à crescente importância do tema da Indústria 4.0, busca-se atualmente no Brasil levantar a relevância e o alcance do tema em estudos. O governo brasileiro realizou nesse contexto em 2016 cinco workshops de especialistas sobre a Indústria 4.0. Os resultados dos eventos ajudam no desenvolvimento de uma estratégia nacional na Indústria 4.0. A Confederação Nacional da Indústria, CNI realizou esse ano uma pesquisa em 2.225 empresas. Evidenciou-se aqui, que a maioria das empresas ainda se encontra na **situação de Indústria**

---

<sup>12</sup> Conteúdo desenvolvido com apoio de: Dr. Bernd dos Santos Mayer, Florian Remann e Bruno Vath Zarpellon.

**2.0 ou 3.0** e que há uma grande necessidade de informações sobre chances e riscos. Isso coincide com os resultados do presente estudo. Além disso, atualmente está sendo realizada uma licitação do Banco Nacional de Desenvolvimento, BNDES, para a realização de um estudo abrangente sobre a Indústria 4.0, no qual é, entre outros, constatada a situação do Brasil no comparativo mundial, quais setores apresentariam vocação para cooperações internacionais e quais seriam os campos de ação existentes, nos quais o Brasil pode ser um parceiro atraente para a Indústria 4.0. Um estudo semelhante e comparativo internacional também já foi **realizado pela acatech** (ver Heinz Nixdorf Institut HNI / Werkzeugmaschinenlabor WZL 2016).

No mais, as universidades também tratam do tema da Indústria 4.0. Assim, por exemplo, a universidade privada jesuíta FEI (Universitário da Fundação Educacional Inaciana) em São Paulo instalou um **laboratório Indústria 4.0** com apoio da Siemens. Outras universidades como a USP em São Paulo também buscam a instalação de laboratórios. No contexto de possíveis medidas bilaterais é necessário incluir a atual situação econômica e política do Brasil. A maioria das empresas no país, especialmente a indústria automobilística alemã fortemente representada no Brasil, assim como os seus fornecedores, sofrem há três anos com uma crise econômica estrutural que já acarretou na redução de empregos. No plano político deve-se considerar a **situação difícil do orçamento público e a falta de recursos para investimentos**. Diante desse cenário, não podemos mais contar com projetos com alto volume de investimento no Brasil a curto prazo. A médio e longo prazo podem resultar novas opções para uma atividade de investimento mais intenso do poder público dependendo do desenvolvimento econômico.

No cenário dos investimentos existentes do lado brasileiro e alemão, assim como das condições gerais políticas, econômicas e sociais no Brasil, podem ser agora identificadas diferentes estratégias de implementação prática ao longo das denominadas opções estratégicas para a cooperação de desenvolvimento e concretizadas para a execução. Na Tabela 1 são apresentadas as diferentes opções estratégicas, assim como as medidas inerentes, possíveis atores e setores, assim como o horizonte de tempo e financeiro.

- **Estratégia 1: Foco na cooperação de desenvolvimento com *holdings***

A estratégia 1 foca em cooperações com *holdings* brasileiras, assim como empresas de grande porte, as quais já adquiriram competências internacionais na Indústria 4.0. O objetivo é incentivar e acelerar a evolução da Indústria 3.0 para a Indústria 4.0 em setores de desempenho selecionados.

### **1. Projeto: Projetos emblemáticos**

Para acompanhar uma transformação digital bem sucedida no Brasil é necessário centralizar as principais **competências em regiões pioneiras selecionadas**, explorando as **aplicações orientadas na prática** de sistemas conectados e integrados. Ao mesmo tempo, modelos de sucesso regionais da Indústria 4.0 podem ser vivenciados através de projetos emblemáticos, obtendo uma **visibilidade suprarregional**. Resultados de projeto concretos podem ser exibidos e centralizados em focos temáticos na área da Indústria 4.0. A respectiva **visibilidade** proporcionada por estes, pode ser aproveitada em projetos subsequentes, assim como na construção de **novos modelos de negócios**. Além disso, os déficits nos conhecimentos sobre a Indústria 4.0 podem ser reduzidos e uma maior consciência digital pode ser gerada na sociedade. Projetos emblemáticos, via de regra, são complementados com showrooms, nos quais são demonstradas inovações de destaque.

Tabela 1. Opções estratégicas

	Estratégia 1 Foco da cooperação de desenvolvimento em holdings			Estratégia 2 Foco da cooperação de desenvolvimento em PMEs			Estratégia 3 Foco da cooperação de desenvolvimento de questões horizontais		
Projeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Grau de especialização<sup>13</sup></b>	Médio / Alto	Alto	Médio / Alto	Médio / Alto	Médio	Baixo / Médio	Baixo / Médio	Baixo / Médio	Alto
<b>Parceiros no país</b>	Universidades Holdings Atores políticos Associações	Especialistas de software Holdings Associações	Holdings	Especialistas de software PME	Universidades PME Start-ups Investidores Associações	PME Start-ups Associações	Holdings PME Universidades Escolas Atores políticos	Holdings PME Universidades Associações Atores políticos	Holdings Atores políticos Especialistas em infraestrutura
<b>Setores</b>	Medicina Agricultura Energia Mobilidade Finanças	Medicina Logística Manufatura	Agricultura Medicina Engenharia mecânica Meio-ambiente	Manufatura Comércio Agricultura	Engenharia mecânica Agricultura Meio-ambiente Mobilidade Energia	Manufatura Engenharia mecânica Aeronáutica Agricultura Meio-ambiente Mobilidade Energia Administração	Manufatura Engenharia mecânica Agricultura Meio-ambiente Mobilidade Energia Administração	Engenharia mecânica Manufatura Meio-ambiente Agricultura Mobilidade Administração	Manufatura Mobilidade Agricultura
<b>Horizonte de tempo<sup>14</sup></b>	Médiol / Longo	Médio	Médio	Médio	Longo	Curto / Médio	Curto / Médio	Curto / Médio	Longo
<b>Custos<sup>15</sup></b>	Médios / Altos	Médios / Altos	Médios / Altos	Médios	Altos	Baixos / Médios	Baixos	Baixos	Altos
<b>Complexidade</b>	Alta	Alta	Baixa / Média	Média	Alta	Baixa	Baixa / Média	Baixa / Média	Alta

<sup>13</sup> Grau de especialização: conhecimentos especializados necessários baixos | médios | altos

<sup>14</sup> Horizonte de tempo: a curto prazo (até um ano) | a médio prazo (até três anos) | a longo prazo (mais de três anos)

<sup>15</sup> Custos: baixos (até EUR 450.000,00) | médios (até 1 milhão de EUR) | altos (acima de 1 milhão de EUR)

**Implementação da sugestão:** A construção de projetos emblemáticos é realizada junto com parceiros brasileiros. Aqui, as **instituições de pesquisa científicas** das universidades são um elemento central. Em **laboratórios e bancadas de teste** são incentivadas soluções inovadoras da Indústria 4.0 e inovações de produtos junto com os departamentos de desenvolvimento de grupos e novos métodos de soluções de sistemas em rede são testados na prática. Uma cooperação intensa e conexão em rede das instalações de pesquisa relevantes para o respectivo setor, assim como com empresas brasileiras relevantes é também necessária. Além disso, no âmbito de projetos emblemáticos deverá ser forçada uma **ampla conexão de atores regionais** da ciência e economia. É também necessária a inclusão de associações, assim como de atores políticos regionais.

Por ocasião da implementação podem ser considerados diversos projetos nos setores de **medicina, agricultura, energia e mobilidade, assim como de serviços bancários**, nos quais *holdings* brasileiras, que já apresentam um forte posicionamento na Indústria 4.0, acompanham projetos emblemáticos de repercussão pública. Dependendo da orientação dos respectivos projetos emblemáticos, há a necessidade de um conhecimento especializado de nível médio a alto para focar nas competências e nos atores e desenvolver soluções inovadoras da Indústria 4.0. A profundidade das cooperações deverá incluir, a partir de uma troca de informações periódica, especialmente o **desenvolvimento de novas soluções de tecnologia** no âmbito de bancadas de teste e também a **demonstração** de soluções complexas da Indústria 4.0. O objetivo deverá ser o de gerar uma visibilidade suprarregional. Devido ao grande número de parceiros de projeto, assim como à necessidade de incluir atores da ciência, economia e da política, pode-se partir de uma alta complexidade de projeto, bem como de custos no valor de mais de 1 milhão de euros. O horizonte de tempo de médio prazo para o desenvolvimento de projetos emblemáticos é de 1 a 3 anos para a construção das primeiras cooperações e bancadas de teste. O horizonte de tempo para a implementação dos projetos iniciados é de mais de 3 anos.

## 2. Projeto: Plataformas de integração

As plataformas de integração específicas dos setores são recomendadas para o desenvolvimento e a difusão de padrões dentro de um setor e servem para a conexão em rede de empresas brasileiras entre si, **agregando dados e automatizando processos**. Plataformas de software centralizam os dados de diversas empresas para desenvolver com base nessas modelos de negócios fundamentados em dados. As cooperações entre as empresas permitem ainda testar soluções orientadas na prática, em relação a futuros desafios nos assuntos **proteção de dados e direito de dados**. Além disso, as plataformas de software reduzem o risco de investimentos para as soluções de Indústria 4.0 e **geram sinergias** para fatores como custos, know-how, redes, essenciais para a construção dos bancos de dados necessários. Não obstante, cooperações entre diversas empresas podem ser testadas durante a construção de plataformas de integração. Estas são condições necessárias para o sucesso de soluções além das empresas, especialmente o âmbito de projetos da Indústria 4.0 que excedem os limites empresariais. Com base nas plataformas de software e nos bancos de dados, podem ser desenvolvidas **aplicações de big-data e modelos de negócios inovadores** nos projetos subsequentes.

**Implementação da sugestão:** Para a construção de plataformas de integração são necessárias cooperações com empresas de software especializadas, que apresentam um alto grau de **know-how de setores, como também de conhecimentos em técnicas de informação**. Deve ser identificado ainda um grupo de empresas que buscam uma participação ativa na construção conjunta das respectivas soluções de plataformas. Como

setores podem ser considerados os setores líderes no Brasil como o da medicina, agricultura e manufatura, nos quais o país já consegue apresentar **um forte posicionamento, conhecimentos técnicos necessários**, além de disponibilizar uma **série de parceiros de cooperação em potencial**. Inicialmente recomendamos o desenvolvimento de soluções de plataformas com base em problemas concretos e campos de tecnologia selecionados em um pequeno grupo de empresas dentro de um setor. Organizações científicas e associações também podem orquestrar com eficiência a construção de plataformas de integração específicas dos setores. Devido à necessidade de conhecimentos especializados e às altas demandas de cooperação de diversas empresas, tanto os custos, como também o grau de complexidade podem ser considerados altos. Na construção das primeiras soluções de plataformas em funcionamento deve-se calcular com um horizonte de tempo médio a alto.

### 3. Projeto: Showrooms

Showrooms, assim como roadshows móveis são um instrumento eficiente de informação sobre inovações tecnológicas na área da Indústria 4.0. Exemplos de aplicação podem fornecer uma importante contribuição para informar os colaboradores e tomadores de decisão objetivamente sobre as inovações e vantagens técnicas da Indústria 4.0. Mediante a **visualização e disponibilização de artefatos de fácil compreensão** das possibilidades tecnológicas, organizacionais e administrativas da Indústria 4.0, as pequenas e médias empresas e start-ups deverão receber **apoio orientado** em decisões complexas de investimentos. Através da disponibilização de protótipos de grande empresas, as informações sobre inovações técnicas e suas aplicações são demonstradas de forma bastante prática. Deve-se atentar também para uma visualização de fácil compreensão, tanto dos **funcionamentos técnicos** como também dos **aspectos operacionais**. Com isso, especialmente as pequenas e médias empresas podem se informar, recebendo uma demonstração compreensível das inovações tecnológicas, operacionais e organizacionais. Defasagens de informações podem ser compensadas e **decisões complexas de investimentos** podem ser simplificadas. Os showrooms são também uma boa solução para complementar os projetos emblemáticos.

**Implementação da sugestão:** Para a construção de showrooms podem ser consideradas empresas brasileiras como também alemãs de sucesso, especialmente dos setores de visibilidade internacional como agricultura, medicina, engenharia mecânica e tecnologias ambientais, os quais demonstram o **funcionamento de inovações destacadas e soluções de produto integradas** e showrooms. Aqui o foco deverá ser o da **demonstração de forma compreensível** de áreas de tecnologia selecionadas da Indústria 4.0, assim como a evidência simultânea das consequências da digitalização em empresas. Os showrooms podem por um lado ser instalados nos **espaços de universidades ou associações empresariais** ou, por outro lado, ser disponibilizados a um público interessado em diferentes locais do Brasil via **roadshows móveis**. O grupo destinatário é, por um lado, o **público especializado** nacional e internacional, assim como por outro lado, o **público leigo interessado**. Dependendo das despesas e do equipamento dos showrooms, pode-se levar em conta no cálculo custos médios e altos, bem como um horizonte médio de tempo de 1 a 3 anos. Dependendo da sofisticação tecnológica dos produtos de Indústria 4.0 apresentados, recomendamos ainda o planejamento com um grau de especialização médio ou alto de conhecimentos técnicos e know-how tecnológico.

- **Estratégia 2: Foco na cooperação de desenvolvimento com PMEs**

A estratégia 2 foca no incentivo e na colaboração com PMEs e start-ups brasileiras. O objetivo é aproveitar os efeitos disruptivos da digitalização especificamente para empresas menos digitalizadas, para incentivar claramente o salto do país da Indústria 2.0 para a Indústria 4.0.

#### 4. Projeto: Plataformas de e-commerce

As plataformas de e-commerce permitem que empresas de pequeno e médio porte tenham um contato direto com o cliente em **mercados de demanda mundiais** com as respectivas opções para um sólido aumento dos potenciais de venda. Ao mesmo tempo, a **dispensa de intermediários e agenciadores** reduzem significativamente os custos de transação e permitem economias de tempo e **potenciais de racionalização** dentro da cadeia de valor agregado. A inerente otimização de processos operacionais pode gerar um considerável **aumento da competitividade**, especialmente no caso das PMEs até o momento não muito digitalizadas. Ao mesmo tempo, as empresas recebem a chance de se destacar em relação aos competidores, utilizar novos instrumentos para a comercialização, assim como desenvolver novos modelos de negócios. Além disso, é facilitada a obtenção de novos parceiros de cooperação. No mais, as plataformas de e-commerce oferecem às empresas a chance de centralizar novamente serviços de informação e produtos físicos, buscando aqui diferentes **estratégias da discriminação de preço** para a maximização do lucro. Especialmente as empresas em **regiões periféricas e com baixa infraestrutura** no Brasil podem se beneficiar da construção objetiva de plataformas de e-commerce.

**Implementação da sugestão:** Para a construção de plataformas de e-commerce deve-se realizar inicialmente uma **representação eletrônica das transações de mercado**, as quais conectam as relações de comunicação entre empresas e consumidores finais, assim como intermediários relevantes para o mundo digital, conectando diretamente os atores. As plataformas de e-commerce podem ser direcionadas tanto aos **fornecedores de produtos digitais**, como também às **empresas de produção**, por exemplo, plataformas de e-commerce para a conexão e a comercialização de produtos agrícolas ou soluções para a telemedicina e e-health em regiões de difícil acesso. Pequenas empresas em uma região piloto (por exemplo, empresas agrícolas no Amazonas) puderam ser inicialmente envolvidas na construção de um mercado eletrônico. No mais, é necessária a **adaptação da plataforma** aos respectivos mercados e clientes finais em diversos países. Aqui deverão ser considerados tanto o idioma, sistemas de pagamento e envio, assim como fatores relevantes para a proteção de dados. As informações necessárias para o cliente para a avaliação da proposta como preço, índices técnicos e especificações do produto, bem como do fornecedor deverão ser comunicados de forma eficiente e transparente. Além disso, **representações em multimídia** podem destacar a utilidade fundamental e adicional dos bens oferecidos. Plataformas de e-commerce deverão ser acompanhadas por investimentos adequados em **comercialização digital, marketing de ferramentas de busca (SEM)**, assim como **otimização de ferramentas de busca (SEO)**. Dependendo do tamanho das plataformas de e-commerce, da complexidade das funções técnicas, assim como do número de empresas envolvidas e diferentes versões de países deve-se contar com custos médios a altos, bem como com um horizonte de tempo de 1 a 3 anos. Cooperações com

empresas de software especializadas para a construção de plataformas técnicas são tão necessárias como uma intensa cooperação com as empresas no local. Aqui é necessário um nível médio de conhecimentos especializados. Altos financiamentos iniciais podem se amortizar a longo prazo com participações no sucesso da plataforma de e-commerce.

## 5. Projeto: Incubadoras da Indústria 4.0

Um impulsor importante para o incentivo de pequenas e médias empresas, assim como start-ups são as **incubadoras impulsionadas por tecnologia**, assim como a construção de um cenário **dinâmico de incubadoras**. Para o fortalecimento da capacidade de conexão do Brasil em sistemas integrados, o incentivo sustentável da constituição de empresas e o respectivo desenvolvimento de aplicações da Indústria 4.0 e modelos de negócios é um fator importante. No foco, há dois pontos de partida: por um lado o **apoio estrutural** de start-ups e fundadores na área da Indústria 4.0. Aqui fazem parte tanto o incentivo das **incubadoras universitárias no Brasil**, da sua **inclusão internacional** na transferência de pesquisa mundial, assim como a **conexão mais forte em rede** de incubadoras brasileiras e alemãs, tal como a ampliação dos respectivos **programas de aceleração**. Além disso, a **inclusão de pequenas e médias empresas brasileiras de grande crescimento** nas incubadoras da Indústria 4.0 tem igualmente uma importante contribuição para o alcance de uma maior conexão de empresas jovens e médias. Informações sobre questões **legais ou administrativas** (por exemplo, a escalonagem de modelos de negócios) podem ser amplamente divulgadas e **novos impulsos de inovação** podem ser gerados. O objetivo deve ser o desenvolvimento de uma rede dinâmica de fundadores criativos e motivados como parte de um **ecossistema digital e inovador** no Brasil.

**Implementação da sugestão:** Para incentivar as incubadoras da Indústria 4.0 no Brasil, deve-se por um lado desenvolver e incentivar instituições existentes para o apoio de fundadores. Por outro lado, deverão ser estabelecidas **outras incubadoras**. Para isso, é inicialmente necessário criar **espaços necessários e formatos para eventos**, nos quais fundadores e empresários possam trocar ideias e desenvolver objetivamente as redes comerciais. Além disso, a oferta existente de incubadoras no Brasil deverá ser verificada e adaptada às **necessidades da Indústria 4.0**. Um elemento central é a criação de uma interação mais forte entre o ensino e a pesquisa universitária e as incubadoras, assim como um recrutamento de estudantes talentosos, por exemplo, segundo o modelo do "Center for Digital Technology and Management (CDTM)" alemão. Analogamente, recomendam-se investimentos na construção de incubadoras **ligadas ao Ensino Superior e administradas por empresas**, as quais facilitam a constituição de start-ups a partir de temas de pesquisa atuais, centralizando ao mesmo tempo contatos com **personalidades empresariais regionais e nacionais**. As propostas de consultoria existentes para start-ups, assim como para pequenas e médias empresas também deverão ser mais fortemente incluídas nas incubadoras. O horizonte de tempo para uma instalação bem sucedida e o desenvolvimento das perspectivas das incubadoras da Indústria 4.0 deverá ser dimensionado em mais de 3 anos. A instituição de cursos relacionados à constituição, investimentos em pesquisa e ensino, programas de bolsas e os respectivos espaços incluem um alto engajamento de custos e exigem uma grande quantidade de conhecimentos especializados.

## 6. Projeto: Formatos de intercâmbio e cooperação

Para poder oferecer a jovens empresas, especialmente em regiões periféricas, apoio na construção de know-how da Indústria 4.0 e contatos comerciais, assim como para fornecer apoio como na inclusão de redes

internacionais e no acesso a **colaboradores qualificados e recursos de capital**, recomenda-se a instituição e ampliação de formatos de cooperação entre startups e empresas alemãs e brasileiras já instaladas. Isso permite a jovens empresas o acesso a uma **rede maior de parceiros de negócios em potencial** e facilita a possível exploração de novas fontes de financiamento. O objetivo é fortalecer mais as empresas orientadas em tecnologia na fase de crescimento por meio de opções de incentivo adequadas e integrá-las mais intensamente no processo de digitalização. Além disso, deverá ser alcançado um **fortalecimento da transferência de tecnologia** e ser ainda intensificado um intercâmbio de experiência e a disponibilidade de cooperação. Simultaneamente, empresas brasileiras ainda não suficientemente digitalizadas recebem a chance de compensar a falta de competências da Indústria 4.0 por meio de cooperações íntimas com empresas de crescimento promissoras da área da Indústria 4.0. Com isso, podem ser fornecidos impulsos inovadores para a criação dos próprios processos e modelos de negócios e o salto da Indústria 2.0 para a Indústria 4.0 é incentivado.

**Implementação da sugestão:** Um foco deverá ser o de reunir um **grupo heterogêneo** de empresas jovens, instaladas, pequenas, médias e grandes para dar às respectivas empresas a possibilidade de identificar **parceiros de cooperação adequados**. Na seleção das empresas ainda deverão ser consideradas as **necessidades de cooperação heterogêneas** da Indústria 4.0. Deve-se também recomendar um intenso intercâmbio e uma **conexão de jovens empresas em crescimento com empresas médias e grandes** para gerar um ecossistema dinâmico da Indústria 4.0. Deve-se fortalecer a conexão em rede com a economia por todo o ciclo de vida de uma empresa. Para o cenário de incubadoras em partes bastante fragmentado, recomenda-se a construção de **eventos especiais de networking** com o objetivo de fortalecer o intercâmbio de experiências e histórias de sucesso, assim como a cooperação entre jovens empresas na fase de crescimento, além das diversas incubadoras. Deve-se aqui focar em **novos formatos**, incluindo o contato entre jovens empresas e clientes em potencial, assim como empresas de diferentes portes e também **eventos de pitching**. O desenvolvimento de formatos de intercâmbio e cooperação pode ser alcançado com um horizonte de curto a médio prazo abaixo de 3 anos e como custos baixos a médios. A demanda de conhecimentos especializados pode ser considerada baixa. Nessa questão, recomenda-se também aproveitar as estruturas e instituições existentes como as Câmaras de Indústria e Comércio, as infraestruturas de pesquisa ou as iniciativas de empresas que atuam em âmbito mundial como plataformas para intercâmbio e conexão em rede.

- **Estratégia 3: Foco da cooperação de desenvolvimento de questões horizontais**

A estratégia 3 foca no incentivo da Indústria 4.0 em questões horizontais relevantes, que se referem tanto a start-ups e PMEs brasileiras, como também empresas de grande porte. O objetivo é fortalecer as condições gerais para o incentivo bem sucedido da Indústria 4.0 no Brasil.

## 7. Projeto: Formação profissional e continuada

A educação digital tem um papel decisivo para o desenvolvimento de inovações e para a preservação de empregos atraentes. O know-how digital é o recurso central para delinear a transformação e para a futura competitividade de uma economia. Aqui temos em primeiro plano a compreensão das tecnologias de TI e a sua aplicação. O importante nesse momento é que não se trata somente de **competências de TI de ponta** (por exemplo, coding, conhecimento de software), mas, sobretudo também de **amplas competências digitais**, especialmente na aplicação. As abordagens da política de desenvolvimento não deverão manter o foco somente no incentivo de conhecimentos específicos de TI, mas sim fortalecer o know-how digital nos campos

relacionados à aplicação. Aqui é necessária a **transferência de competências em todos os planos do sistema educacional** – desde a escola, a formação profissional técnica até as universidades. É decisiva também a formação continuada dos quadros de funcionários existentes nas empresas. A formação profissional e continuada concentra-se em todas as regiões e áreas da economia e da sociedade brasileira e deverá também incluir o incentivo da excelência de ponta, assim como o incentivo de amplas competências e habilidades.

**Implementação da sugestão:** As escolas profissionalizantes podem oferecer qualificações com ajuda de **caminhões de treinamento móveis**, que seriam equipados com um laboratório. Analogamente aos "Nano-Trucks", um projeto antigo do Ministério Federal de Educação e Pesquisa (BMBF) que apresentou muito sucesso na Alemanha, um caminhão de treinamento poderia atender todas as escolas técnicas profissionalizantes do Estado de São Paulo, oferecendo regularmente cursos para professores e alunos. Ao mesmo tempo, os caminhões de treinamento também podem ser utilizados como showrooms para eventos informativos – especialmente para PMEs. Um projeto semelhante foi colocado em prática no Brasil em 2014 pelo Ministério Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) e pelo banco Deutsche Investitions- und Entwicklungsbank (DEG) em cooperação com a empresa Bosch em uma Parceria Público Privada (develoPPP). Nesse projeto foi instalado um caminhão de treinamento na área de mecatrônica de veículos automotivos. Posteriormente podem ser realizados cursos práticos em cooperação com empresas, escolas profissionalizantes e universidades. Essa medida pode ser realizada a curto prazo e sem muitos custos. **Uma opção seriam diferentes caminhões atendendo diferentes áreas** – como, por exemplo, a produção e manufatura, a engenharia mecânica e o setor de mobilidade, mas existe também a possibilidade de caminhões no setor agrário e de energia. No conjunto, a cooperação de desenvolvimento com a Alemanha pode contribuir com o equipamento técnico para escolas, universidades e empresas, incentivando, por exemplo, TechShops, Maker-Spaces e projetos na comunidade.

Outra medida econômica realizável a curto prazo pode consistir na transmissão dos **conteúdos midiáticos e de digitalização através de Massive Open Online Courses (MOOCs)**. A vantagem dos MOOCs é que os conteúdos de ensino digitais podem ser transportados por meio de mídias digitais, alcançando um grande público destinatário através do conceito aberto e que estes conteúdos podem ser conectados entre si em foros de discussão online. Para lançar um MOOC sobre a Indústria 4.0 pode-se seguir o exemplo do MOOC da acatech "Hands on Industry 4.0" (<https://mooc.house/courses/industrie40-2016>), realizado junto com o instituto Hasso-Plattner em Potsdam, desenvolvendo um MOOC introdutório sobre o tema digitalização e Indústria 4.0. A médio prazo podem ser realizados outros MOOCs específicos sobre diferentes temas (por exemplo, smart factory ou smart services), problemas (por exemplo, logística e realização técnica) e setores (por exemplo, automotivo, engenharia mecânica ou setor agrário). Com um MOOC pode-se também aumentar a visibilidade da GIZ no tema Indústria 4.0. Os MOOCs são sempre escalonáveis e aplicáveis também em outros países.

A médio e longo prazo é também necessária a **adaptação dos conteúdos de formação e ensino em escolas, universidades e nas empresas**. Para isso é necessária a consultoria e o acompanhamento de universidades, colégios e outras instituições de educação, como também a sensibilização de empresas pelo tema da formação continuada e treinamento de novos funcionários ou funcionários existentes.

## 8. Projeto: Conexão de instituições e grêmios internacionais em redes

A conexão digital exige um intercâmbio mais forte entre instituições e grêmios internacionais. Em primeiro plano deverão ser tratados temas como a **padronização e o direito de dados** (por exemplo, a proteção de dados, condições de uso e a propriedade de dados). Essas questões são condições para que os países possam desenvolver o seu caminho para a Indústria 4.0 de forma **independente** e para que as empresas possam colocar em prática novos modelos de negócios baseados em dados em um âmbito confiável. Não se trata somente da cooperação em instituições e grêmios internacionais, mas também do **intercâmbio e da transferência entre diferentes empresas** (nacional – internacional, holdings – PMEs / startups), bem como entre economia e pesquisa (empresas – universidades / instituições de pesquisa). Para isso, mecanismos específicos e formatos de intercâmbio são instrumentos adequados para a conexão dentro do Brasil e entre a Alemanha e o Brasil. As seguintes sugestões focam especialmente nas regiões e nos setores competitivos no país.

**Implementação da sugestão:** Um primeiro passo em curto prazo pode consistir no aproveitamento de grêmios e comitês existentes, ou na **construção de um grupo de trabalho bilateral** para introduzir padrões além dos países e mobilizar capital para investimentos – por exemplo, para projetos piloto de altos custos ou projetos emblemáticos. Além disso, a tarefa do grupo de trabalho poderia consistir no lançamento e no incentivo de parcerias de inovação entre a ciência e a indústria – aqui especialmente das empresas de médio porte. Na definição de padrões além das fronteiras dos países deverão ser incluídos os processos e as instituições existentes como, por exemplo, o instituto de normas Deutsche Institut für Normung (DIN) ou a International Organization for Standardization (ISO). Para a mobilização de capital para diferentes projetos deverão ser incluídos especialmente as empresas interessadas, assim como fornecedores de capital de risco. Importante é também a **inclusão das respectivas autoridades competentes** ao menos como órgão de regulamentação (por exemplo, para a instalação de bancadas de teste). Para o intercâmbio geral entre a Alemanha e o Brasil sobre o tema da Indústria 4.0, uma boa opção do lado alemão é a plataforma da Indústria 4.0.

Como parceiros importantes para a tecnologia, **as instituições de pesquisa têm um papel central** para o intercâmbio internacional. Aqui deverão ser considerados especialmente a ampliação e o desenvolvimento claro do conteúdo de cooperação existentes da Indústria 4.0, como por exemplo, dos institutos Fraunhofer ou de clusters de tecnologia. Também o intercâmbio entre instituições de Ensino Superior alemãs e brasileiras é um instrumento bastante importante para incentivar a transferência internacional de know-how. Nesse contexto podemos considerar também o intercâmbio de estudantes entre os dois países. Outro componente essencial pode ser ainda a **harmonização e sincronização** das atividades em pesquisa e desenvolvimento na forma de **um roteiro de pesquisa**, com a participação da economia e ciência de ambos os países. Um ponto de partida na Alemanha pode ser o conselho científico da plataforma Indústria 4.0, acompanhado pela acatech. Essas opções podem ser iniciadas a curto prazo sem muita verba, obtendo resultados de médio a longo prazo.

## 9. Projeto: Infraestrutura

Uma infraestrutura preparada para o futuro é a condição para uma realização bem sucedida da Indústria 4.0. Para os crescentes fluxos de dados globais e o volume de dados cada vez maior, assim como as exigências de **capacidade de processamento em dados reais das redes, a expansão da rede de banda larga em todo o território** é indispensável. Uma infraestrutura de alto desempenho é necessária tanto para a produção, como

para as redes inteligentes em diversas áreas e setores. Assim, é possível fornecer apoio também às regiões subdesenvolvidas, equipando estas para o futuro digital e fortalecendo as iniciativas locais (por exemplo, plataformas de e-commerce). Além disso, trata-se ainda da instalação de **redes inteligentes** e da garantia da **segurança contra ataques** (security) e a **segurança operacional** (safety) de tecnologias e aplicações digitais. Uma boa opção seria uma **parceria em Cyber Security**.

**Implementação da sugestão:** As crescentes exigências em relação ao desempenho das redes de dados demandam uma ampliação das redes de banda larga sustentável. Nesse caso, deve-se garantir uma elevada largura da banda (por exemplo, com cabo de fibra ótica). Devido à **estrutura geográfica do Brasil** podem ser considerados diferentes conceitos para o abastecimento do país com uma infraestrutura de Internet de alto desempenho (por exemplo, soluções móveis ou apoiadas em satélites). A ampliação da rede deverá ser realizada sempre em cooperação com os operadores de rede e as autoridades competentes, sendo que o incentivo financeiro (por exemplo, o banco de desenvolvimento Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW) ou apoio técnico (por exemplo, empresas de telecomunicação) da Alemanha nos parece importante. Um critério decisivo para a expansão deverá ser sempre o da qualidade e o do **foco em uma solução de banda larga sustentável**. No mais, iniciativas locais e municipais deverão ser respectivamente apoiadas. A ampliação da banda larga pode ser iniciada em curto prazo, mas como tarefa deverá ser considerada a médio e longo prazo. A expansão acarreta em **altos custos de investimento**.

Uma infraestrutura de banda larga de alto desempenho é a condição para soluções digitais, por exemplo, em forma de redes inteligentes (ou melhor: redes de algoritmo otimizado). Para o Brasil aplicam-se diferentes pontos de partida: por um lado, as redes inteligentes podem ser utilizadas especialmente no **plano local** para implementar soluções de pequeno porte, que podem ser facilmente instaladas, bastante econômicas e orientadas na demanda da economia local e da sociedade. A vantagem consiste em organizar a implementação a curto e médio prazo e tornar os sucessos (e com isso a utilidade das tecnologias digitais) rapidamente visíveis. Uma desvantagem consistiria no fato de que diversas soluções estão paralelamente desconectadas, **dificultando assim uma escalonagem**. Por outro lado, redes inteligentes também podem ser desenvolvidas em áreas parciais em todo o país. Não obstante, é importante não subestimar os custos de investimento, a complexidade e as possíveis reservas econômicas e sociais. Importante para uma implementação bem sucedida são **parceiros econômicos fortes** e um **apoio das autoridades competentes**. Soluções locais nesse contexto também podem ser utilizadas como bancos de ensaio para o desenvolvimento de soluções digitais em um segundo momento em todo o país ou em âmbito global. Redes inteligentes também podem ser estabelecidas como projetos piloto ou projetos emblemáticos. Há também outras áreas para redes inteligentes como a área de educação, produção, mobilidade ou energia.

Uma condição para a implementação de redes inteligentes em especial ou tecnologias digitais em geral é a garantia da **segurança contra ataques (security)** e **segurança operacional (safety)**. Por isso, uma pesquisa mais aprofundada é importante nessa área. Assim, o tema da segurança – além de outras tecnologias da Indústria 4.0 ou tecnologias big data e tecnologias de análises de dados – representa um **foco na cooperação de pesquisa**. Por isso, é importante fortalecer a sensibilidade por esse tema e também construir as **respectivas competências** nas empresas, instituições de pesquisa e universidades. Além disso, com laboratórios de teste e análise como o Instituto Fraunhofer para Segurança Aplicada e Integrada (AISEC), pode ser criada uma possibilidade para empresas (especialmente PME), para testar soluções digitais e sua segurança. No mais, o desenvolvimento de aplicações seguras pode ser apoiado através de um **local de contato neutro com laboratórios de desenvolvimento e simulação** e pode na melhor das hipóteses ser

incentivado com a constituição de spin-offs. Os destinatários são especialmente os atores alemães e brasileiros na área de pesquisa de segurança de TI (como o instituto Fraunhofer já mencionado). A realização de uma cooperação de pesquisa e os laboratórios podem ser considerados como uma tarefa de médio prazo. Tanto o horizonte de tempo como os custos são considerados altos. Como alternativa, pode-se pensar também em um apoio direcionado com poucos obstáculos de acesso (financeiros) para know-how e infraestrutura.

## 7 Bibliografia

acatech. (2015). *Zukünftige Rahmenbedingungen für die Industrie 4.0-Wirtschaft in Brasilien: Innovationskraft*.

BMBF - Ministério Alemão de Educação e Pesquisa. (22 de fevereiro de 2015). *Bildungslandschaft: Brasilien*.  
Online:<http://www.kooperation-international.de/buf/brasilien/bildungs-forschungs-und-innovationslandschaft/bildungslandschaft.html>, último acesso em: 8 de agosto de 2016

Credit Suisse. (2015). *Global Wealth Databook 2015*.

Gausemeier, Jürgen; Klocke, Fritz (2016). *Industrie 4.0 – Internationaler Benchmark, Zukunftsoption und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung*. Paderborn, Aachen.

Heinz Nixdorf Institut HNI / Werkzeugmaschinenlabor WZL (Org.): *Industrie 4.0 - Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung*, 2016.

GATE Germany. (2009). *Länderprofile: Edition Brasilien*. Bonn.

GTAI - Germany Trade and Invest. (2016). *Wirtschaftsdaten kompakt - Brasilien*.

Hildebrandt et al. (2015): *Methodologie, Methoden, Forschungsdesign*. Wiesbaden.

Johnson, R. Burke; Onwuegbuzie, Anthony J. (2004). *Mixed methods research: A research paradigm whose time has come*. *Educational Researcher*, ano 33, Nº 7, página 14-26.

OSEC - Business Network Switzerland. (2012). *Brasilien Infrastrukturstrategie*.

Plattform Industrie 4.0. (2014): *Whitepaper FuE-Themen Industrie 4.0*.

Zerduck, Axel; Picot Arnold; Scharpe, Klaus; Artope, Alexander; Goldhammer, Klaus; Heger, Dominik K., Lange, Ulrich T., Vlierkant, Eckart; Lopez-Escobar, Esteban; Silverstone, Roger. (2002). *Die Internet-Ökonomie. Strategien für die digitale Wirtschaft*. Berlin.

## 8 Roteiro para entrevistas

Parceiros entrevistados: Embraer, Thyssenkrupp, SAP, T-Systems, BASF, Siemens, MDIC/MCTIC, CNI, Libbs, ABDI, Mãe Terra, FEI, Institute of International Relations, GKN Driveline, FINEP, Embaixada Alemã, INPI

### Base para discussão

- *Definição de “Indústria 4.0”*

O conceito de Indústria 4.0 representa a quarta revolução industrial, uma nova etapa na organização e administração de toda a cadeia de valor em todo o ciclo de vida de produtos. Na essência, Indústria 4.0 envolverá a integração técnica do CPS na manufatura e logística, assim como a utilização da Internet das Coisas e Serviços em processos industriais. Isso trará implicações para a geração de valores, modelos de negócios, serviços a jusante e organização de trabalho.

Fonte: Comitê diretor da plataforma da Indústria 4.0 – Relatório conclusivo do grupo de trabalho Indústria 4.0 (2015)

- *Campos de Ação para a Indústria 4.0*



### *Produtos inteligentes*

- Através de quais funcionalidades na área da *Indústria 4.0* os produtos se diferenciarão no futuro?
- Como os produtos de rede podem gerar valor agregado para os clientes?

### *Produção inteligente*

- Como processos de valor agregado podem ser delineados de forma mais transparente e mais eficiente com aplicações nas diferentes áreas da *Indústria 4.0*?

### *Serviços inteligentes*

- Como os serviços físicos e digitais podem ser combinados com serviços de inovação?

### *Aquisição de dados e processamento de dados*

- Quais dados foram adquiridos/ gerados e para o quê são processados?
- Tecnologia de sensores, documentação e administração de dados, segurança de dados, análise de dados (big data), simulação

### *Sistemas de assistência*

- Como os colaboradores recebem apoio durante a sua jornada de trabalho, para que possam focar em sua competência chave?
- Sistemas de visualização, terminais móveis, realidade aumentada, interação homem-máquina, impressão/escaneamento de 3D

### *Trabalho em rede e integração*

- Como funciona a cooperação com outros departamentos/ dentro do departamento e com os parceiros na rede? Quais dados são trocados?
- Integração vertical e horizontal, disponibilidade contínua de dados, rede flexível de facilidades, processos e produtos, Internet das Coisas, computação em nuvem

### *Descentralização/ orientação nos serviços*

- Quais benefícios/ serviços são oferecidos a outros departamentos/ parceiros e quais você mesmo utiliza?
- Gestão descentralizada, controle descentralizado, flexibilidade de produção, serviços na web, versatilidade

### *Auto-organização/ autonomia*

- O que é controlado, o que é regulado automaticamente?
- Circuitos de controle, auto-organização, autoconfiguração/ auto-otimização, sistemas ciber-físicos, controle de processos

## **Perguntas**

1. Qual é a importância da Indústria 4.0 para o Brasil?
2. Você pode dar um exemplo positivo sobre a Indústria 4.0 no Brasil?
3. Em quais indústrias e setores você vê o maior potencial para a Indústria 4.0 no Brasil?
4. Em quais áreas da Indústria 4.0 o Brasil tem pontos fortes e fracos? Você pode citar um exemplo?
  - Infraestrutura técnica

- Plataformas de software
  - Modelos de negócios movidos por dados
5. Quais são os maiores desafios da Indústria 4.0 no Brasil de acordo com a sua expertise?
- Mercado de trabalho
  - Educação
  - Infraestrutura
  - Especialização em software
  - Cooperação (Digitalização no país)
  - Rede internacional
6. Em quais áreas você acredita que o Brasil precisa de conhecimentos externos?
7. Onde especificamente a Alemanha pode ajudar?
- Indústria
  - Pesquisa
  - Cooperação de desenvolvimento
8. Quais setores são particularmente adequados como modelo?
- Agricultura
  - E-commerce
  - Sociedade
  - Indústria
  - Meio-ambiente
  - Integração internacional
9. Você pode compartilhar experiências da atual cooperação/ cooperações anteriores?
10. Quais oportunidades e desafios existem na cooperação internacional de acordo com a sua expertise?

## 9 Pesquisa online de dados brutos

**What do you understand by "Internet of Things"? (O que você entende por "Internet das coisas"?) Multiple answers possible - Múltiplas respostas possíveis**

Opções de respostas	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Automation (Automação)	52,2%	36
Networking and digitalization (Networking e digitalização)	68,1%	47
Intelligent products - (Produtos inteligentes)	72,5%	50
Product optimization (Otimização de produtos)	34,8%	24
New business models (Novos modelos de negócios)	63,8%	44
Others (Outros)	8,7%	6
	<b>Pergunta respondida</b>	<b>69</b>
	<b>Pergunta omitida</b>	<b>0</b>

**According to your opinion: What fundamental importance does "Internet of Things" have for Brazil? (Na sua opinião: Qual seria a importância fundamental da "Internet das Coisas" para o Brasil?)**

Opções de respostas	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Brazil will be developing smart "Internet of Things" service solutions.(Brasil participará ativamente do futuro da "Internet das Coisas" como um pioneiro mundial.)	2,9%	2
Brazil will be an early adopter of "Internet of Things" in Latin America.(Brasil será um dos primeiros a adotar "Internet das Coisas" na América Latina.)	13,0%	9
"Internet of things" is an opportunity to further develop the Brazilian economy and society. (A "Internet das Coisas" é uma oportunidade para desenvolver ainda mais a economia e a sociedade brasileira.)	79,7%	55
"Internet of Things" is an risk for Brazilian companies. (A "Internet das Coisas" é um risco para as empresas brasileiras.)	1,4%	1
"Internet of Things" has no relevance for Brazil in the upcoming future.(A "Internet das Coisas" não tem nenhuma relevância para o Brasil no futuro próximo.)	0,0%	0
Others (Outros)	2,9%	2
	<b>Pergunta respondida</b>	<b>69</b>
	<b>Pergunta omitida</b>	<b>0</b>

**Which sectors of the Brazilian economy could profit most from "Internet of Things"? (Quais setores da economia brasileira poderiam lucrar mais com "Internet das Coisas"?) Multiple answers possible - Múltiplas respostas possíveis**

Answer Options	very high profit (lucro muito alto)	high profit (lucro alto)	average (médio)	low profit (lucro baixo)	very low profit (muito baixo lucro)	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Agriculture and food production (Produção agrícola e alimentar)	19	16	18	12	1	3,61	66
Manufacturing industries (Indústrias transformadoras)	34	19	12	1	1	4,25	67
Financial services (Serviços financeiros)	23	18	16	8	1	3,82	66
Mining, oil, gas production (Mineração, Petróleo e Gás)	19	21	16	9	2	3,69	67
Aerospace and Defence (Aeroespacial e de defesa)	26	21	13	5	2	3,96	67
Energy (Energia)	29	23	10	3	1	4,15	66
Healthcare and pharma (Saúde e Fármacos)	31	24	8	3	1	4,21	67
Education (Educação)	29	19	13	4	2	4,03	67
Telecommunication (Telecomunicação)	36	25	4	1	1	4,40	67
Automotive (Automotivo)	30	26	9	1	1	4,24	67
Tourism (Turismo)	13	18	20	12	3	3,39	66
Environment (Meio ambiente)	12	18	22	11	2	3,42	65
Logistics and transport (Logística e transporte)	34	21	5	6	1	4,21	67
Others (Outros)							2
						<b>Pergunta respondida</b>	<b>67</b>
						<b>Pergunta omitida</b>	<b>2</b>

How would you rate Brazil in the following areas of the NEW ECONOMY?(Como você avaliaria o Brasil nas seguintes áreas da nova economia?) Multiple answers possible - Múltiplas respostas possíveis							
Answer Options	very developed (muito desenvolvido)	developed (desenvolvido)	average (médio)	underdeveloped (subdesenvolvido)	undeveloped (pouco desenvolvido)	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Intelligent machines (Máquinas inteligentes)	1	6	22	32	6	2,46	67
Internet infrastructure (Infra-estrutura de Internet)	1	4	31	24	7	2,52	67
Integrated systems (Sistemas integrados)	1	6	35	22	2	2,73	66
3D-Printing (Impressão 3D)	1	2	20	35	9	2,27	67
Automation (Automação)	1	16	32	13	4	2,95	66
Software know-how (Software Know-how)	2	27	29	7	2	3,30	67
Platform technologies (Plataformas de tecnologias)	2	15	29	18	3	2,93	67
Big Data Analytics (Big Data Analytics)	0	5	24	35	3	2,46	67
Data driven business models (Os modelos de negócios orientados a dados)	0	11	22	30	4	2,60	67
Smart services (Serviços inteligentes)	2	6	19	35	5	2,48	67
Fully automated marketplaces (Mercados totalmente automatizados)	1	2	12	33	19	2,00	67
Collaboration Platforms (Plataformas de colaboração)	0	10	19	31	7	2,48	67
Others (Outros)							0
						<b>Perguntas respondidas</b>	<b>67</b>
						<b>Perguntas omitidas</b>	<b>2</b>

**According to your opinion: What are the chances of "Internet of Things" for Brazil? (Na sua opinião: Quais são as vantagens da "Internet das Coisas" para o Brasil?) Multiple answers possible - Múltiplas respostas possíveis**

Opções de respostas	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Food safety (Segurança alimentar)	29,9%	20
Decentralized production (Descentralização da produção)	61,2%	41
Ressource efficiency (Eficiência energética)	64,2%	43
Higher productivity (Maior produtividade)	86,6%	58
Stop of the country escape (Redução do êxodo rural)	11,9%	8
Better paid jobs (Empregos com melhor remuneração)	23,9%	16
Environment protection (Proteção ambiental)	34,3%	23
Others (Outros)	6,0%	4
	<b>Pergunta respondida</b>	<b>67</b>
	<b>Pergunta omitida</b>	<b>2</b>

**According to your opinion: What are the biggest obstacles for the implementation of "Internet of Things"? (Na sua opinião: Quais são os maiores obstáculos para a implementação de "Internet das Coisas"?) Multiple answers possible - Múltiplas respostas possíveis**

Opções de respostas	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Danger of higher unemployment (O aumento do desemprego)	14,9%	10
Additonal competition from international internet companies (Competição adicional de empresas de tecnologia estrangeiras)	17,9%	12
Lack of skilled labor (A falta de mão de obra qualificada)	83,6%	56
Lack of political support (Falta de apoio político)	64,2%	43
Missing internet infrastructure (Falta de Infraestrutura de Internet)	77,6%	52
Lack of (internet) start-ups (Falta de (internet) startups)	32,8%	22
Others (Outros)	10,4%	7
	<b>Pergunta respondida</b>	<b>67</b>
	<b>Pergunta omitida</b>	<b>2</b>

In which areas do you see a demand for a cooperation with international partners? (Em que áreas você vê uma demanda para uma cooperação com parceiros internacionais?) Multiple answers possible - Múltiplas respostas possíveis

Answer Options	very important (muito importante)	important (importante)	average (médio)	below average (abaixo médio)	not necessary (não é necessário)	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Education and training (Educação e treinamento)	32	24	8	2	0	4,30	66
Improvement of the IT-infrastructure (Melhoria da infraestrutura de TI)	35	24	6	0	0	4,45	65
Access to talent (Acesso a talentos)	18	27	17	3	0	3,92	65
Research & development (Pesquisa e desenvolvimento)	40	22	3	0	0	4,57	65
Access to venture-capital (O acesso a capital de risco)	20	26	17	1	1	3,97	65
Access to software know-how (Know-how em software)	26	27	11	1	0	4,20	65
Access to engineering know-how (Know-how em engenharia)	30	22	10	2	1	4,20	65
Others (Outros)							0
						<b>Pergunta respondida</b>	<b>66</b>
						<b>Pergunta omitida</b>	<b>3</b>

According to your opinion: How important are the following skills needed for digitalization in Brazil?(De acordo com a sua opinião: Quão importantes são as seguintes habilidades para a digitalização no Brasil?)

Opções de resposta	very important (muito importante)	important (importante)	average (médio)	below average (abaixo médio)	not necessary (não é necessário)	Percentual de respostas	Contagem de respostas
Mastering complex job content (Domínio de um conteúdo de trabalho complexo)	24	33	7	1	0	1,77	65
Interacting with machines (Interação com máquinas)	20	34	10	1	0	1,88	65
Know-how in information technologies (Know-how em tecnologias de informação)	31	30	4	0	0	1,58	65
Interdisciplinary thinking and acting (Pensamento e ação interdisciplinarmente)	42	18	5	0	0	1,43	65
Communication and interpersonal skills (Habilidades de comunicação e habilidades interpessoais)	23	25	16	1	0	1,92	65
E-commerce skills and service orientation (Habilidades de e-commerce e orientação para o cliente e serviço)	20	27	12	5	0	2,03	64
Awareness for digitalization (A consciência para a digitalização)	35	23	5	2	0	1,60	65
Entrepreneurial know-how (Know-how empresarial)	34	25	5	1	0	1,58	65
Others (Outros)							0
						<b>Pergunta respondida</b>	<b>65</b>
						<b>Pergunta omitida</b>	<b>4</b>

**Which other factors not mentioned in the surveys are important for digitalization in Brazil?  
(Quais outros fatores não mencionados nas pesquisas são importantes para a digitalização no Brasil?)**

Opções de respostas	Contagem de respostas
	22
<i>Pergunta respondida</i>	<b>22</b>
<i>Pergunta omitida</i>	<b>47</b>

- Alteração da cultura da sociedade brasileira
- Access to funds (Acesso a fundos).
- Redução da burocracia e impostos sobre investimentos em IoT.
- Security (Segurança)
- Access to competitive sources of financing for innovation projects (Acesso a fontes competitivas de financiamento para projetos de inovação)
- Normatização e padronização; Abertura de mercado (Menos taxaço para importação de produtos eletrônicos).
- Political will to encourage technological investments and a clear technological plan from private initiative. (Vontade política para encorajar investimentos tecnológicos e um plano tecnológico claro da iniciativa privada)
- Accessibility of poor people (Acessibilidade de pessoas pobres).
- Políticas públicas de incentivo e fomento, clareza no retorno esperado e maior estabilidade econômica.
- Not be away of the window of opportunity and avoid losing competitiveness to offshore competition mainly on manufactured products (Não se afastar da janela de oportunidades e evitar a perda de competitividade a competição offshore especialmente em produtos manufaturados).
- Politics & Government incentives (Políticas e incentivos do governo)
- A structured approach between IT and OT to develop new IIoT solutions cheapen the cost of sensors and data acquisition hardware Creating rules and interoperability standards (Uma abordagem estruturada entre TI e OT para desenvolver novas soluções IIoT, baratear os custos dos sensores e hardware de aquisição de dados, criar regras e padrões de interoperabilidade)
- Regulations and incentives from government (Regulamentos e incentivos do governo).
- Eliminar a cultura burocrática, muito cartorial e ligada a papéis.
- Importante revisão do modelo fiscal para as empresas brasileiras, simplificação dos processos fiscais, unificação do imposto ICMS, entre outras medidas que tornem as empresas brasileiras mais competitivas.
- Redução ou isenção de impostos de importação para produtos de tecnologia
- Much more aggressive and open businessmen, with a larger participation of our private banking sector (Empresários muito mais agressivos e abertos com uma maior participação do nosso setor bancário particular).

- Conhecimento por parte dos empresários, quanto aos benefícios da digitalização. Atualização curricular nas áreas técnicas/engenharia.
- Governmental policies and Investment (Políticas governamentais e investimentos)
- Marketing and online sales (Marketing e vendas online)
- Novo perfil de profissionais para lidar com a quarta revolução industrial.
- Asd

<b>Are you from Brazil?(Você é do Brasil?)</b>		
<b>Opções de respostas</b>	<b>Percentual de respostas</b>	<b>Contagem de respostas</b>
Yes (Sim)	95,4%	62
No (Não)	4,6%	3
	<b>Pergunta respondida</b>	<b>65</b>
	<b>Pergunta omitida</b>	<b>4</b>

<b>What is your occupation?(Qual é a sua profissão)</b>		
<b>Opções de respostas</b>	<b>Percentual de respostas</b>	<b>Contagem de respostas</b>
Science (Ciência)	12,3%	8
Politics (Política)	0,0%	0
Business (Negócio)	87,7%	57
	<b>Pergunta respondida</b>	<b>65</b>
	<b>Pergunta omitida</b>	<b>4</b>

10 **Apresentação em Bonn (5 de setembro de 2016)**



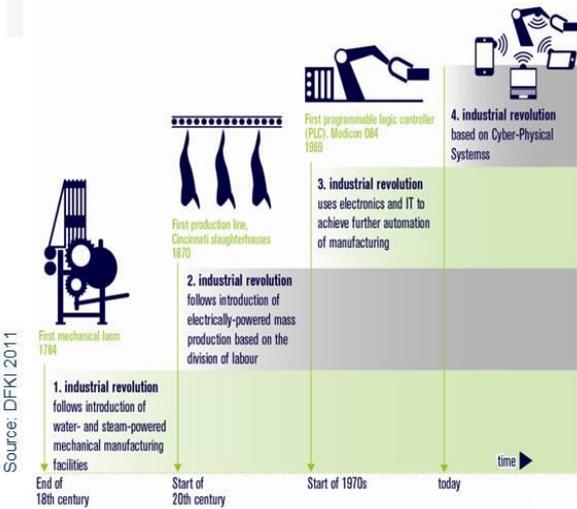
**acatech – NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING**

**Developing countries from Industrie 2.0 to Industrie 4.0**

**Dr. Andreas Heindl**  
5th September 2016



**What is Industrie 4.0?**  
Fourth industrial revolution



Source: DFKI 2011

**Chances**

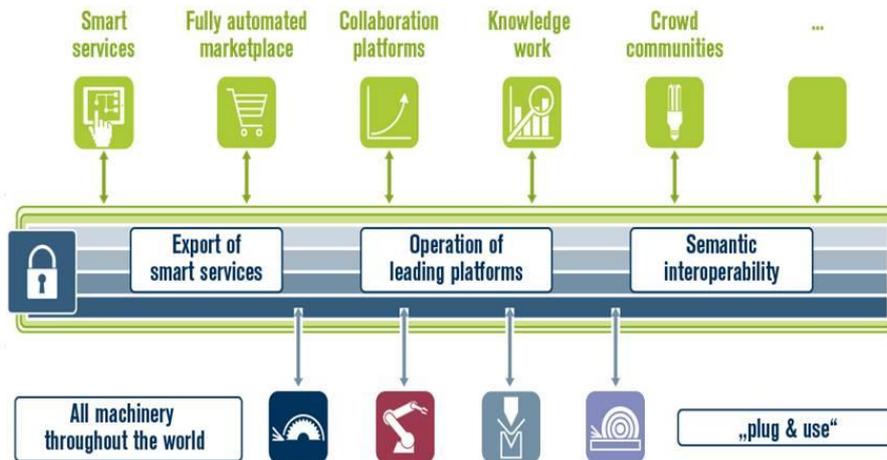
- Flexible production
- Resource efficiency
- Assistance systems
- Work-life-balance
- (Industrial) development
- ...

**Risks**

- (Global) digital divide
- Polarization of societies
- Reduction / loss of jobs
- Security and privacy
- New monopolies
- ...

## What are the changes of Industrie 4.0?

### Platform economy and new business models

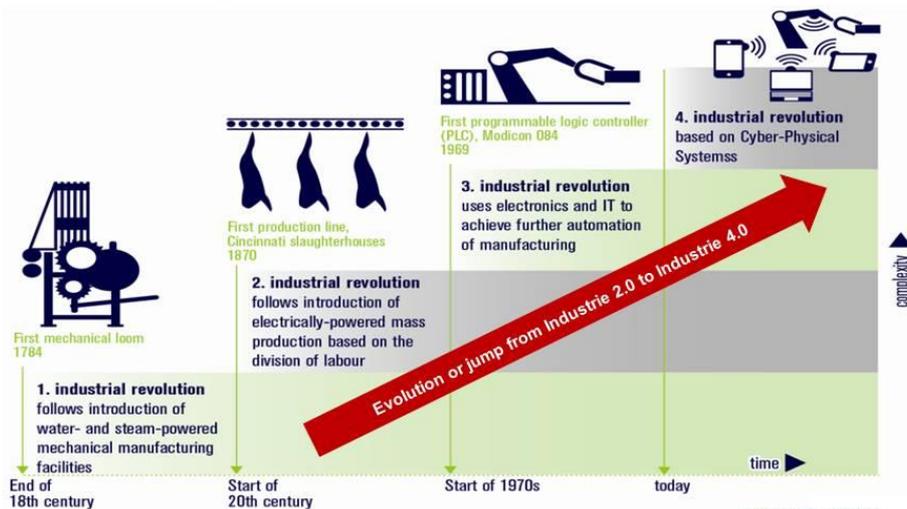


Source: Siemens 2014

3 acatech | Industrie 4.0 for Development | 5th September 2016

## What is the impact for development?

### Evolution or jump from Industrie 2.0 to Industrie 4.0

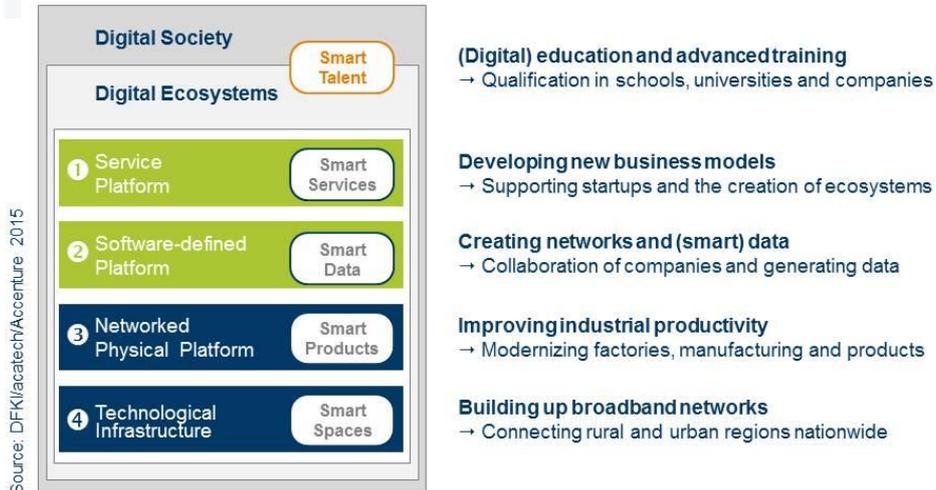


Source: DFKI 2011

4 acatech | Industrie 4.0 for Development | 5th September 2016

## What are the starting points for development?

### Layer model for digital infrastructures

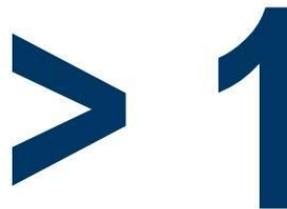


## 11 Apresentação em São Paulo (29 de setembro de 2016)



### Introduction to acatech National Academy of Science and Engineering

---



### National Academy of Science and Engineering Overview

---

#### ❖ The institution

- acatech: independent and self-determined representative of science and technology in Germany and abroad
- Supported by the federal government and the 16 federal states as a national academy since January 1, 2008
- Patron: Federal President Joachim Gauck

#### ❖ The network (status: August 2015)

- 444 members in Germany and abroad
- 110 senators



The Presidents of acatech:  
Henning Kagermann and  
Reinhard F. Hüttl

## The Objectives

Providing knowledge, guidance and support



❖ **Scientific recommendations**  
acatech advises policymakers and the public on future technology issues

❖ **Knowledge transfer**  
acatech offers a platform for exchange fostering cooperation between science and business

❖ **Promotion of young scientists and engineers**  
acatech is committed to supporting young scientists and engineers

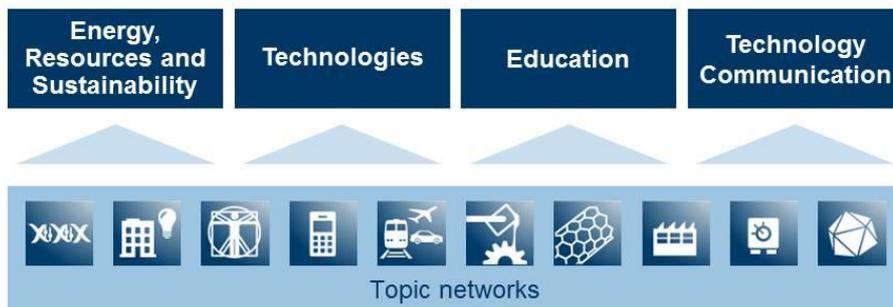
❖ **Innovative capacity**  
acatech promotes sustainable growth through innovation

5 acatech | September 2016

## Topic networks

Key topics

**Creating value and employment  
for Germany**



6 acatech | September 2016

## Sponsors of acatech



7 acatech | September 2016

## Innovation Policy in Germany High Tech Strategy

> 2

8 acatech | September 2016

## German High Tech Strategy Cornerstone of German Innovation Policy



### Goals of the High-Tech Strategy

- Published in 2006, renewed in 2014
- Interdepartmental approach
- New priorities and creation of lead markets
- Extension of the concept of innovation to social aspects
- Improved framework for innovation in industry
- Fostering knowledge transfer for innovative products and services
- Strengthen Germany's position as a industrial and export nation

9 acatech | September 2016

## German High Tech Strategy A Coherent Framework for Innovation Policy

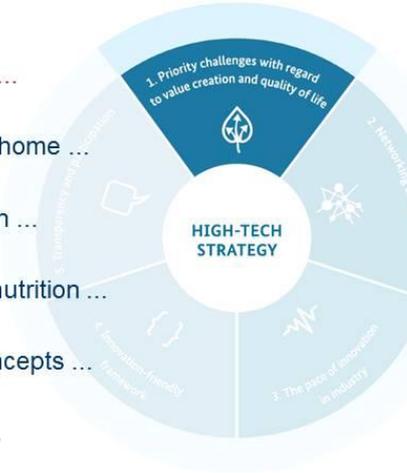


- 1. Priority challenges**  
> Enhance competitiveness, increase prosperity
- 2. Networking and transfer**  
> Strengthen cooperation, support implementation
- 3. Pace of innovation in industry**  
> Increase innovation strength, enhance value creation
- 4. Innovation-friendly framework**  
> Provide the basis for creativity and innovation
- 5. Transparency and participation**  
> Arouse curiosity, promote forward-thinking

10 acatech | September 2016

## German High Tech Strategy Priority Tasks for Innovation and Research

- 1. Digital economy and society**  
> Industrie 4.0, smart services, smart data ...
- 2. Sustainable economy and energy**  
> Energy research, green economy, smart home ...
- 3. Innovative workplace**  
> Work 4.0, competency building, education ...
- 4. Healthy living**  
> Individualized medicine, prevention and nutrition ...
- 5. Intelligent mobility**  
> Transport infrastructure, new mobility concepts ...
- 6. Civil security**  
> IT and cyber security, secure identities ...



11 acatech | September 2016

## German High Tech Strategy Projects under the Framework of the High Tech Strategy

### Projects on priority task “Digital economy and society” supported by acatech

Industrie 4.0	Smart Service Welt
 <p>2013</p> <p>The introduction of the Internet of Things in the manufacturing environment is ushering in a fourth industrial revolution. This facilitates fundamental improvements to the industrial processes involved in manufacturing, engineering, material usage and supply chain and life cycle management.</p>	 <p>2014</p> <p>In the smart factory, individual customer orders determine manufacturing processes. The smart factory produces smart products: intelligent, networked objects, devices and machines that underpin the services provided in the Smart Service Welt. These smart services are put together based on users' needs as innovative services.</p>

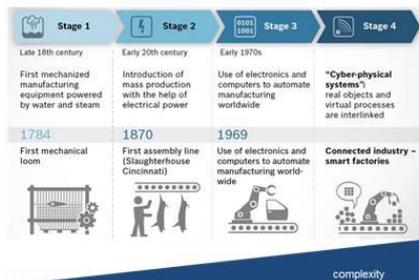
12 acatech | September 2016

## Fourth Industrial Revolution Industrie 4.0 and Smart Service Welt

> 3

13 acatech | September 2016

## Industrie 4.0 The 4<sup>th</sup> Industrial Revolution



### ❖ Economic

- Production is **highly flexible**, **highly productive** (up to +40%).
- Value creating processes are **optimized on demand** and in **real-time**
- Existing infrastructure can be **upgraded gradually**

### ❖ Environmental

- Resource-efficiency** (up to -50%) and compatibility with urban life

### ❖ Social

- Adaptive and intelligent assistance systems** support the employee in his enlarged range of tasks
- Work-life-balance** and human oriented work organization

14 acatech | September 2016

## Industrie 4.0

### Smart Factory, Smart Products & Smart Internet

*Internet of things combines the idea of a smart factory with the idea of smart products within an autonomous system*

- The Smart Factory introduces the internet of things and services into the world of production.
- Human beings, machines and products communicate like in a social network



- With interfaces to Smart Logistics and Smart Grid, the Smart Factory is part of future smart infrastructures.
- Smart Factories produce Smart Products

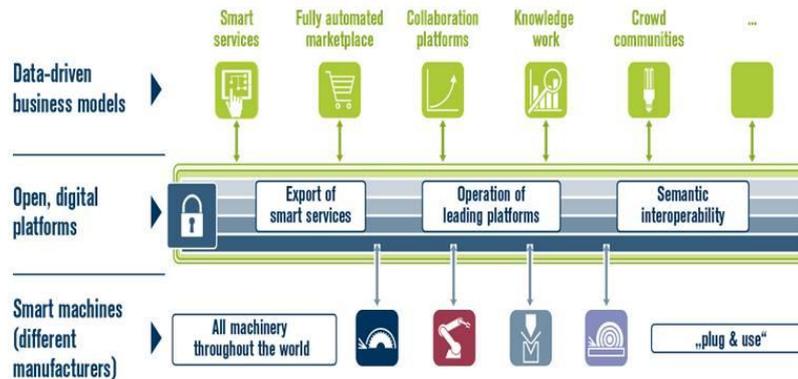
### Internet of Things and Services

15 acatech | September 2016

Source: acatech 2013

## Industrie 4.0: Optimisation of Industrial Processes

### Opportunities for SMEs und Startups



16 acatech | September 2016

Source: Siemens AG

## Industrie 4.0: The Smart Factory is not empty

There is Greater Scope for Employee Participation & Decision-Making

- ❖ Fewer blue-collar production workers, more white-collar jobs, e.g.:
  - ❖ Systems planning, engineering, integration into existing landscapes
  - ❖ Performing tasks that cannot be automated
  - ❖ Coordination and orchestration
- ❖ Networked, interdisciplinary working environment
- ❖ Wider variety of tasks performed by individual employees
- ❖ Shorter introduction and learning periods



- Fewer „machine operators“, **more experts and decision-makers**
- Less prescribed ways of working, **more autonomy**
- **Lifelong learning, flexible management of work content and working time**

17 acatech | September 2016

## Institutions Promoting Innovation Plattform Industrie 4.0

> 4

18 acatech | September 2016



## Plattform Industrie 4.0

### Main Objectives of the Platform

- 1 Focus on the **needs of businesses** and of end users
- 2 Create a **central point of contact** (for international partnerships and alliances)
- 3 Ensure acceptance through high **transparency and participation**
- 4 Develop a common language, **objective and key messages**
- 5 Establish **clear structures** and reliable processes for the day-to-day work of the platform

The Plattform Industrie 4.0 is the **moderator of and catalyst for the exchange** amongst all societal actors in the pre-competitive phase

20 | acatech | September 2016

## Plattform Industrie 4.0

### Working Groups – Top Priorities



21 | acatech | September 2016

## Conclusion Short Wrap-up

> 5

22 acatech | September 2016

## Innovation Policy Innovation Policy and Implementation of Industrie 4.0

- 1. Innovation policy as priority**
  - > Addressing future challenges of society and economy
- 2. High Tech Strategy as framework**
  - > Coherent approach to innovation and research
- 3. Cooperation between stakeholders**
  - > State funding, research at universities and non-university institutes, research and development in companies
- 4. Infrastructure and transfer**
  - > Promotion of clusters and eco-systems including companies and research institutions
- 5. European and international cooperation**
  - > International cooperation



23 acatech | September 2016



NATIONAL ACADEMY OF  
SCIENCE AND ENGINEERING



# LinkedIn:  
**Dr. Alexander Werbik**  
[werbik@acatech.de](mailto:werbik@acatech.de)



# LinkedIn:  
**Dr. Andreas Heindl**  
[heindl@acatech.de](mailto:heindl@acatech.de)