

## **NÍVEIS DE OCUPAÇÃO NO BRASIL COM A INDÚSTRIA 4.0: DESAFIO OU CAOS?**

**Adriana Jazmin Caballero Espinola**

Faculdade Oswaldo Cruz

**Raissa Da Silva Diniz**

Faculdade Oswaldo Cruz

**Gilberto Francisco de Oliveira**

Faculdade Oswaldo Cruz

### **Resumo**

O objetivo do presente trabalho visa descrever as características da Indústria 4.0 e sua chegada ao Brasil. Através de estudos que visam prever, planejar e estruturar o Brasil para uma possível onda de virtualização e altos índices de desemprego. A automação digital dos diversos níveis industriais tem como maior objetivo reduzir as paradas nas fábricas, reduzindo também erros humanos de produção e elevando o rendimento de produção.

**Editor Geral**

Prof. Dr. Mário Pereira Roque Filho

**Organização e Gestão**

Prof. Ms. Clayton Pedro Capellari

**Correspondência**

Alameda Nothmann, nº 598 Campos Elíseos, CEP 01216-000 São Paulo – SP, Brasil.

+55 (11) 3224.0889 ramal: 218

E-mail: [f272dir@cps.sp.gov.br](mailto:f272dir@cps.sp.gov.br)

Além dos possíveis obstáculos, a Indústria 4.0 levantará uma nova onda de áreas de trabalho e profissões, em destaque aquelas ligadas a tecnologias de análise de dados e programas de virtualização. Se as empresas enfrentam desafios em se transformar digitalmente, a mão de obra nacional encontra desafios maiores; a baixa qualificação e a complexidade do desenvolvimento de habilidades e competências que ainda não se encontram bem definidas, carece de ações governamentais com políticas mais claras e interligadas para que se possa diminuir o atraso.

**Palavras-chaves:** Indústria 4.0; economia; virtualização.

## **Abstract**

The objective of this work is to describe the characteristics of Industry 4.0 and its arrival in Brazil. Through studies that aim to predict, plan and structure Brazil for a possible wave of virtualization and high unemployment rates. The digital automation of the various industrial levels has the main objective of reducing downtime in the factories, also reducing human errors in production and increasing production efficiency. In addition to the possible obstacles, Industry 4.0 will raise a new wave of work areas and professions, especially those linked to data analysis technologies and virtualization programs. If companies face challenges in transforming themselves digitally, the national labor force faces greater challenges; the low qualification and the complexity of the development of skills and competences that are not yet well defined, needs government actions with clearer and more interconnected policies so that the delay can be reduced.

**Keywords:** Industry 4.0; economy; virtualization.

## **Introdução**

A história da humanidade presenciou três revoluções industriais: a primeira que consiste no decaimento dos métodos artesanais e ampla utilização de máquinas a vapor; a segunda caracterizada pelo uso da energia elétrica e a química; e a terceira pelo uso dos semicondutores e da informática no âmbito industrial. Diante dos rápidos

avanços tecnológicos e da integração dos sistemas automatizados uma nova revolução começa a se formar, a Quarta Revolução Industrial ou a Indústria 4.0.

Lançado em 2011 como uma iniciativa estratégica do governo da Alemanha, o desenvolvimento do escopo da Indústria 4.0 visa a implementação de altas tecnologias no âmbito industrial. Na atualidade, não existe um conceito único aceito para definir a Indústria

4.0 sabe-se, porém, que se trata de um novo modelo de organização baseado na digitalização e automatização dos processos, com dados conectados e de fácil acesso em tempo real ao longo de sua cadeia produtiva, dentre seus principais componentes encontram-se termos como: Sistemas Ciber-Físicos (SCF), Internet das Coisas, Internet dos Serviços e “Smart Factory” (Fábrica Inteligente).

Diante da automatização dos processos e da grande quantidade de inovações tecnológicas, o papel do ser humano passa a ser limitado aos controles e manutenção técnica, considerado assistente da máquina, passa a perder o seu papel e importância para robôs e sistemas autônomos, vendo-se oprimido e tensionado pelas tecnologias.

Na medida em que a Indústria 4.0 avança nos diversos setores industriais, muitas habilidades, como as que necessitam de força física, vão se extinguindo, em contrapartida, novas ocupações que requerem habilidade e competências atualizadas vêm surgindo; a previsão é de que crianças e jovens que ainda estão se desenvolvendo, quando atingirem a idade de trabalho, ocupem cargos que não existem hoje.

Em face à quarta revolução industrial, novos desafios surgem para a economia brasileira, o ritmo de criação de novos empregos de maior qualidade que exigem mais competências está desigual em relação ao índice de desenvolvimento de habilidades e estudo do jovem trabalhador. As dificuldades enfrentadas pelas empresas em investir no seu crescimento e aumento produtivo ganharam força diante da crise econômica, criando um impasse que intertrava o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.

Frente a essas dificuldades, o governo brasileiro precisa estabelecer políticas que conferem acesso e qualidade na educação, integração dos sistemas de controle da empregabilidade e das habilidades requeridas pelos setores e ações que ajudam o

trabalhador a ser recolocado e as empresas criarem novas vagas de emprego para que assim o Brasil possa estar preparado para enfrentar os desafios do futuro.

## **Indústria 4.0**

Considerada como a quarta revolução industrial, termo utilizado para justificar sua constante evolução (BARTODZIEJ, 2017), e partindo de uma iniciativa pioneira anunciada pelo governo alemão. A Indústria 4.0 reúne uma série de inovações tecnológicas aplicadas aos sistemas de serviços e meios de produção que mantém uma conectividade integrada pela digitalização e têm se mostrado um desafio a ser enfrentado pelas empresas, visto não ter critérios de realização e transformação definidos e um roteiro de implementação e sistemática padronizados cabendo a essas empresas adotarem os termos que melhor se adaptam ao seu sistema (CEVIKCAN e USTUNDAG, 2018).

Ainda, segundo Cevikcan e Ustundag (2018) o dinamismo em que ocorrem as mudanças nas indústrias decorrentes da automação de processos e novos modelos de negócios faz com que cada vez mais habilidades tecnológicas e digitais sejam requeridas, isto é, novos talentos são necessários para as novas ocupações que surgem ou a recapacitação dos talentos já existentes de forma que atendam às necessidades emergentes.

De acordo com Bessen (2019) não se deve supor que tais mudança desencadeariam na perda da posição do trabalhador, mas poderia significar o favorecimento de alguns setores sobre outros e que é necessário um apoio político para implantar meios de auxiliar a transição e qualificação dos que se encontram no mercado de trabalho.

## **Evolução da Indústria**

Ao longo da história da humanidade ocorreram acontecimentos que marcaram o mercado industrial. A primeira revolução industrial começou entre 1760 e 1840 na Inglaterra com substituição progressiva dos métodos artesanais por máquinas e ferramentas, pela exploração do carvão, como energia alternativa a madeira e outros biocombustíveis, e pelo uso crescente da energia do vapor. Essas alterações dos processos produtivos tiveram consequências significativas a nível econômico e social. O processo produtivo, desde a exploração da matéria prima até a comercialização do

produto final passou a ser controlado e passou a ter um padrão que abrangia: a matéria prima, o produto final e os lucros (COELHO, 2016).

A Segunda Revolução Industrial deu importância e valor à ciência, liberdade individual e a crença no progresso que levou ao homem a inventar máquinas. Começaram também a dar importância à educação e aos estudos científicos e isso também favoreceu as descobertas tecnológicas, a invenção e a inovação andaram de mãos dadas nesta que foi a Segunda Revolução Industrial. Um dos marcos mais importantes desta revolução foi a descoberta e o aproveitamento de novas fontes de energia como o petróleo, através da queima do uso no motor à combustão, as usinas hidrelétricas, a energia nuclear, entre outras descobertas que revolucionaram ainda mais a produção industrial (BARTODZIEJ, 2017).

Nas décadas de 1950 e 1970 começou-se a desenhar a Terceira Revolução Industrial com a proliferação e uso dos semicondutores dos computadores, automação e robotização em linhas de produção com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet (COELHO, 2016).

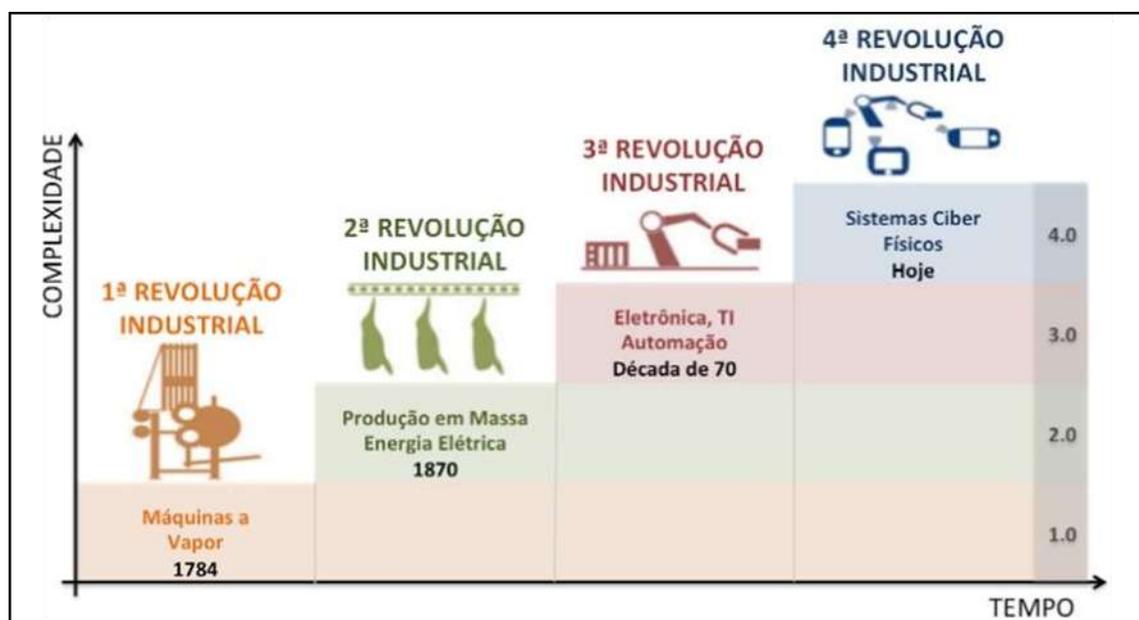
Na Terceira Revolução Industrial existiram quatro principais eixos para o seu desenvolvimento: A Informática, Biotecnologia e Engenharia Genética, Novas Técnicas e Materiais de Produção e Fontes Energéticas alternativas. A partir desta Terceira Revolução que sofreu a indústria, começou-se a agregar valor ao produto por meio de incremento de inovações tecnológicas dependendo da aplicação do incremento em sua produção buscando sua transformação e melhoria (BRITO, 2017).

O aumento de atividades de negócios conectadas mundialmente aumentará a complexidade dentro das redes de manufatura. Por outro lado, uma demanda volátil e produtos, customizados das empresas influenciarão também os processos de produção e planejamento na indústria. Esses requisitos desafiadores obrigarão as empresas a adaptar toda a sua abordagem de fabricação, incluindo estrutura, processos e produtos. A indústria manufatureira alemã representa uma alta proporção (aproximadamente 25,9% em 2014) do produto interno bruto (PIB) da Alemanha e cada segundo local de trabalho está direta ou indiretamente relacionado à manufatura, por tanto, os empresários alemães decidiram que era vital fortalecer competitividade da indústria transformadora no futuro. Então o governo alemão lançou a iniciativa 4.0

“Industry Initiative” em janeiro de 2011, coordenada por organizações industriais e científicas. No âmbito da Indústria 4.0, adotada como parte do Plano de Ação Estratégia 2020 de alta tecnologia, em novembro de 2011, foi elaborado um arcabouço geral baseado em parâmetros técnicos, econômicos e sociopolíticos, com o objetivo de promover a mudança industrial e, conseqüentemente, garantir competitividade do mercado alemão no mundo (BARTODZIEJ, 2017).

Na Figura 1 observa-se a linha de tempo das revoluções industriais e cada etapa marcante que a humanidade viveu, atualmente a Indústria 4.0 já vem sendo aplicada por combinação da automação junto com o uso dos principais pilares representadas pelo sistemas Ciber-Físicos, que proporcionam as fábricas uma visão e uma produção muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis.

**Figura 1** Linha do tempo da revolução histórica



## **Introdução da indústria 4.0 no mercado de trabalho**

A visão geral dos documentos normativos e legais dos governos da Alemanha e dos Estados Unidos, países considerados líderes na implementação e desenvolvimento da Indústria 4.0, demonstra a importância da união da política de mercado com o uso da tecnologia na área industrial. Isso é comprovado pelo desenvolvimento e adoção da estratégia industrial nacional utilizado pelos governos desses países. Na Alemanha, em 2012, um dos projetos nacionais (federais) prioritários no âmbito das altas tecnologias (Ministério Federal de Educação e Pesquisa da Alemanha - BMBF), foi o “Desenvolvimento de Escopo da Indústria 4.0” com o objetivo de adaptação de estratégia do projeto de “Alta Tecnologia de 2020” que seria aplicada ao mercado de trabalho nesse período. Nos EUA, a Indústria 4.0 é a ferramenta chave para implementar a estratégia nacional de desenvolvimento inovador (Conselho Econômico Nacional dos EUA, Escritório de Ciência e Tecnologia dos EUA, 2015) e é considerada uma das tecnologias industriais de maior perspectiva. Atualmente, existem várias iniciativas nos EUA para a implementação prática do conceito de Desenvolvimento de Indústria 4.0, Notação, Essência e Particularidades da Indústria 4.0 (BARTODZIEJ, 2017).

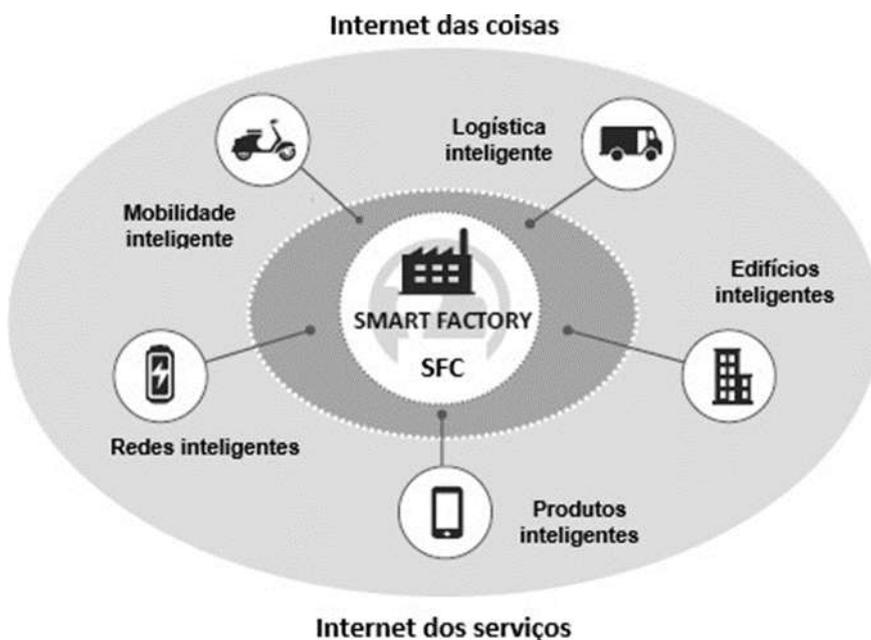
A nova visão da nova era industrial é grave para o estreito espaço de debates no qual a manufatura avançada é vista como uma tecnologia disruptiva, algo como o vetor de uma nova Revolução Industrial como foram, a seus respectivos tempos, a máquina a vapor na 1ª, a energia elétrica e a química na 2ª ou os semicondutores e a informática na 3ª Revolução Industrial. No entanto, não há razão para se acreditar que esse seja o entendimento mais correto. A Indústria 4.0 é muito mais um elenco de inovações incrementais que decorrem da incorporação e, principalmente, da integração de tecnologias já disponíveis ou emergentes e que, portanto, já fazem parte do estado da arte. Assim, seus desafios estão muito mais no plano da escalagem e massificação do uso do que no desenvolvimento inovativo propriamente dito. (KUPFER, 2016).

A Indústria 4.0 define-se como um método revolucionário de organização da produção industrial, baseado na ampla digitalização e automatização da produção e distribuição de processos na indústria, que apaga limites entre objetos físicos transformando-os em um sistema complexo abrangente de elementos interconectados e interdependentes.

Basicamente, as características principais da Indústria 4.0 se distinguem nos seguintes cinco pontos:

- Transição do trabalho manual para robótica, o que garante a automatização de todos os processos de produção;
- Modernização dos sistemas de transporte e logística, causada pela distribuição em massa de veículos não tripulados;
- Aumento da complexidade e precisão dos produtos técnicos manufaturados, fabricação de novos materiais de construção devido à melhoria das tecnologias de produção;
- Desenvolvimento de comunicações entre máquinas e autogerenciamento de sistemas físicos, realizado com a ajuda da "Internet das coisas";
- Aplicação de programas de autoaprendizagem para provisão de desenvolvimento constante de sistemas de produção.

Para BARTODZIEJ (2017) a definição de Indústria 4.0 é um tipo novo de modelo industrial, peculiar à auto-organização e autogestão de sistemas de produção totalmente automatizados, auto didáticos e interativos, nos quais o núcleo são as novas tecnologias digitais e da Internet, e o papel do ser humano seria limitado aos controles e manutenção técnica, o que requer de novos especialistas industriais modernos, novas competências e, conseqüentemente, mudanças sociais.

**Figura 2:** Componentes da Indústria 4.0 e seus produtos

Fonte: Adaptado de BARTODZIEJ, 2017

Ainda, segundo o autor, as atuais revisões literárias identificaram quatro componentes chaves (Figura 2) englobados no que define a Indústria 4.0: SFC, Internet das Coisas, Internet dos Serviços e “Smart Factory”, ou Fábrica Inteligente; onde a simbiose existente entre os componentes chaves são fundamentais para todo desenvolvimento e consequência relacionado a Indústria 4.0 (BARTODZIEJ, 2017).

De produção em massa evoluímos para uma customização em massa. A customização em massa é definida como produção de bens ou serviços que atendam desejos específicos e individuais a custos reduzidos, equipamentos localizados em diferentes unidades da indústria também podem trocar informações em tempo real quanto a compras e estoques, por exemplo, gerando uma otimização logística e estabelecendo maior integração entre as partes componentes da cadeia produtiva (BRITO, 2017).

Produtos e serviços são potencializados com a inclusão de capacidades digitais, pela utilização de novos materiais mais inteligentes, sensores capazes de monitorizar em tempo real, fornecendo estatística de desempenho e prevenir proativamente desvios

em relação ao funcionamento normal, de forma que sejam corrigidas antes mesmo de se transformarem em falhas, maximizando a sua utilização, reduzindo custo de posse e aumentar o valor percebido pelo cliente. O aparecimento de plataformas virtuais globais intimamente ligadas ao mundo físico, em vez de simples digitalização é um marco em relação à Indústria 4.0. A partir daí, o paradigma de inovação coletiva tem forçado as organizações a repensar o modelo operacional de forma a se tornarem as mais rápidas, ágeis e adaptadas ao mundo em constante mudança onde a concorrência é cada vez mais complexa (COELHO, 2016).

Segundo Yamada e Martins (2018) os atuais conceitos de automação industrial englobam os captais dos processos, isto é, máquinas, pessoas e sistemas, “conectados por intermédio da internet ao longo de toda a cadeia produtiva”. E quando aplicada, essas conexões entre os processos capacitam e conferem a essas Fábricas Inteligentes autonomia para prever falhas, planejar manutenções e se adaptar a imprevistos ou incidentes no processo sem que impliquem na parada produtiva.

O Yamada e Martins (2018) citam, também, os pilares da Indústria 4.0 no que se refere à tecnologia da informação e da engenharia aplicadas as fábricas inteligentes, conforme indicado na Tabela I a seguir:

**Tabela I** Pilares da Indústria 4.0

#### Pilares da Indústria 4.0

Big Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta e Análise de grandes volumes de dados por softwares avançados permitindo tomada de decisões com base em dados analisados em tempo real.</li> </ul>
Internet das Coisas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamentos e dispositivos conectados à uma rede global de computadores, possibilitando ações como operação remota, comunicação entre máquinas e outras atividades relacionadas é conexão à internet.</li> </ul>
Robótica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robôs cada vez mais autônomos empregados na realização de tarefas consideradas de alto risco ou desconfortáveis para os colaboradores, além de objetivarem minimizar falhas e aumentar a produtividade.</li> </ul>

Simulação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É possível otimizar recursos, diminuir desperdícios e falhas e desenvolver processos de produção efetivos por simular no ambiente virtual processos de fabricação, performance de produtos, comportamento térmico, estático, de fluidos, acústico, entre outros.</li> </ul>
Integração de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informações podem ser acessadas em tempo real e em diversos lugares.</li> </ul>
Segurança da Informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com sistemas conectados e integrados manter a proteção e confiabilidade é cada vez mais importante nessa nova indústria.</li> </ul>
Informação em Nuvem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para não sobrecarregar a capacidade individual dos computadores e para garantir o fácil acesso a informações, a maioria dos dados são compartilhado em nuvens e protegidos pela devida segurança da informação.</li> </ul>
Realidade Aumentada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É tendência da Realidade Aumentada se desenvolver e ser aplicada a processos manuais como montagem, operação e manutenção do maquinário.</li> </ul>
Manufatura Aditiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Também conhecida como impressão 3D, permite a criação de produtos personalizados, melhorias e facilita a construção de protótipos</li> </ul>

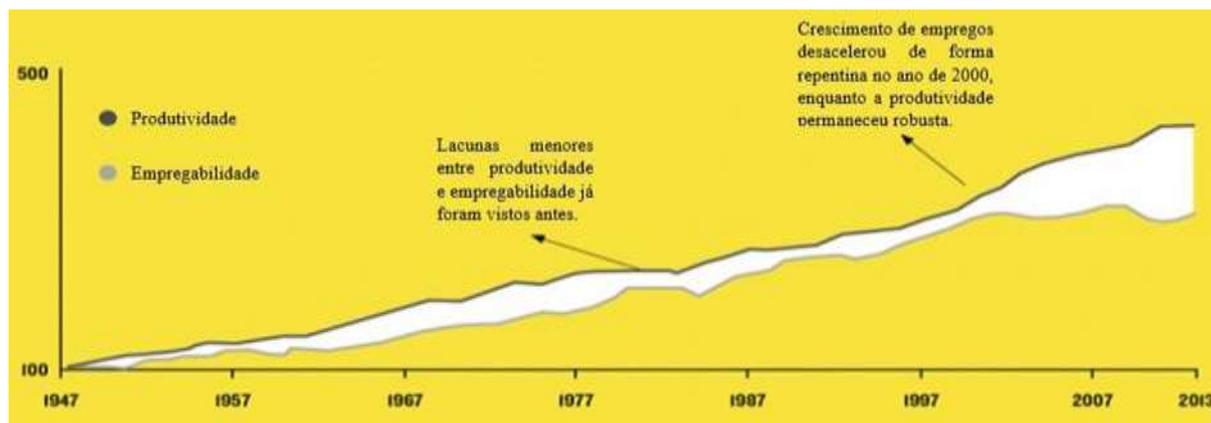
As mudanças trazidas por esses pilares tecnológicos trouxeram também a necessidade de habilidades e competências compatíveis com as complexidades dos novos sistemas operacionais e estruturas organizacionais e, portanto, necessitam de colaboradores com maior capacitação e conhecimentos mais abrangentes para preencher as lacunas que surgem (CEVIKCAN e USTUNDAG, 2018).

### **Riscos da indústria do futuro**

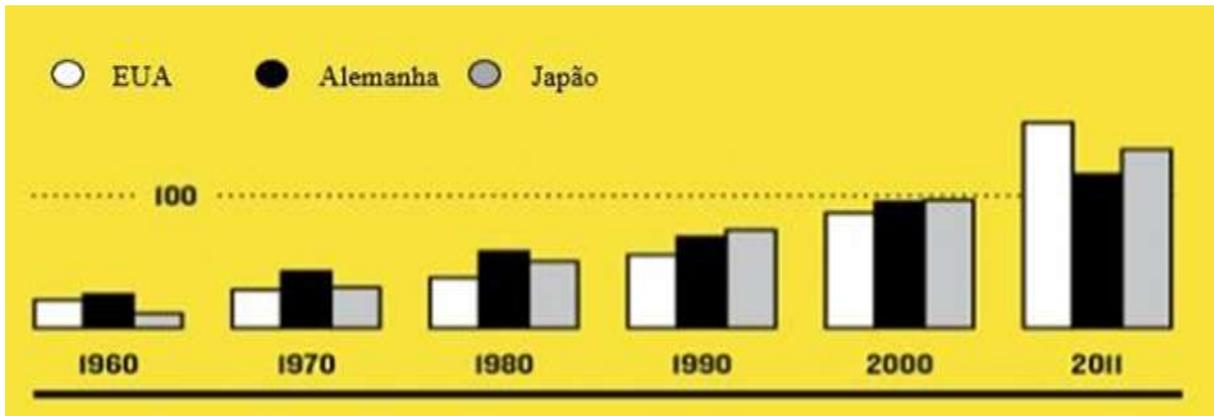
Quando ocorre uma grande mudança no processo industrial por causa de uma série de inovações tecnológicas há impactos globais nos âmbitos sociais, econômico e político. Além disso, a próxima geração deve ser a mais impactada pela tecnologia em toda a história e, como reflexo, levar o contato com os robôs a um nível completamente diferente (WEE, 2015).

A tecnologia aumenta a produtividade e torna as sociedades mais ricas, mas também pode ter um lado negativo: o progresso tecnológico está eliminando a necessidade de muitos tipos de trabalho e deixando o trabalhador típico em situação pior do que antes. A Figura 3 mostra que nos Estados Unidos (EUA), a partir do ano 2000 uma extensa lacuna entre empregabilidade, que diminuiu, e produtividade, que aumentou, se formou e se estendeu para os anos seguintes. Rotman (2013) apresenta que a renda média não está aumentando, mesmo com o aumento do produto interno bruto. "É o grande paradoxo da nossa era", diz ele. "A produtividade está em níveis recordes, a inovação nunca foi tão rápida e, ao mesmo tempo, temos uma renda mediana decrescente e temos menos empregos". A Figura 4 mostra que em países mais desenvolvidos a produtividade por colaboradores aumentou mais que 100% quando comparado os anos de 1960 e 2011. Segundo o autor, "as pessoas estão ficando para trás porque a tecnologia está avançando tão rápido e nossas habilidades e organizações não estão acompanhando".

**Figura 3:** Empregabilidade e produtividade nos Estados Unidos



Fonte: (ROTMAN, 2013).

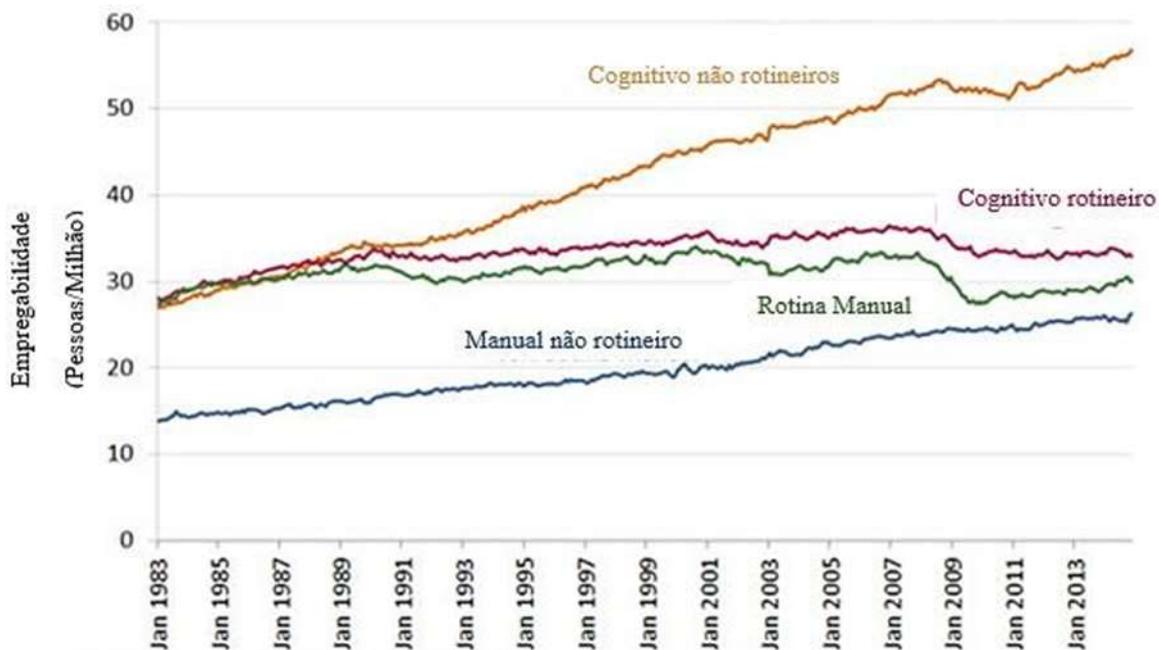
**Figura 4:** Produção por colaborador na manufatura.

Fonte: (ROTMAN, 2013)

Robôs e automação avançada são comuns em muitos tipos de fabricação há décadas. Nos Estados Unidos e na China, as fábricas de energia do mundo, menos pessoas trabalham na fabricação hoje do que em 1997, graças, pelo menos em parte, à automação. (ROTMAN, 2013) Para monitorar essa recente mudança de paradigma no mercado de trabalho dos Estados Unidos, (DVORKIN, 2016) apresentou a evolução de quatro tipos de trabalhos: i) manual rotineiro; ii) manual não rotineiro; iii) cognitivo rotineiro; e iv) cognitivo não rotineiro.

Na Figura 5, observa-se que o número de empregos rotineiros manuais e rotineiros cognitivos não está crescendo tão rápido quanto possível, e uma explicação para isso é o nível de automação que está aumentando nos últimos anos. Essa diferença entre os quatro tipos de empregos pode produzir, em um futuro próximo, mais desigualdade e desemprego no Brasil se nenhuma política pública for formulada.

**Figura 5:** Evolução dos tipos de trabalho



Fonte: (DVORKIN, 2016)

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) estima que no Brasil oito áreas irão sofrer grandes impactos com as novas tecnologias introduzidas pela 4ª Revolução Industrial, são elas: automotivo, alimentos e bebidas, máquinas e ferramentas, petróleo e gás, têxtil e vestuário, química e petroquímica, tecnologias da informação e comunicação e construção civil. Em 2016, uma pesquisa feita junto a empresários de 15 economias estimou que as novas tecnologias suprimiriam até 7 milhões de postos de trabalhos em países industrializados nos cinco anos seguintes (SENAI, 2018).

Se por um lado sistemas complexos e autônomos aumentam a produtividade e a assertividade do processo, por outro apresenta desafios para os trabalhadores, pois a implementação desses novos sistemas modifica a atual natureza do trabalho humano e no seu ambiente de trabalho onde o homem se torna assistente da máquina e passa a realizar tarefas que complementam os aspectos onde as máquinas ainda são improdutivas; o risco da substituição do homem pela máquina causa tensão e interfere na motivação dos colaboradores podendo instituir uma forma de opressão digital (GRAGLIA e LAZZARESCHI 2018).

Segundo o Graglia e Lazzareschi (2018) a mecanização dos sistemas e processos ainda impedem o colaborador desenvolver uma visão sistêmica da produção com um todo afetando assim seu desenvolvimento e capacitação, reduzindo o processo de aprendizagem visto que algumas práticas deixariam de ser desenvolvidas por pessoas. A Figura 6, a seguir, ilustra as principais tensões que afetam os trabalhadores diante dos avanços tecnológicos e das mudanças decorrentes da implementação desta nova sistemática.

**Figura 6** Tensões que afetam os colaboradores diante da Indústria 4.0



Fonte: GRAGLIA e LAZZARESCHI (2018)

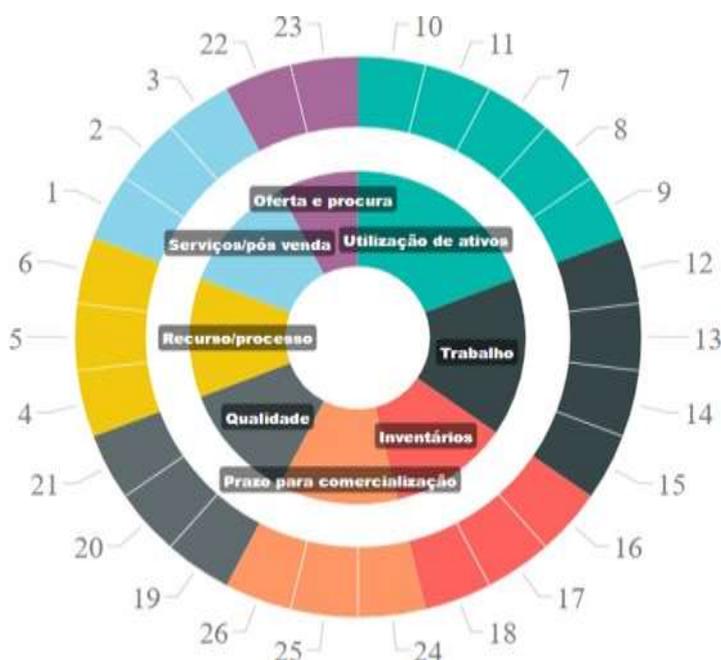
### **Oportunidades relacionadas à indústria 4.0**

A automação substituirá trabalhadores, em específico, os menos qualificados, e para este novo mundo com processos ciber-físicos, abrirá a oportunidade a novo perfil profissional. O WEF estima ainda que 65% das crianças e adolescentes de hoje – em especial nascidos entre 1998 e 2010 – devem trabalhar em profissões que sequer existem atualmente. Essas transformações pautadas pela Indústria 4.0 exigem mudanças por parte das instituições de Ensino e também dos profissionais que já estão inseridos no mercado de trabalho (SENAI, 2018).

Para Bessen (2017), não se pode pressupor que a tecnologia de melhoria de produtividade leva necessariamente a perdas de emprego. Existe um padrão que sugere que ela provavelmente terá efeitos díspares em diferentes setores em momentos diferentes. Algumas indústrias crescerão enquanto outras diminuem e isso levanta um desafio político distinto: apoiar os trabalhadores que fazem transições para novas indústrias, novas ocupações com novas habilidades, às vezes em novas regiões.

Segundo o estudo da McKinsey&Company em 2015 titulado “Manufacturing’s next act” (WEE, 2015) são 8 as áreas básicas de valor de criação para a Indústria 4.0 e 26 as alavancas práticas que serão conduzidas dentro do fluxo multifuncional de uma empresa para melhoria na produtividade e com maior retorno de investimento, na Figura 7 são mostrados em uma “bússola digital” (exposição) os principais elementos para orientar e ajudar as organizações de acordo com o problema específico. (WEE, 2015).

**Figura 7** Fluxo multifuncional da Indústria 4.0



## Legenda

Níveis da Indústria 4.0			
1	Manutenção preditiva	14	Gerenciamento de desempenho digital
2	Manutenção remota	15	Automação ou reconhecimento do trabalho
3	Autoatendimento virtualmente guiado	16	Impressão 3D
4	Consumo de energia inteligente	17	Otimização da cadeia de suprimentos em tempo real
5	Lotes inteligentes	18	Tamanho do lote
6	Otimização de rendimento real	19	Controle estatístico de processo
7	Flexibilidade de roteamento	20	Controle de processo avançado
8	Flexibilidade da máquina	21	Gestão da qualidade digital
9	Monitoramento e controle remotos	22	Previsão de demanda orientada por dados
10	Manutenção preditiva	23	Orientação de dados projetado para valor
11	Realidade aumentada	24	Co-criação de clientes/ inovação aberta
12	Colaboração humano-robô	25	Engenharia simultânea
13	Monitoramento e controle remotos	26	Experimentação rápida e simulação

Fonte: (WEE, 2015)

Após o desenho da bússola digital observada na Figura 7, a consultoria McKinsey explicou que uma vez levantados os dados de produção e quando estiverem disponíveis para o pedido, os executivos das empresas teriam perguntas de como e quando começar. Quais dados seriam mais benéficos? Quais vazamentos de dados estão causando mais dor? Quais tecnologias proporcionariam o maior retorno sobre o investimento para uma empresa, dadas suas circunstâncias únicas? Para classificar essas escolhas, os líderes de fabricação podem usar uma “bússola digital” e aplicar ao processo que estão trabalhando (WEE, 2015).

Numa visão holística, as grandes alavancas são no sentido da flexibilidade, inovação, otimização de recursos, aumentando a eficiência e produtividade, sempre no sentido de satisfazer as necessidades dos clientes, com elevados padrões de qualidade ao mais baixo custo e com a maior rapidez, indo assim rumo a “Indústria Inteligente” e aplicando o conceito da Indústria 4.0 de forma efetiva (COELHO, 2016).

## **Análise do impacto econômico da indústria 4.0 no Brasil**

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2019) o Brasil ocupa o 69º no ranking de países mais inovadores do mundo, segundo o índice global de inovação que avalia quesitos como aumento de produtividade, investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), educação, exportação de itens de alta tecnologia e, apesar de enfrentar diversidade em sua indústria, que impactam no seu lento crescimento, ainda assim, o Brasil “possui potencial para melhorar sua situação nesta nova economia”, para isso as indústrias devem adotar uma estratégia dual: “transformar a indústria hoje” e “criar a indústria do futuro”.

Essa estratégia dual visa que as empresas usem de forma mais eficiente seus recursos financeiros, físicos e informacionais ao passo que seus produtos e serviços produzidos tenham maior competitividade no país e no mundo, porém para adotá-la é necessário adaptação e mudanças nas plantas fabris brasileiras, a agência estima que a economia oriunda de ganhos de eficiência, redução de custos de manutenção de máquinas e consumo de energia podem somar o montante de, no mínimo, 73 bilhões de reais/ano. (ABDI, 2019).

## **Desafios na incorporação e desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil**

O desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve desafios que vão desde os investimentos em equipamentos que incorporem essas tecnologias, à adaptação de layouts, adaptação de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, entre outras (Revista Indústria Brasileira, 2019).

O cruzamento de informações que permite conectar o pedido de compra, a produção e a distribuição de forma autônoma, sem que pessoas precisem tomar decisões a todo o momento, por exemplo, exigirá novas formas de gestão e engenharia em toda a cadeia produtiva. Poucas empresas estarão preparadas para enfrentar todas estas mudanças de uma vez. Existem, por outro lado, milhares de empresas que deverão participar do processo de difusão dessas novas tecnologias paulatinamente, de acordo com suas trajetórias, suas capacitações e suas estratégias. Nesse contexto, o foco de uma iniciativa visando ao desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil deve ser o de empresas que mais cedo entrarão no novo paradigma e estimular as demais a

apressarem sua inserção na nova onda, sob risco de não conseguirem sobreviver no novo ambiente competitivo (Revista Indústria Brasileira, 2019).

A Revista Indústria Brasileira (2019) relata que diversas consultorias têm estimado os impactos que o avanço da digitalização da economia poderá ter sobre a competitividade do país. A Accenture, por exemplo, estima que a implementação das tecnologias ligadas à Internet das Coisas nos diversos setores da economia deverá impactar o PIB brasileiro em, aproximadamente, US\$ 39 bilhões até 2030. O ganho pode alcançar US\$ 210 bilhões, caso o país crie condições para acelerar a absorção das tecnologias relacionadas, o que depende de melhorias no ambiente de negócios, na infraestrutura, programas de difusão tecnológica, aperfeiçoamento regulatório, etc. A revista ainda diz que:

Diante de uma nova Revolução Industrial, a inovação ocupa papel primordial, mais importante do que nunca. No limite, nossa capacidade de inovar é que determinará quem fica com as portas abertas e quem vai desaparecer nesse ambiente de crescente pressão tecnológica e de sofisticação de mercado. A inovação precisa ser o centro da estratégia de desenvolvimento das empresas e, sobretudo, do país”, afirma Robson Braga de Andrade, presidente da CNI. Segundo 44% dos executivos, as atividades de inovação correspondem a mais de 20% do faturamento de suas empresas. Na primeira pesquisa da CNI sobre o tema, realizada em 2015, o percentual de empresas que previam aumentar o volume de recursos destinados à inovação nos cinco anos seguintes era de 57%, agora passou para 66% (Revista Indústria Brasileira, 2019).

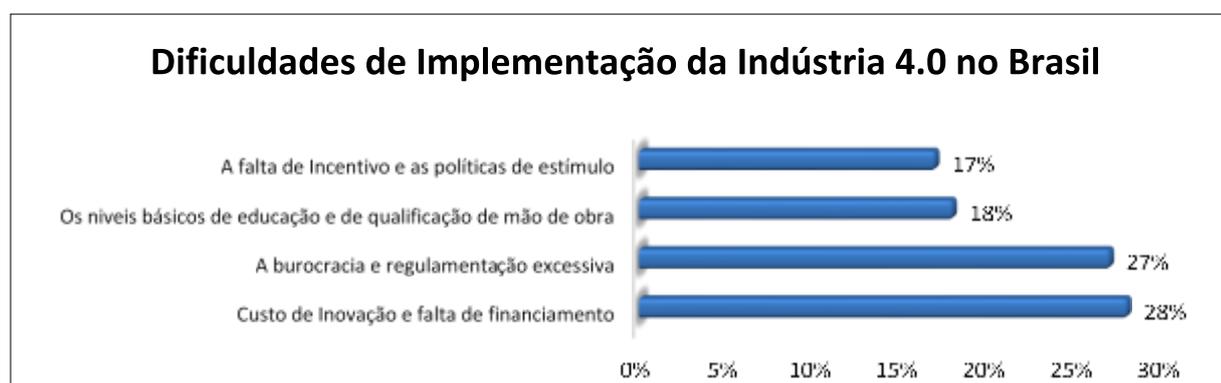
Um a cada três empresários acredita que a indústria brasileira precisará dar um salto de inovação nos próximos cinco anos para garantir a sustentabilidade dos negócios em curto e longo prazo, mostra a pesquisa encomendada pela CNI com CEOs, presidentes e vice-presidentes de 100 indústrias – 40 de grande porte e 60 de médio e pequeno porte. O levantamento mostra que, entre as empresas que não utilizaram outras fontes, mais da metade (56%) afirmaram ter dificuldade de obter financiamento. Entre as medidas sugeridas pelo setor privado para contornar a situação estão a ampliação do acesso aos fundos de financiamento (26%), a redução da burocracia (22%) e a promoção de estímulos à inovação por parte do governo (18%). Atualmente, apenas 6% dos entrevistados consideram a indústria brasileira muito inovadora. Entre as medidas que podem ser adotadas pelo governo para estimular a inovação, os executivos apontaram, principalmente, a ampliação e o barateamento do

financiamento à pesquisa e ao desenvolvimento (25%) e a desburocratização de processos (21%). Olhando para a própria iniciativa privada, os empresários reconhecem a necessidade de investir mais em PD&I e em novas tecnologias (19%) e se aproximar mais de universidades e centros de pesquisa, ação citada por 14% dos entrevistados (Revista Indústria Brasileira, 2019).

Para estimular a inovação e a aplicação da Indústria 4.0, o Brasil deve adotar uma estratégia de integração com o mercado global. Para isso, é preciso tornar a economia brasileira mais aberta, facilitar a importação de insumos tecnológico, é preciso tornar compatíveis as políticas industrial e de inovação, o que significa reduzir a fragmentação das políticas, que hoje divide-se em um número grande de agências, priorizar a inovação nas políticas de conteúdo local e distribuir subsídios de forma mais randômica, adotando estratégias de monitoramento e avaliação independentes (REYNOLDS, 2019).

Na Figura 8 foram citadas as principais dificuldades que os empresários encontram para a implementação da Indústria 4.0 no Brasil.

**Figura 8** Dificuldade de Implementação da Indústria 4.0 no Brasil



Fonte: Adaptado de Innovation in Brazil: Advancing Development in the 21st Century  
Acessado 28/07/2019

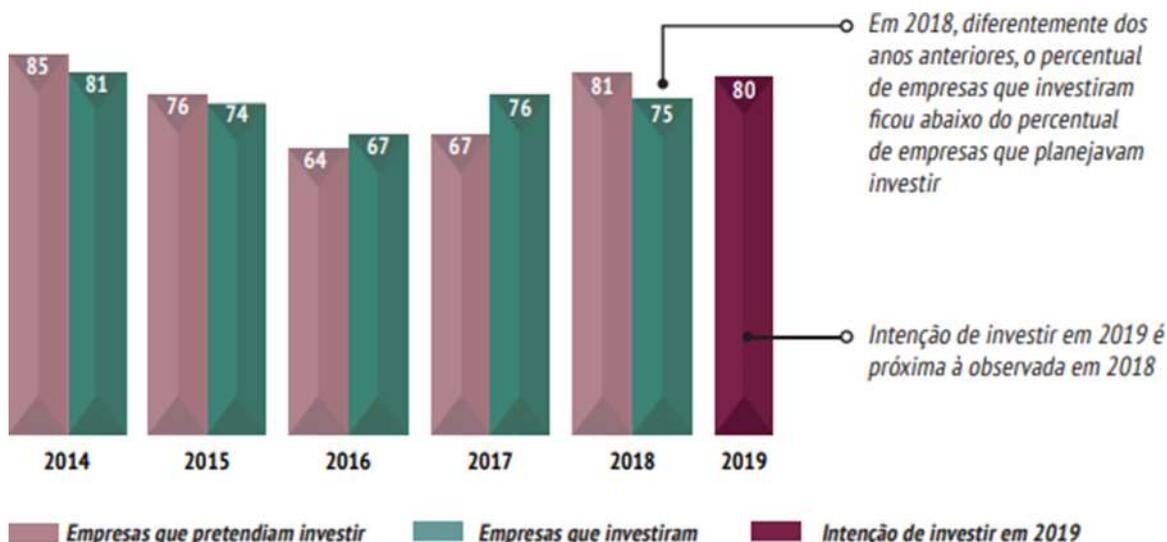
Recente estudo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT, na sigla em inglês) mostra que somente 11% dos projetos de pesquisa e desenvolvimento (PD&I) no Brasil são feitos em parceria entre academia e instituições de pesquisa privadas. O trabalho aponta também que apenas 26% dos especialistas em inovação atuam no setor produtivo, enquanto nos EUA o índice chega a 80% (Agência CNI de Notícias, 2019).

A necessidade de investimento do setor público e privado no Brasil no processo de reindustrialização deverá ser feita em vários níveis para manter competitividade no mercado global (RIBEIRO, 2017):

- Equipamentos: máquinas e ferramentas automatizadas, dotadas de capacidade para se adaptarem a alterações durante os processos;
- Fator humano: tendencialmente o número de trabalhadores (como força de trabalho) vai diminuir em consequência da automatização, sendo substituídos por trabalhadores com conhecimentos técnicos;
- Processos: utilização da impressora 3D no processo de criação, reduzindo consideravelmente os custos;
- Produtos: maior customização dos produtos, cada vez mais direcionados para as necessidades específicas dos consumidores. Introduziu-se o consumidor na cadeia de valor.

A CNI (2019) divulgou em seu relatório de indicadores anuais que o investimento nas indústrias brasileiras “segue em patamar reduzido”, menos de 81% das indústrias que esboçaram intenção de investir em 2018 se dedicaram a realizar os investimentos e dessas 51% não conseguiram realizar os investimentos como haviam planejado. Para 2019, as intenções de investimentos por parte das indústrias permaneceram quase que inalteradas (Figura 9), 80%, e o foco dos investimentos se concentraram na melhora dos processos produtivos e capacidade da linha de produção através da aquisição de novos equipamentos superando as linhas de investimento em automação e tecnologia (Figura 10).

Figura 9: Intenção de investimento e investimento realizado



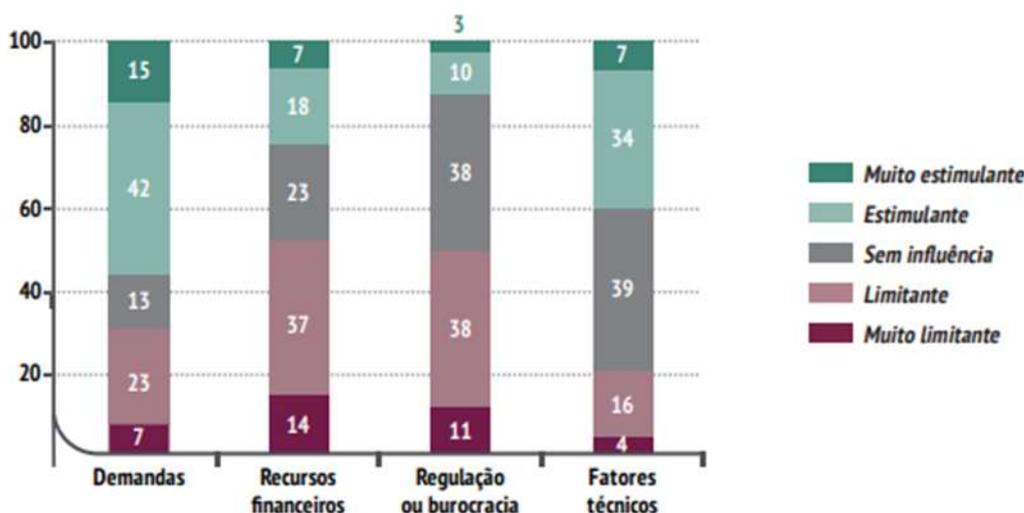
Fonte: (CNI, 2019)

Figura 10: Natureza principal do investimento em 2018



Fonte: (CNI, 2019)

O estudo ainda mostrou que os entraves (Figura 11) que inferiram na decisão de investimento das indústrias brasileiras para 2019, fazendo com que os índices permanecessem próximos ao ano anterior se concentram, principalmente, em três fatores limitantes: recursos financeiros, pois dependem dos recursos próprios para investir; legislação e burocracia, pois dependem de órgãos públicos o que dispense de tempo e recursos; e a demanda que influencia na quantidade a ser produzida.

**Figura 11:** Fatores que afetaram a decisão de investimento para 2019

Fonte: (CNI, 2019)

### Nova organização de trabalho na indústria 4.0

Os principais impactos sociais ocorrerão na força de trabalho, na empregabilidade e na necessidade de as pessoas aperfeiçoarem suas competências para lidar com todas as novas tecnologias e garantir sua empregabilidade, o que faz dessa maior exigência de qualificação, juntamente com as mudanças demográficas já em curso – como o envelhecimento da população – os maiores desafios sociais a serem superados (JUNIOR & SALTORATO, 2018). É por isso, que, assim como sugerido por Buhr (2017, p. 10) é “imprescindível que olhemos com mais atenção para esse aspecto, para que seja possível identificar onde estão os riscos, mas também as oportunidades para o progresso e a inovação social”.

O fenômeno do desemprego tecnológico, que é aquele causado pelo uso massivo de tecnologias tornando obsoleto o trabalho humano. Tal fenômeno é, sem dúvida, um problema iminente que criará maiores desigualdades e um abismo entre os retornos ao trabalho e o retorno ao capital (PETERS, 2016; SALENTO; 2017). Contudo, assim como observado por Salento (2017), as mudanças tecnológicas não criam sozinhas mercados ou prosperidade, nem favorecem o desemprego ou a desigualdade por isso o desenvolvimento do processo certo para a implementação da Industrialização Nova precisa ser realizado pelo ecossistema: Governo- Empresas-Universidades.

É possível identificar algumas transformações geradas pela tecnologia no ambiente de produção e como elas afetarão a redução e a criação de empregos em determinadas áreas de atuação (JUNIOR e SALTORATO, 2018):

Tabela II: Transformações de empregos na Indústria 4.0

<b>Transformação</b>	<b>Redução de Empregos</b>	<b>Criação de Empregos</b>
Utilização do Big Data no controle de qualidade	• Especialistas em qualidade	• Analistas de dados industriais
Utilização de robôs, veículos impressoras 3D nas linhas de produção	• Operadores de produção, autônomos e montagem e embalagem • Pessoal de logística	• Coordenadores de robôs • Engenheiros e especialistas em pesquisa e desenvolvimento
Redes de suprimentos e linhas de produção autônomas e planejamento de produção inteligentes	• Especialistas e	• Especialistas em modelagem e interpretação de dados
Manutenção preditiva e manutenção automatizada tradicionais	• Técnicos de manutenção automatizada tradicionais	• Analistas de dados, sistemas e TI

Fonte: Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção (2018).

Para as transformações de empregos que foram citadas na Tabela II, a necessidade do aperfeiçoamento de competências e habilidades é uma consequência lógica da geração de empregos que exigem uma maior qualificação. Apropriando-se do termo utilizado por Edwards e Ramirez (2016), trata-se de uma “reciclagem” do trabalhador, na qual, semelhante às três primeiras revoluções industriais, esta quarta exige a adaptação às novas tecnologias e às mudanças organizacionais que elas provocam, com vistas a manter as condições de empregabilidade.

Especialistas e pesquisadores de economia entendem que os profissionais de nível superior nas áreas de tecnologia da informação e de produção serão os principais beneficiados pela Indústria 4.0, contudo, os autores listam inúmeras qualificações acadêmicas e habilidades em geral que tais profissionais deverão possuir.

A exigência de novas competências que serão desenvolvidas exigirá desenvolvimento maior dos trabalhadores e com maior velocidade para manter a empregabilidade, as competências requeridas pela Indústria 4.0 são as seguintes (JUNIOR e SALTORATO, 2018):

Tabela III Competências requeridas pela Indústria 4.0

<b>Competências requeridas pela Indústria 4.0</b>	
Competências funcionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolução de problemas complexos</li> <li>• Conhecimento avançados em TI, incluindo codificação e programação</li> <li>• Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações</li> <li>• Operação e controle de equipamentos e sistemas</li> <li>• Conhecimento estatístico e matemático</li> <li>• Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura</li> </ul>
Competências comportamentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidade</li> <li>• Criatividade</li> <li>• Capacidade de julgar e tomar decisões</li> <li>• Autogerenciamento do tempo</li> <li>• Inteligência emocional</li> <li>• Mentalidade orientada para aprendizagem</li> </ul>
Competências sociais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidade de trabalhar em equipe</li> <li>• Habilidades de comunicação</li> <li>• Liderança</li> <li>• Capacidade de transferir conhecimento</li> <li>• Capacidade de persuasão</li> <li>• Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas</li> </ul>

Fonte: (JUNIOR e SALTORATO, 2018)

O investimento no setor de ensino técnico e profissional junto com a formulação de novas políticas educacionais, voltado para a realidade do mercado de trabalho local será obrigatório para que existam profissionais que atendam as competências que a nova Revolução Industrial precisará.

A Indústria 4.0 intensificará os já conhecidos resultados concretos das transformações dos processos produtivos ocorridos sob a égide do sistema capitalista: redução da força de trabalho, redução dos direitos e garantias dos trabalhadores e o aumento da concentração de capital e do monopólio das forças de produção. A possibilidade de precarização das relações de trabalho também é observada pelo WEF (2016) e por

Edwards e Ramirez (2016) que afirmam que provavelmente a Indústria 4.0 levará à expansão de trabalhadores independentes contratados para a realização de serviços pré-determinados através de plataformas digitais, por um curto período de tempo, e em um contexto de insegurança e ausência de benefícios (EDWARDS e RAMIREZ, 2016).

### **Estimativa da probabilidade de automação de ocupações no Brasil**

Tanto em países desenvolvidos como subdesenvolvidos a automação tem gerado receios quanto a empregabilidade atual, mudanças na forma de contratação ou a substituição do homem por máquinas é uma realidade decorrente da automatização das organizações (ALBUQUERQUE, 2019).

Um estudo levantado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), com base nos anos de 2003 e 2017, mostrou que empregos de baixa qualificação, ainda muito predominantes no Brasil, sofrerão com os efeitos dos avanços tecnológicos, o trabalho que envolve força física, como classificação e separação de objetos, controle de estoques e operação de máquinas, tende a perder importância e ser substituído pela automação. (MACIENTE, RAUEN e KOBOTA, 2019)

Para ilustrar, segundo o IPEA em março de 2018, durante a greve dos Correios, uma das reivindicações era a volta de um cargo extinguido pela gerência por ter sido automatizado, este cargo era o de separar manualmente as encomendas para seu destinatário. (ALBUQUERQUE, 2019)

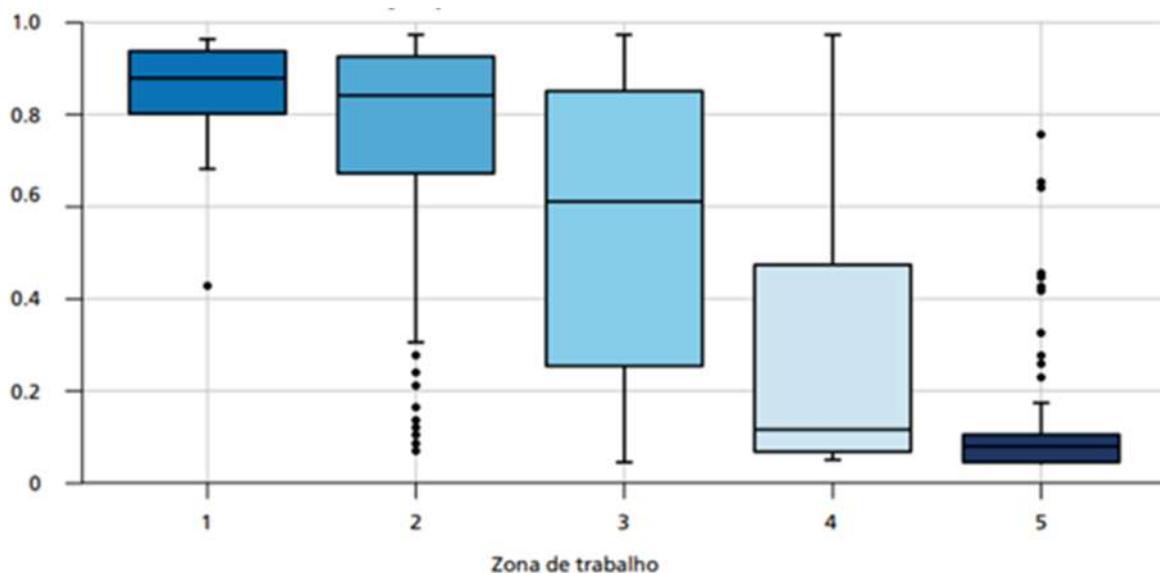
Segundo Nuwer (2015), uma das profissões do momento nos Estados Unidos da América (EUA) é a de caminhoneiro e sua popularidade é devido a existência de vagas disponíveis e pagamentos decentes, as posições de entregas de bens, em especial a grandes distâncias, ainda é um serviço que não foi automatizado, mas que não está fora do risco visto que empresas como Uber, Google e Tesla estão desenvolvendo veículos que não necessitam de motoristas e que serão testados a longas distâncias.

A evolução do mercado de trabalho não tem sido rápida o suficiente para acompanhar as transformações no mercado que acontecem de uma forma acelerada, a economia

digital não criou tantos empregos e sua maior concentração ainda se dá nas grandes cidades; muitas pessoas que ocupavam cargos que hoje estão extintos, como técnicos em laboratórios de fotografia ou telefonistas, tiveram que migrar para outras áreas menos valorizada por não ter formação necessária para se manter nos novos cargos relacionados a uma camada econômica equivalente (NUWER, 2015).

Um estudo realizado por pesquisadores da IPEA (ALBUQUERQUE, 2019) com base no acervo de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para relacionar a zonas de trabalho e a probabilidade de a ocupação ser automatizada revelou que quanto maior o nível de preparação e a complexidade de uma ocupação menor é a probabilidade de esta ocupação ser automatizada (Figura 12).

**Figura 12:** Probabilidade de automação por zona de trabalho



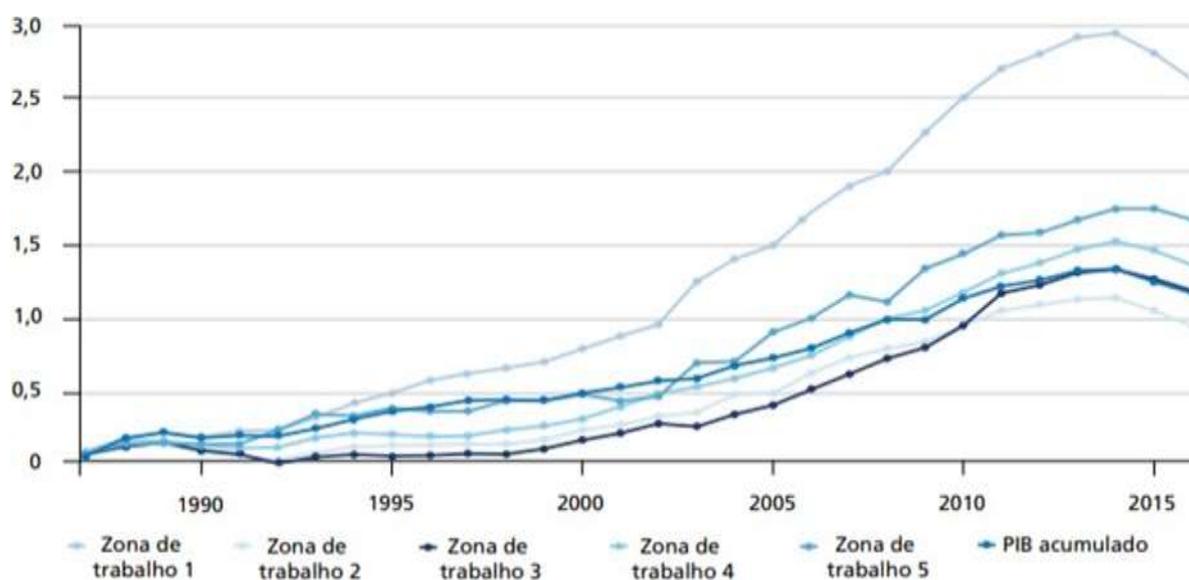
Zona 1: ocupações que requerem pouca preparação; zona 2: ocupações que requerem alguma preparação; zona 3: ocupações que necessitam de um nível intermediário de preparo; zona 4: ocupações que necessitam de uma considerável preparação; zona 5: ocupações que exigem alto nível de preparo.

Fonte: Adaptado de ALBUQUERQUE et al (2019)

Esse resultado justifica a hipótese de que cargos que exigem alto nível de preparo são mais difíceis de serem automatizados, pois há restrição quanto à quantidade e a natureza dos detalhes necessários para desempenhá-la. Entretanto, outro estudo

elaborado pelo IPEA mostrou que o comportamento do cenário ilustrado na Figura 13 mostrou que no período de 2013 a 2015 a empregabilidade em zonas de trabalho de nível 1 (que requerem pouca preparação) aumentou quando o esperado era que diminuíssem.

**Figura 13:** Taxa esperada de crescimento cumulativo (CGR) para cada zona de trabalho e PIB brasileiro (% ao ano)



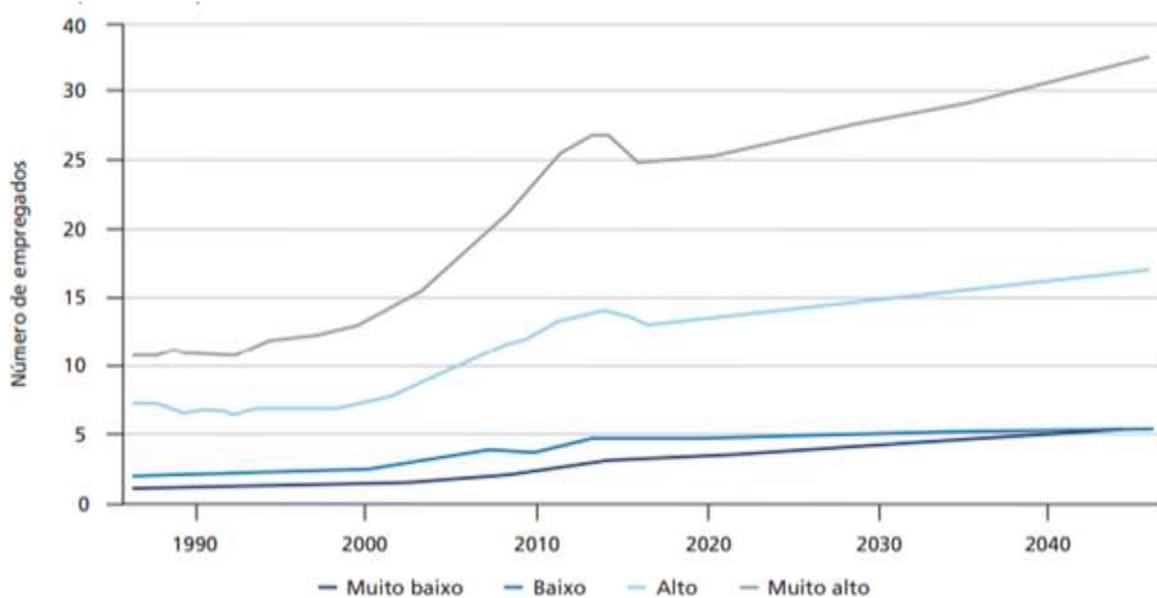
Fonte: ALBUQUERQUE et al (2019)

A relação do aumento da zona de trabalho de nível 1 confrontada à probabilidade prospectada na Figura 13 fez nascer duas hipóteses para justificar esse cenário adverso: a primeira, assume que os avanços tecnológicos no Brasil estão estacionados. Já a segunda alternativa assume que trabalhadores das zonas 2, 3, 4 e 5 perderam seus empregos para a automação e questões econômicas e se viram necessitados de migrar para níveis mais baixos.

Acatando como verdadeira a segunda alternativa, é preocupante a eminente extinção dos cargos da zona de trabalho inferiores; os resultados dos estudos mostraram que cerca de 54,45% de uma população de 45.859.149 empregados formais se enquadram nas maiores probabilidades de sofrerem as consequências da automação (ALBUQUERQUE, 2019).

O autor ainda projetou no seu estudo sobre a probabilidade da substituição de trabalhos por vias automatizadas para os próximos 30 anos (Figura 14) e, apesar do quadro preocupante, a dinâmica do mercado brasileiro deve ser levada em consideração. A tendência é que as ocupações que exigem menos esforço físico ou repetitivos passem a intensificar habilidade cognitivas, criativas e analíticas.

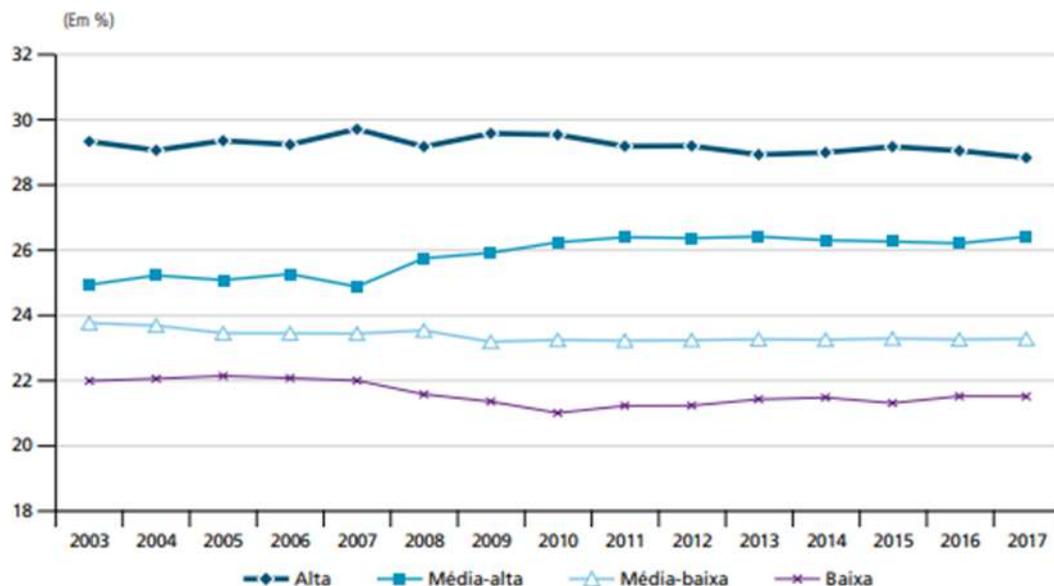
**Figura 14:** Probabilidade de automação das ocupações nos próximos 30 anos



Fonte: ALBUQUERQUE et al (2019)

Um estudo feito por Maciente et al (2019) estima que cerca de 29% (figura 15) dos empregos predominantes no Brasil, que em sua maioria são ocupações de baixa qualificação, estarão “sujeitos aos efeitos adversos das novas tecnologias” e correm maior risco de serem substituídos por mecanismos automatizados.

**Figura 15:** Ocupações com maior probabilidade de automação - Brasil (2003)



Fonte: (MACIENTE, RAUEN e KOBOTA, 2019)

Diante desse cenário preocupante onde as empresas optaram por automatizar processos e extinguir com profissões com maiores chances de serem automatizadas, fazendo com que 30 milhões de pessoas percam o emprego até 2026, é um desafio a ser enfrentado pelo governo brasileiro garantir o mínimo de qualificação necessário para que essas pessoas possam se manter no mercado de trabalho.

### Características do emprego atual no Brasil e tendências para o futuro

O mercado de trabalho no Brasil enfrenta grandes dificuldades para encontrar mão de obra qualificada; a histórica deficiência na educação e na formação do profissional é reflexo de fatores sociais e econômicos como: o alto índice de desigualdade, falhas no atendimento educacional e qualidade de ensino, má disposição de recursos, dificuldades de acesso ao ensino superior, especialmente, nas áreas científicas, tecnológicas, de engenharia e de matemática. (IPEA, 2018)

Diante deste contexto, o rápido avanço tecnológico desenvolvido mundialmente nas últimas décadas, a quarta revolução industrial, impõe ao Brasil a necessidade de confrontar as questões relacionadas à baixa qualificação da população e à queda no

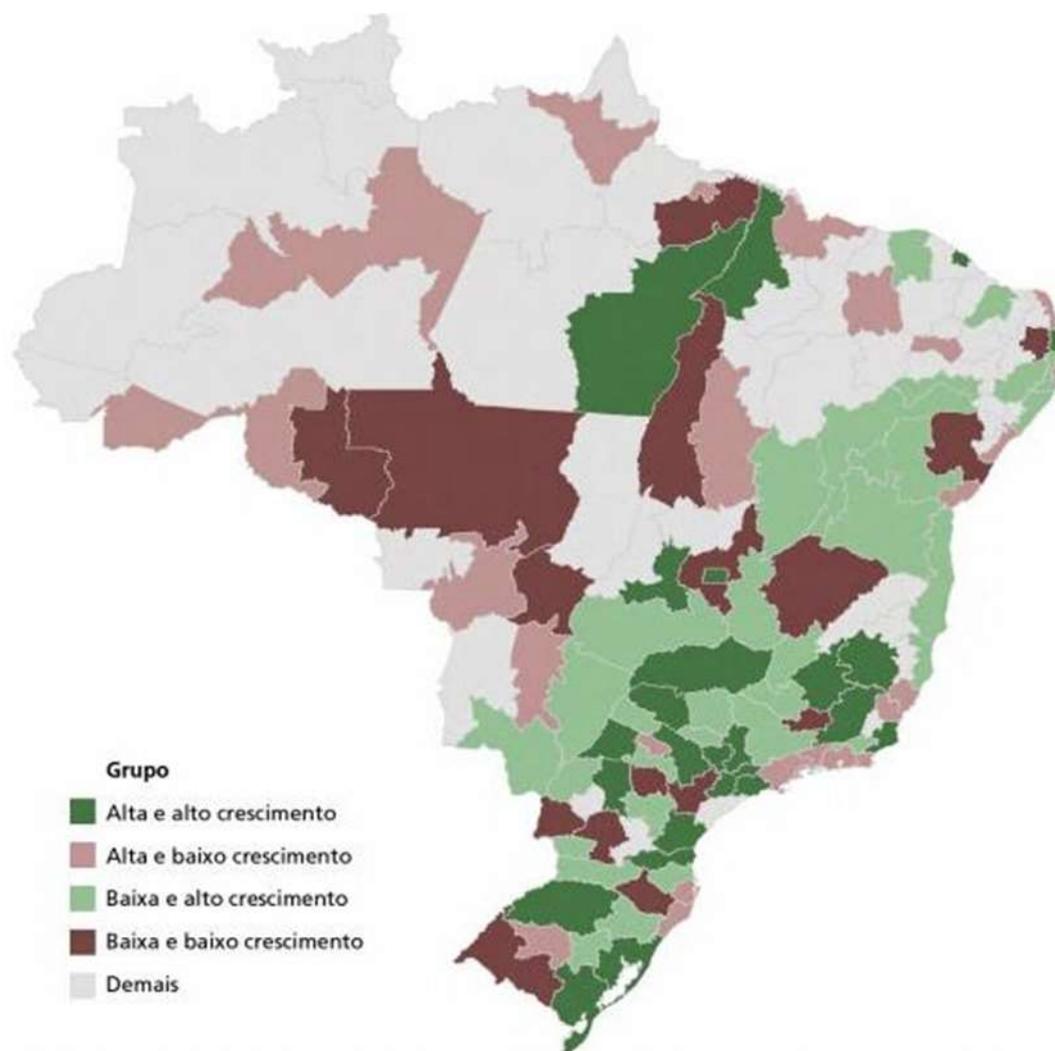
índice de inovação e produção comparado a outros países mais desenvolvidos nos últimos 15 anos (ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2019).

Um estudo sobre o índice de escolaridade do trabalhador realizado pelo IPEA mostrou que até 2017 os anos de estudo dos trabalhadores haviam aumentado em muito quando comparado à qualidade das ocupações disponíveis no mercado e que esse resultado se justifica pelo ingresso de uma geração de jovens no mercado de trabalho com maior escolaridade do que aqueles trabalhadores que se aposentaram neste mesmo período e pela falta de geração de novos empregos qualitativos do país, que faz com que pessoas qualificadas ocupem posições que exigem menos qualificação (MACIENTE, RAUEN e KOBOTA, 2019).

Maciente et al (2019) mostrou em seu estudo que as habilidades mais utilizadas atualmente nas ocupações são habilidades cognitivas, habilidades interpessoais, habilidades gerenciais, independência e habilidades em tecnologia da informação; já as habilidades que apresentaram queda em sua utilização pelo mercado de trabalho são as habilidades visuais e operacionais, o equilíbrio e a força corporais, as habilidades de manutenção e reparo, e as habilidades em design e engenharia. Algumas dessas habilidades são muito importantes para o futuro do trabalho, entretanto apresentaram um crescimento tímido ou estagnação na sua utilização, isto reflete as consequências relacionadas à crise econômica que o país enfrentou desde 2012 que fez com que diminuísse a participação, o crescimento, e retração de empregos de indústrias afetando ainda mais as indústrias de transformação (IPEA, 2018).

Um estudo levantado sobre a utilização das habilidades dos trabalhadores distribuídos em mesorregiões do Brasil (Figura 16) mostrou que as regiões Sul-Sudeste e Centro-Oeste apresentaram uma maior concentração de regiões com desempenho favorável ao passo que os estados do Amazonas, de Rondônia, de Roraima, do Mato Grosso, de Goiás e do Piauí apresentam a evolução menos favorável no conjunto de suas mesorregiões. Além disso, o estudo afirma que “a evolução regional indica que algumas regiões do Brasil parecem não apresentar perspectivas de uma maior inclusão na produção e no trabalho do futuro, permanecendo com empregos de baixa qualidade e produtividade” (MACIENTE, RAUEN e KOBOTA, 2019).

**Figura 16:** Utilização de habilidades cognitivas no emprego privado por mesorregião (2006-2017)



Fonte: (MACIENTE, RAUEN e KOBOTA, 2019)

### **Políticas voltadas para o futuro do trabalho e do trabalhador**

Segundo o IPEA (2018), o Banco Internacional de Desenvolvimento (BID) listou três razões pelas quais o governo despendem, os recursos públicos para o desenvolvimento da educação e, conseqüentemente, habilidades: a primeira é a importância social destas habilidades que facilita a adoção e difusão de novas ideias e tecnologias tornando o indivíduo mais produtivo e a sociedade mais democrática; a

segunda razão se refere à equidade, pois a qualidade e disponibilidade de ensino são mais restritos para a população de baixa renda; e a terceira razão é que o desenvolvimento de habilidades de crianças e jovens faz parte do processo de educação e socialização.

Em face ao panorama desfavorável em que se encontra o Brasil, no que se refere a evolução da qualificação e criação do trabalho formal e aos desafios que acompanham a Indústria 4.0, o governo federal dispõe de iniciativas para fomentar o desenvolvimento do mercado de trabalho visando as transformações digitais da economia, na Tabela IV estão listadas a seis estratégia principais do governo federal bem como um resumo de sua proposta:

**Tabela IV:** Estratégias do governo federal para as transformações digitais

**Principais estratégias visando a transformação digital na economia do Brasil**

Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E- Digital)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Define cem ações estratégicas subdivididas em: infraestrutura para a Transformação Digital (E- Digital) de tecnologias de informação e comunicações (TIC), pesquisa e desenvolvimento (P&amp;D) em tecnologias digitais emergentes, educação, economia digital e governo digital. Tem por objetivo aproveitar o potencial dessas tecnologias e promover o desenvolvimento econômico e social</li> </ul>
Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contém orientações estratégicas de médio prazo para a implementação de políticas públicas para a área de ciência, tecnologia e inovação (CT&amp;I), estimulando o desenvolvimento e à modernização de tecnologias básicas nacionais, como sensores, redes de alta velocidade, processamento de alto desempenho, novos padrões de comunicação entre dispositivos, aplicativos, software e outras tecnologias</li> </ul>
Estratégia de Governança Digital da Administração Pública Federal (EGD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tem como objetivos estratégicos: fomentar a disponibilização e o uso de dados abertos pelo governo; promover a transparência por meio do uso de TICs; ampliar a oferta e aprimorar os serviços públicos por meio da transformação digital; compartilhar e integrar infraestruturas, dados, processos, sistemas e serviços; e ampliar a participação</li> </ul>

social  
no ciclo de vida das políticas e serviços públicos.

Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil • Visa acelerar a implantação de aplicações com base na internet das coisas de forma a impactar os três principais setores da atividade econômica brasileira, aumentando a competitividade e fortalecendo as cadeias produtivas nacionais, como prioridade para as áreas de cidades, saúde, agronegócio e indústria.

Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil<sup>16</sup> (ProFuturo) • Visa propiciar condições de acesso e inserir empresas brasileiras no sistema de manufatura avançada, sendo suportadas pela ciência, tecnologia e inovação e assim desenvolver cadeias produtivas de setores econômicos estratégicos e proeminentes para o país, atendendo as demandas de alcance social.

Visão 2014-2034: futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira • Prioriza a digitalização do setor agropecuário, enfatizando ações na área de automação, agricultura de precisão, sistemas de informação e computação científica, geotecnologias e nanotecnologias.

---

**Tabela V:** Políticas sistêmicas e coordenadas e difusão da informação

---

**Políticas Sistêmicas e Coordenadas de Coleta e Difusão da Informação**

---

<p>Geração de informação, antecipação de necessidades e mecanismos de coordenação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visa manter atualizado a classificação ocupacional do brasileiro;</li> <li>• Cria um sistema de mensuração dos requisitos ocupacionais do Brasil e permite mensurar e monitorar a oferta e a demanda por habilidades e competências ocupacionais no país;</li> <li>• Cria um sistema de coleta de informações que permite obter informações sobre o contexto e o tipo de educação e treinamento requerido;</li> <li>• Promover uma linha de comunicação ininterrupta entre o conteúdo dos currículos educacionais e a oferta de treinamento e as necessidades de habilidades dos empregadores;</li> <li>• Promover uma melhor articulação entre o Sistema Nacional de Emprego (SINE) e a oferta de cursos de treinamento.</li> <li>• Cria um sistema de mensuração dos requisitos ocupacionais do Brasil e permite a mensuração e o monitoramento da oferta e da demanda por habilidades e competências ocupacionais no país</li> </ul>
<p>Educação infantil e básica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforçar a cobertura do ensino pré-escolar e o ensino fundamental em tempo integral;</li> <li>• Desenvolver um currículo baseado em competências e habilidades mais complexas em jovens e adultos.</li> </ul>
<p>Educação secundária e educação vocacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar a adaptação de instituições e programas de educação e treinamento técnico e vocacional às necessidades do mercado de trabalho;</li> <li>• Entidades representativas dos empregadores devem auxiliar na elaboração de requisitos curriculares e nos planos de avaliação;</li> <li>• Fazer uso das novas tecnologias na ampliação da capacidade de oferta do sistema educacional.</li> </ul>
<p>Educação superior e pós-graduação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priorizar expansão de cursos nas áreas de CTEM, bem como à reformulação de currículos e à formação de professores nas ciências sociais e humanas;</li> </ul>

Monitoramento e avaliação • Novas políticas devem ser precedidas de iniciativas piloto e só expandidas se avaliações demonstrarem resultados positivos

A literatura estudada ainda destaca seis políticas (Tabela VI) voltadas para o trabalhador e para a empresa afim de minimizar ou compensar as consequências geradas pela transformação do mercado a luz da quarta revolução industrial sobre os trabalhadores menos qualificados e empresas e setores de dimensões menores e menos produtivos, essas políticas miram em ações desencadeadas, principalmente, através do treinamento e suporte aos trabalhadores que foram, ou possuem maiores probabilidades de serem deslocados de seus postos de trabalho e ao incentivo de integrar a inovação e aderir novas práticas por parte das empresas:

**Tabela VI:** Políticas para Trabalhadores e para Empresas

<b>Políticas para Trabalhadores e para Empresas</b>	
Treinamento e aprendizado baseados no trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expandir o aprendizado nas escolas com base no trabalho;</li> <li>• Promover a retenção no emprego e a recolocação por meio de treinamento e programas ativos, em resposta a mudanças estruturais;</li> <li>• Incentivar a participação de indivíduos de grupos vulneráveis em programas de aprendizado de acordo com suas vulnerabilidades;</li> <li>• Buscar equilíbrio entre o desenvolvimento de habilidades específicas e habilidades mais gerais e transferíveis.</li> </ul>
Oportunidades de treinamento fora do local de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivo à formação continuada do trabalhador;</li> <li>• Trabalhos temporários ou em jornadas parciais necessitam de incentivos ao aprendizado não diretamente ligados ao</li> </ul>

emprego.

Reconhecimento do treinamento formal e informal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incentivar a criação de cursos de formação modular certificada a níveis escolar e profissional;</li><li>• Reconhecimento de aprendizado prévio</li></ul>
Apoio público à intermediação no mercado de trabalho e à assistência na procura por emprego	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melhorar a avaliação de habilidades, reconhecimento de habilidades e estratégias de treinamento para os que procuram trabalho;</li></ul>
Mobilidade da mão de obra e entrada de imigrantes com habilidades em alta demanda	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eliminar barreiras institucionais tais como regras e regulações que gerem desincentivos à troca de trabalho e de local;</li><li>• Criar programas de incentivo à entrada de imigrantes com habilidades em alta demanda.</li></ul>
Competências tecnológicas nas empresas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incentivar o melhor uso de habilidades, ao promover a inovação e a introdução de novas práticas de trabalho de alto desempenho;</li><li>• Facilitar parcerias locais, nacionais e internacionais.</li></ul>

---

## Considerações finais

O estudo realizado com base na literatura revelou que a onda da Indústria 4.0 traz muitos benefícios para as indústrias no quesito aumento de eficiência e produção, redução de falha e integração dos processos e sistemas em tempo real. Por outro lado, para o trabalhador e para as pequenas empresas e indústrias, tais avanços podem exercer uma influência negativa.

No mercado de trabalho os homens passam a ser assistentes da máquina, responsáveis por desempenhar as funções que não puderam ser automatizadas ainda, e diante desse contexto, a necessidade de novos especialistas industriais modernos,

novas competências e, conseqüentemente, mudanças sociais são reflexos do ritmo acelerado com que ocorre a quarta revolução.

Existe um grande paradoxo onde, ao mesmo tempo em que o aumento da produção atingiu níveis notáveis e a inovação tem avançado rapidamente, a renda média e a criação de empregos são menores; os avanços tecnológicos são tão rápidos que as pessoas não conseguem acompanhar em habilidade e organização. Os tipos de ocupações que seguem rotinas manuais e rotinas cognitivas seguem estagnadas ou apresentam leve depressão enquanto que atividades cognitivas não rotineiras, que requerem um nível maior de habilidade, segue em disparato. Essa discrepância entre atividades rotineiras e não rotineiras indica que, ao passo que algumas ocupações são extintas, outras surgem dentro do que se requer esse novo mercado e que cerca de 65% das crianças e jovens, no futuro, vão ingressar nessa nova tendência de mercado.

A luz da quarta revolução industrial o panorama brasileiro se encontra desfavorável diante das transformações que ocorrem no mundo, segundo a Revista Indústria Brasileira (2019) mais de 50% das empresas amostradas indicaram impasse com relação aos recursos financeiro ao aderir a transformação. Já os relatórios da CNI (2019) mostram que cerca de 80% das indústrias brasileiras que tem intenção de investir na melhoria e inovação dos seus processos, pouco mais que a metade consegue executar o seu planejamento.

Se as empresas enfrentam desafios em se transformar digitalmente, os atuais trabalhadores não se encontram em posição distinta; com os avanços tecnológicos novos cargos vem surgindo e as pessoas que buscam recolocação precisam se reciclar e desenvolver essas novas habilidades e competências que passam a ser exigidas no mercado de trabalho.

Estudos realizados pelo IPEA concluíram que a dinâmica dos grupos de trabalho no Brasil tende a ocupar cadeias de trabalho de colaboradores menos habilidosos ao passo que, possivelmente, a automatização de processos em níveis intermediários de trabalho tenha sido automatizada.É possível também concluir que profissões que requerem menos habilidades e que são mais rotineiras tem maior probabilidade de se extinguirem e que, no Brasil, essas profissões representam grande parte do nicho de trabalho brasileiro e que as regiões que apresentaram maior evolução da qualidade do

trabalho se encontram em mesorregiões do Sul-Sudeste e Centro-Oeste do país e, conclui ainda, que os resultados obtidos estão ligados as desigualdades sociais e ao alcance da educação disponível de qualidade mostrando que os mais afetados se encontram entre as pessoas de baixa renda.

Para minimizar os reflexos negativos da Indústria 4.0 e estimular a inovação e aplicação de tecnologias, o Brasil propôs adotar ações estratégicas de integração com o mercado global, reduzir a fragmentação das políticas, priorizar a inovação nas políticas de conteúdo local, aumentar o alcance e monitoramento da educação de crianças e jovens vinculados às habilidades do trabalho, capacitar e reciclar trabalhadores em busca de recolocação, melhorar a interação empresa e trabalhador e adotar estratégias de monitoramento e avaliação independentes.

Não se pode dizer como será, com certeza, o futuro do mercado de trabalho e das indústrias brasileira, mas pode-se afirmar que as condições atuais são desfavoráveis e prejudicam tanto a economia interna quanto as questões sociológicas. As ações estratégicas criadas para preparar o Brasil para o futuro devem ser implementadas e levadas em consideração afim de reverter o cenário atual e o estudo sobre a dinâmica da Indústria 4.0 no Brasil e das habilidades necessárias para aderi-la devem se manter constantes e atualizadas continuamente.

## **Referências**

ABDI Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Brasil Preparado para os Desafios Futuros. Agenda Brasileira para Indústria 4.0. Acesso em 09 de 08 de 2019, disponível em <http://www.industria40.gov.br/>.2019

Agência CNI de Notícias. Inovação depende de Sintonia entre Setores Público e Privados. Acesso em 20 de 07 de 2019, disponível em <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/inovacao-depende-de-sintonia-entre-setores-publico-e-privado/>, 2019

ALBUQUERQUE, P. H., & PORTELA B. S., C. A. Na era das máquinas, o emprego é de quem?. IPEA, 7-29, 2019.

BARTODZIEJ, C. J. The Concept Industry 4.0. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler, 2017.

BESSEN, J. E. Automation and Jobs: When Technology Boosts Employmen. Boston University School of Law. 2019.

BRITO, A. A. A Quarta Revolução Industrial e as Perspectivas para o Brasil. Revista Científica Multidisciplinar Nucleo do Conhecimento, 02(7), 2-5, 2017.

CEVIKCAN, E., & USTUNDAG, A. Industry 4.0: Managing The Digital Transformation. Springer Series in Advanced Manufacturing, 2018.

CNI, C. N. Investimentos na Indústria. Indicadores CNI. Acesso em 20 de 07 de 2019, disponível em [https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/ce/33/ce33bb08-a738-4c7e-878612a0b9a4df47/investimentosnaindustria\\_junho-2019.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/ce/33/ce33bb08-a738-4c7e-878612a0b9a4df47/investimentosnaindustria_junho-2019.pdf)

COELHO, P. M. Rumo à Indústria 4.0. Dissertação de Mestrado, Coimbra, 2016.

DVORKIN, M. Federal Reserve Bank of St Louis. Acesso em 01 de May de 2019, disponível em On The Economy Blog: <https://www.stlouisfed.org/on-the-economy/2016/january/jobs-involving-routine-tasks-arent-growing>

EDWARDS, P., & RAMIREZ, P. When should workers embrace or resist new technology? New technology, work and employment, 99-113. Acesso em 20 de 07 de 2019, disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ntwe>.

Elena G Popkova, Y. V. Industry 4.0- Industrial Revolution of the 21st Century. Moscow, Russia: Springer, 2018.

GRAGLIA, M. A., & LAZZARESCHI, N. A Indústria 4.0 e o Futuro do Trabalho: Tensões e. Revista Brasileira de Sociologia, 06, 2018.

IPEA, I. D. A economia digital e o futuro do trabalho no Brasil. Desafios da nação, 2, 2018.

JUNIOR, G. T., & SALTORATO, P. Impactos da Indústria 4.0 na Organização do Trabalho: Uma Revisão Sistemática da Literatura. Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção, 2018.

KUPFER, D.. Indústria 4.0 Brasil. Valor Econômico, 2016

MACIENTE, A. N., RAUEN, C. V., & KOBOTA, L. C. TECNOLOGIAS DIGITAIS, HABILIDADES OCUPACIONAIS E EMPREGO FORMAL NO BRASIL ENTRE 2003 E 2017. Mercado de Trabalho: Conjuntura e Análise. Acesso em 01 de Agosto de 2020, disponível em [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/mercadodetrabalho/190520\\_bmt\\_66\\_dossi\\_e\\_tecnologias\\_digitais.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/mercadodetrabalho/190520_bmt_66_dossi_e_tecnologias_digitais.pdf).

MENEZES, F. A linha do tempo na Engenharia de Produção. Acesso em 15 de maio de 2020, disponível em <https://www.linkedin.com/pulse/linha-do-tempo-na-engenharia-de-produ%C3%A7%C3%A3o-felipe-morais-menezes>.

NUWER, R. Will Machine Eventually Take On Every Job? BBC Future. Revista Indústria Brasileira. Indústria Brasileira Salto para o Futuro. Revista da Confederação Nacional da Indústria (CNI), 2015.

REYNOLDS, E. B., SCHNEIDER, B. R., & ZYLBERBERG, E. (2019). Innovation in Brazil: Advancing Development in the 21st Century. Routledge.

RIBEIRO, J. M. Conceito da Indústria 4.0 na confecção: análise e implementação, 2017.

ROTMAN, D. How Technology Is Destroying Jobs. MIT Technology Review, 2013.

SENAI, S. WWW.BRAINMARKET.COM.BR. Acesso em 26 de Maio de 2020, disponível em Brain Market: <http://www.brainmarket.com.br>.

SUSSKIND, D. Re-Thinking the Capabilities of Machines in Economics. Manor Road-Oxford, 2017.

WEE, C. B. "Manufacturing's next act". Mc Kinsey Company, 1-4, 2017

YAMADA, V. Y., & MARTINS, L. M. Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira. Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa,34, 2018.