

INDÚSTRIA 4.0: UM ESTUDO SOBRE OS IMPACTOS NO MERCADO DE TRABALHO BRASILEIRO

Sergio Luis Sobrinho Belo¹
Gabriela Leal²

RESUMO

Muito se fala sobre a indústria 4.0 e suas vantagens para os setores industriais, entretanto estudos demonstram que avanços tecnológicos podem gerar prejuízos à uma sociedade. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo principal a observação dos possíveis impactos da Indústria 4.0 na sociedade brasileira, mais especificamente nos empregos nas áreas industriais. Para isso foi realizado um extenso estudo sobre o histórico das revoluções industriais, da Indústria 4.0, e da atual fase do Brasil nessa revolução. Posteriormente foram realizados levantamentos de dados sobre a indústria brasileira, sua lucratividade e sua empregabilidade nos últimos anos, contrapondo à isso dados sobre a evolução dos cargos e a educação no Brasil. Com isso foi possível observar que o número de pessoal ocupado nas indústrias tem decrescido nos últimos anos e que esse dado pode não estar relacionado a possíveis crises econômicas, uma vez que a receita líquida das indústrias no Brasil tem aumentado. Sendo assim, pode-se propor que essa redução está ligada a substituição da mão de obra humana pela tecnologia. E apesar de existirem novos cargos também sendo criados devido a evolução tecnológica, o fato desses exigirem um nível de aprimoramento técnico superior induz a conclusão de que essa revolução poderá aumentar ainda mais a desigualdade no Brasil, tendo em vista que esse aprimoramento técnico não é oportunizado a todos, sendo seletivo quanto à classe social.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Impactos; Vantagens, Desvantagens

ABSTRACT

Industry 4.0 is a very talked topic and its advantages for industrial sectors, however studies have shown that technological advances can generate benefits for society. In this context, the main objective of this work is to observe the possible impacts of Industry 4.0 on Brazilian society, more specifically on jobs in industrial areas. For this, an extensive study was carried out on the history of industrial revolutions, Industry 4.0, and the current phase of Brazil in this revolution. Subsequently, surveys of data on the Brazilian industry, its profitability and its employability in recent years were carried out, in contrast to these data on the evolution of loads and education in Brazil. With this, it was possible to observe that the number of people employed in cultivated areas has decreased in recent years and that this data may not be related to possible appetite crises, since net revenue from turbines in Brazil has increased. Therefore, it can be proposed that this reduction is linked to the replacement of human labor by technology. And although there are new loads also being created due to technological evolution, the fact that these require a higher level of technical improvement leads to the conclusion that this revolution may further increase inequality in Brazil, given that this technical improvement is not possible. everyone, being selective as to social class.

Keywords: Industry 4.0; Impacts; Advantages disadvantages

¹ Centro Universitário Amparense – UNIFIA - sergio.lsbelo@ig.com.br

² Centro Universitário Amparense – UNIFIA - gabrielaetc@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Quando houve interesse inicial pela compra e venda de produtos, o processo de produção desses era totalmente manual, e nesse sentido que surgiu a palavra manufatura. Hoje, muitos anos depois, esse processo produtivo evoluiu tanto que a palavra manufatura, que vem do Latim e significa, originalmente, trabalho feito à mão (*Manus* –mão, e *Factura* – que trabalho feito a partir de habilidade técnica), hoje tem um significado muito mais abrangente, sendo utilizada para representar toda produção, até mesmo as que não são manuais.

Apesar de muito se ouvir e muito se falar sobre a Indústria 4.0, muitos ainda não sabem o que é e quais os impactos que essa nova revolução pode trazer para um país em desenvolvimento como o Brasil. A indústria 4.0 na verdade é o nome popular dado à 4ª revolução industrial, conhecida como a revolução da conectividade, sistemas inteligentes, internet das coisas e ciência de dados. Uma nova revolução industrial indica que houve um processo de grande transformação em relação aos processos produtivos.

Segundo Brettel e coautores (2014), a indústria 4.0 teve sua primeira aparição na feira de Hannover em 2011, onde houve a promessa do aumento de produtividade, economia de energia, além de corte de gastos e diminuição dos erros no processo produtivo. E foi em 2012 que foi exibido um projeto que recomendava a implementação dessa fase produtiva em indústrias alemãs. Segundo Bertulicci (2016), essa evolução tecnológica possibilita que empresas possam, através de redes inteligentes, gerenciar de forma efetiva toda a cadeia de valor, podendo controlar os meios da produção de forma mais flexível, tornando as produções mais inteligentes, com autonomia e capazes de prever falhas nos processos e se adaptar de maneira dinâmica aos requisitos e mudanças eventuais que podem ocorrer de maneira não planejadas na produção.

Se considerarmos o tempo decorrido entre cada uma das revoluções, como mostra a figura 1, podemos observar que a 4ª revolução industrial chegou muito mais rápido que às demais, quase metade do tempo. Sendo assim precisamos considerar: quais impactos dessa rápida evolução no Brasil?

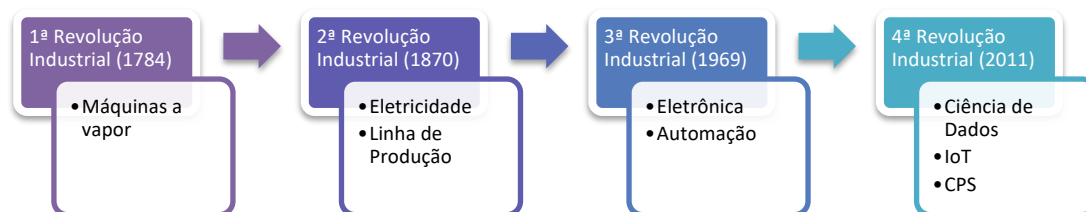


Figura 1- Fases das Revoluções Industriais. Fonte: Pwc Brasil (2016).

A resposta é simples: sim. Um dos principais impactos está relacionado ao mercado de trabalho, levando em consideração a crescente oferta de mão de obra, uma vez que as indústrias tendem a ampliar

mecanismo inteligentes na linha de produção, reduzindo a necessidade de intervenção humana nos processos produtivos, isso aumenta o risco de desemprego, que já é uma realidade com a automação industrial. E esses impactos não ocorrem apenas no ‘chão de fábrica’ (nível de produção – mão de obra base das indústrias), mas em todos os níveis hierárquicos industriais e até não industriais.

Vale ressaltar que, em revoluções anteriores, as indústrias ditavam o comportamento da sociedade e das pessoas ditando tendências. No entanto, hoje são as pessoas e a sociedade que, através da tecnologia, acabam influenciando uma nova era no mercado, fazendo com que o setor industrial busque maneiras de se reinventar diante da alteração ocorrida em relação ao consumo nos dias de hoje.

Neste contexto, este trabalho visa estudar e verificar os impactos observados no Brasil em decorrência da indústria 4.0.

1.1. Justificativa

Em alguns ramos da tecnologia industrial, como a automação e robotização, encontramos tópicos sobre as motivações para sua implantação. Obviamente uma indústria opta pela implementação de um sistema robotizado ou automatizado pensando em aumento produtivo e, conseqüentemente, financeiro, mas em bibliografias sobre o assunto encontramos que a principal motivação na implantação de robôs industriais em processos produtivos é a substituição de trabalhos cansativos, repetitivos e perigosos, antes realizados por humanos. Inclusive, a própria palavra robô vem do termo eslavo ROBOTA, que significa trabalhador penoso. Sendo assim poderíamos considerar que a implementação de um sistema automatizado e/ou robotizado seria benéfico para os trabalhadores e para a sociedade de forma geral, já que os seres humanos não seriam mais submetidos a esse tipo de trabalho. Entretanto, podemos também pensar que a implementação desses sistemas pode estar tirando empregos de pessoas que não terão outras oportunidades, normalmente pela falta de aprimoramento técnico.

Considerando alguns temas mais atuais, como a Internet das Coisas (*Internet of Things* ou IoT), que é um dos principais temas encontrados quando se pesquisa sobre indústria 4.0, onde objetos comuns como remédios, livros, autopeças e outros podem ter incorporados etiquetas RFID (conexão de dispositivos à rede através de sinais de rádio de baixa potência), pode ser considerado ótimo do ponto de vista de logística quando pensamos que seria possível, por exemplo, determinar a falta de um remédio de forma totalmente automática, e até mesmo de marketing, já que seria possível a obtenção e processamento de dados de compra de diversos produtos de forma simples. Entretanto observa-se que essa tecnologia também pode gerar os mesmos problemas da automação e robotização, já que os objetos poderiam ser

identificados e controlados por outros equipamentos, dispensando seres humanos, além de outras preocupações que podem surgir como privacidade e segurança.

Um levantamento feito pela consultoria Mckinsey diz que cerca de 400 a 800 milhões de trabalhadores terão suas funções substituídas por máquinas até 2030. (MANYIKA et al, 2018) Em se tratando de território nacional, de acordo com Albuquerque e seus colaboradores (2019), 54% dos brasileiros com carteira assinada terão suas funções substituídas por robôs até 2026. E ainda, segundo pesquisa do Fórum Econômico Mundial, 85 milhões de empregos no mundo deixarão de existir até 2025 em virtude de tecnologias como a automação. Em contrapartida o mesmo estudo feito pelo Fórum Econômico Mundial demonstra que 97 milhões de novos empregos serão gerados em áreas que vão desde cuidado à saúde, até criação de conteúdo e inteligência artificial (World Economic Forum, 2020). Porém essas novas vagas exigirão dos trabalhadores mudanças de profissão e aperfeiçoamento, se quiserem se ver livres do desemprego.

1.2.Objetivo

Esta obra tem o propósito de identificar os principais impactos da indústria 4.0 no Brasil como sociedade, apontando as alterações que ocorreram nesse percurso de evolução até a quarta revolução industrial.

1.2.1 Objetivos específicos

Para que esse objetivo geral seja alcançado, os seguintes objetivos específicos foram elencados:

- Fazer um levantamento evolutivo histórico acerca do tema;
- Caracterizar quais as consequências da quarta revolução nas indústrias e na sociedade;
- Identificar as alterações causadas no Brasil devido à 4ª revolução industrial;
- Discutir como a quarta revolução industrial afetou e afetará o mercado de trabalho e as mudanças relacionadas a trabalhos existentes no Brasil.

2. METODOLOGIA

Esta obra tem o propósito de identificar os principais impactos causados pela indústria 4.0, em sua aplicação e desenvolvimento das técnicas utilizadas, apontando as alterações que houve nesse percurso

de evolução até a quarta revolução industrial. Para alcançar o objetivo, a metodologia do trabalho foi separada em duas frentes: pesquisa base sobre a indústria 4.0 e levantamento de dados sobre a influência da indústria 4.0 no Brasil.

2.1. Pesquisa Base sobre a Indústria 4.0

Para a melhor compreensão das possíveis vantagens e desvantagens da indústria 4.0 no Brasil, primeiramente foi realizado um sistemático sobre a indústria 4.0, bem como suas vantagens e desvantagens. Esse levantamento foi realizada através de pesquisas em artigos científicos e bibliografias, com o intuito de compreender e descrever o que é a indústria 4.0 e as mudanças em relação à 3ª revolução industrial.

Também foram levantadas informações sobre a real fase da indústria 4.0 no Brasil e suas perspectivas futuras.

2.2. Levantamento de Dados sobre a Influência da Indústria 4.0 no Brasil

Para determinar as possíveis implicações da 4ª revolução industrial na sociedade brasileira, mais especificamente no mercado de trabalho, foram levantados dados de pesquisas acerca das indústrias brasileiras. Para isso foram utilizadas duas bases de dados: a Pesquisa Industrial Anual (PIA) e o Perfil da Indústria Brasileira. A PIA é uma pesquisa desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE), a qual investiga informações sobre as características estruturais básicas do segmento empresarial da atividade industrial no País. A PIA foi iniciada no ano de 1966, mas sofreu diversas mudanças ao longo dos anos e em 2008 (com resultados de estudos do ano base de 2007) teve sua mais recente mudança, passando a utilizar o CNAE 2.0 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) com pesquisas anuais, as quais tem seu último resultado publicado em 2020 (com o ano de referência de 2019) (IBGE, 2019a).

A pesquisa PIA-empresa do IBGE realiza o levantamento de diversas informações econômico-financeiras, e para esse trabalho foram utilizadas quatro, sendo elas: número de empresas, número de pessoal ocupado (trabalhadores formais, custos e despesas e receita líquida das empresas com 1 ou mais pessoas ocupadas).

Já o Perfil da Indústria Brasileira desenvolvido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) compila dados sobre produção, mercado de trabalho, comércio exterior, tributos, inovação e produtividade e indústria brasileira no mundo a partir de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério da Economia (CNIa, 2021). Para este trabalho foram então utilizados dados sobre o mercado de trabalho, mais especificamente a comparação de salário médio entre indústria e demais atividades econômicas no Brasil.

Também foi necessário o levantamento de dados sobre o ensino no Brasil, visto as observações de que, apesar de existir uma diminuição nos trabalhos em nível básico industrial, a indústria 4.0 trouxe novos trabalhos em nível especializado. Sendo assim foi utilizado como base principal de dados o Mapa do Ensino Superior no Brasil, desenvolvido anualmente pelo SEMESP (Sindicato das Entidades Mantenedoras de Estabelecimentos de Ensino Superior no Estado de São Paulo). Foi utilizada a 10ª Edição do Mapa do Ensino Superior no Brasil, que usa como base os dados do Censo da Educação (ano de referência de 2018) do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), além de outros dados como IBGE, ENEM e PROUNI, Big Data Analytics e outros (SEMESPa, 2020).

Também foi usada como base uma pesquisa realizada pelo *Center for the Future of Work* (CFW, em português Centro para o Futuro do Trabalho), estabelecido pela empresa Cognizant. O CFW tem um estatuto para examinar como o trabalho está mudando, e mudará, em resposta ao surgimento de novas tecnologias, novas práticas de negócios e novos trabalhadores através de pesquisa e análise originais das tendências e dinâmicas do trabalho (COGNIZANT, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Histórico das Revoluções Industriais

Para compreender o que é a Indústria 4.0 e os impactos dela na sociedade precisamos compreender sobre as demais revoluções industriais. Apesar de parecer algo muito distante, a primeira revolução industrial aconteceu há menos de 250 anos, ela foi datada de 1784 e é caracterizada pela introdução das máquinas a vapor no processo produtivo, o que fez com que a produção, que antes era completamente manual, começasse a ser industrializada a partir de processos que utilizavam máquinas mecânicas. Em termos de quantidade de produção, podemos considerar que houve um aumento significativo, uma vez que produtos que necessitavam de grande força ou de atividades repetitivas ganharam grande ajuda das máquinas mecânicas.

Já a segunda revolução, datada de 1870, é caracterizada por duas grandes mudanças: a introdução da energia elétrica, um grande marco que junto da criação de lâmpadas incandescentes possibilitou a jornada de trabalho em turno noturno e a substituição de maquinários que antes eram movidas a vapor, e implementação da linha de produção, por Henry Ford. (Fordismo), um sistema de produção em massa baseado em utilização de esteiras e pontes rolantes pela fabricas otimizando a linhas de montagem, gerando aumentos significativos em produção.

Após a Segunda Guerra mundial, em meados do século XX, se inicia a terceira revolução industrial, onde suas principais características se baseiam na implementação de sistemas automatizados. Apesar da automação já ser utilizada anteriormente, nesse momento a automação e a informática se juntaram, fazendo com que o processo automatizado passasse de puramente eletromecânico para microcontrolado.

E então, em meados de 2011 temos a primeira observação sobre a indústria 4.0, que é caracterizada pela intensificação da automação e robotização e, principalmente, pela integração de sistemas e ciência de dados, a qual será mais detalhada nos próximos tópicos.

3.2.As Características e Novas Tecnologias da Indústria 4.0

Foi em meados de 2011 que houve a primeira citação sobre uma nova revolução, e atribuiu a Alemanha esse feito, onde considera-se que houve uma ação conjunta entre autoridades governamentais, iniciativa privada e academia, com o propósito de tornar a indústria alemã mais competitiva. Como o próprio nome já diz, uma revolução é uma mudança drástica em diversos eixos, e então para a 4ª Revolução Industrial. Hermann; Pentek e Otto (2016) atribuem os seguintes princípios:

- Simulação: Análise virtual para elaboração de projetos como meio de união ao mundo físico, com intuito de dinamizar o processo produtivo;
- Manufatura aditiva: Utilização de impressão 3D para produção de produção de protótipos como forma de dinamizar a logística dos produtos;
- Robôs autônomos: Aumento da complexidade nos trabalhos de robôs industriais, além do desenvolvimento de autonomia e interação com seres humanos;
- Inteligência artificial: Máquinas e robôs inteligentes e capazes de interagir, poupando mão de obra melhorando o desempenho e produtividade;
- Realidade aumentada: Utilização de ferramentas para a interação em tempo real entre sistemas e dispositivos conectados à Internet, permitindo que tarefas diversas sejam realizadas

utilizando-se o exemplo da ferramenta do óculos de realidade aumentada, onde o operador saberá o problema exato, e terá informações suficientes para realizar o reparo;

- Internet das coisas (*Internet of thing; IoT*): Conexão entre ambientes, objetos físicos, máquinas, equipamentos, veículos, etc, através da troca de dados entre ambiente real e virtual;
- *Big data e Analytics*: Armazenamento de dados processados para posterior análise, permitindo tomada de decisões mais acertivas e influenciando também no marketing digital;
- Computação em nuvem: Uso de servidores remotos hospedados na internet para armazenamento de informações, as quais podem ser acessadas de qualquer lugar;
- Segurança cibernética: Uma vez que tudo será realizado através da rede, sendo assim criam-se estruturas para proteger informações confidenciais, segredos industriais, e demais informações.

3.3. A Indústria 4.0 no Brasil

No Brasil, a Indústria 4.0 tem apresentado importante expansão nos últimos anos. Segundo Chaves, Santoro e Mendes da CNN Brasil (2021), um levantamento da Confederação Nacional da Indústria (CNI) mostra que empresas com tecnologias de indústria 4.0 nacionais lucraram mais e conseguiram manter ou até ampliar o quadro de funcionários em meio a crise do coronavírus. Isso demonstra a importância da atualização de empresas e industriais frente as realidades atuais.

Entretanto, o estudo mencionado apontou que, dos 24 setores industriais do Brasil, 14 estão atrasados na adoção de tecnologias digitais. Segundo o IBGE, esse grupo é responsável por cerca de 40% de toda produção industrial no país, ou seja, quase metade de tudo o que a indústria brasileira produz ainda não é impactada pelas tecnologias 4.0. Mas apesar disso, o setor industrial representou 20,4% do PIB do Brasil em 2020 e em 2019 foi responsável por 68,6% do investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento em 2019 (CNIb, CNIc).

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, de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, entre outras. E com tantas mudanças, o profissional inserido na Indústria 4.0 precisa estar adaptado a essa nova realidade. É fundamental qualificar os profissionais das empresas em técnicas como programação, robótica colaborativa e análise de dados, assim como desenvolver competências sócio emocionais com métodos para estimular a criatividade, o empreendedorismo, a liderança e a comunicação.

Segundo SHORT (2011), os países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, possuem recursos para fornecer produtos industrializados com o custo inferior aos seus concorrentes, entretanto isso tem um custo para a sociedade. Pode-se citar como principal fator para os baixos custos a exploração da mão de obra barata e leis trabalhistas mais brandas, com condições que visam o favorecimento de grandes corporações. Esse fator pode ser ainda mais prejudicial com a chegada da industrial 4.0 para esses países.

3.4. Estudo dos Impactos da Indústria 4.0 no Brasil

São incontáveis os benefícios trazidos pelo avanço tecnológico na frente industrial, entre eles podemos citar, por exemplo, o design e marketing de produtos mais eficientes, já que a pesquisa de mercado está se tornando totalmente automatizada devido ao *Big Data*, a tomada de decisão mais efetiva, uma vez que será possível acesso remoto a locais físicos, além de algoritmos de probabilidade que auxiliam na tomada de decisão para gerenciamento dos departamentos e podemos citar também consumidores mais satisfeitos, pois através da coleta de informações será possível ajustar as preferências dos consumidores, dando a eles uma experiência de compras mais assertiva (SOUZA; CAVALLARI JUNIOR; DELGADO NETO, 2017).

Entretanto, algumas das vantagens citadas para a indústria 4.0, podem ser vistas como vantagens apenas para o setor industrial ou para os donos e acionistas de indústrias, mas para a sociedade pode ser um problema. Podemos citar, por exemplo, a manutenção inteligente, a qual máquinas e equipamentos são capazes de monitorar o próprio desgaste dos componentes e prever falhas (SOUZA; CAVALLARI JUNIOR; DELGADO NETO, 2017), a qual à primeira vista pode parecer uma ótima vantagem, mas será uma desvantagem quando observado pela ótica dos trabalhadores da manutenção, já que uma indústria inteira cheia de máquinas com manutenção inteligente pode significar a redução de metade ou até 75% desses trabalhadores.

Podemos dizer que esse fato já está se tornando uma realidade no Brasil. Nas figuras 2 e 3 podemos observar os dados da PIA-empresa (IBGE) de 2007 até 2019 sobre o número de indústrias (figura 2) e o número de o número de pessoal ocupado (figura 3) (IBGE, 2007-2018 e 2019b). Como podemos observar houve uma diminuição no número de indústrias no Brasil a partir de 2014, o que pode ser atribuído a crise de 2016, que foi iniciada em 2014, mas ao comparar com os dados de pessoal ocupado podemos verificar que a diminuição foi mais abrupta. Enquanto houve uma diminuição de 0,4% das indústrias de 2013 para 2014, houve uma diminuição de 2,5% do pessoal ocupado. Considerando o período 2014-2019, houve

uma diminuição de indústrias de 8,2% no período, enquanto a redução de pessoal ocupado foi de 13,4%. Podemos ainda calcular a média de pessoal ocupado por indústria, onde vemos que entre os anos de 2007 e 2013 fica entre 25,4 (2009), chegando a 28 em 2010, mas a partir de 2014 esse número começa a cair, não passando mais de 24,5 pessoas ocupadas por indústria a partir de 2016, como mostrado na tabela 1.

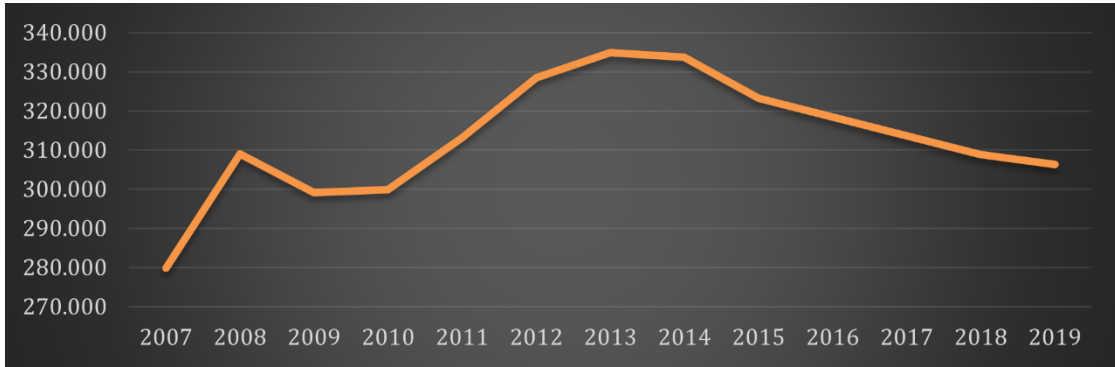


Figura 2. Número de empresas do tipo Indústria no Brasil. Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos dados da PIA-empresa IBGE.

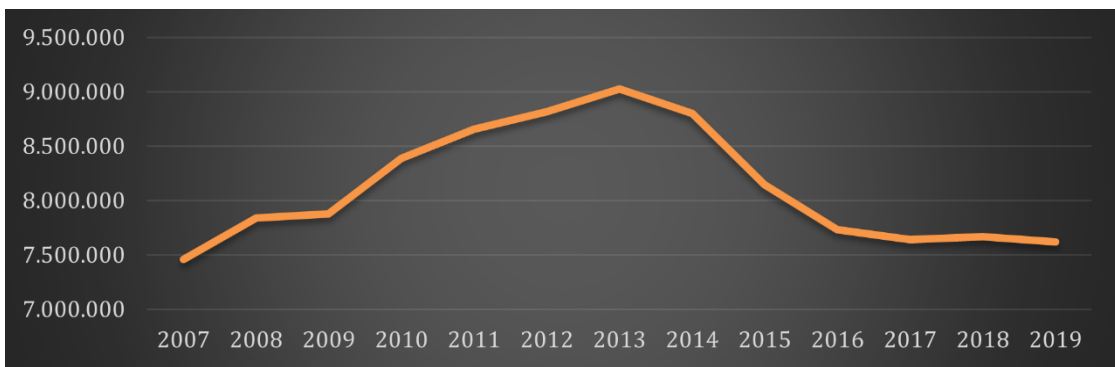


Figura 3. Número de pessoal ocupado nas Indústrias no Brasil. Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos dados da PIA-empresa IBGE.

Tabela 1. Média de pessoal ocupado de 2007 a 2019.

Ano	Média de pessoal ocupado
2007	26,7
2008	25,4
2009	26,3
2010	28,0
2011	27,6
2012	26,8
2013	27,0
2014	26,4
2015	25,2
2016	24,3
2017	24,4
2018	24,8
2019	24,9

Fonte: PIA-empresa IBGE (2007-2019)

Como dito anteriormente, essa diminuição de pessoal ocupado pode estar relacionada a crise no Brasil de 2016, mas provavelmente também há relação com a implementação de tecnologias industriais. Essa conclusão pode ser sustentada ao analisar os custos e despesas e a receita líquida das indústrias no período, que podem ser vistos nos gráficos das figuras 4 e 5, que também tiveram como base o PIA-empresa do IBGE de 2007 à 2019 (IBGE, 2007-2018 e 2019b). Com o gráfico podemos observar que houve aumento dos custos e despesas das indústrias, com exceção para os períodos 2008-2009 e 2015-2016, os quais apresentaram leve diminuição. Sendo assim, podemos supor que a crise no Brasil de 2016 não foi o principal motivo da diminuição de pessoal já que houve aumento de custos e gastos, inclusive relacionados a investimentos, sendo isso sustentado ainda mais pela análise da receita líquida, que não apresentou nenhuma queda nesse período, muito pelo contrário, apresentando sempre aumento.

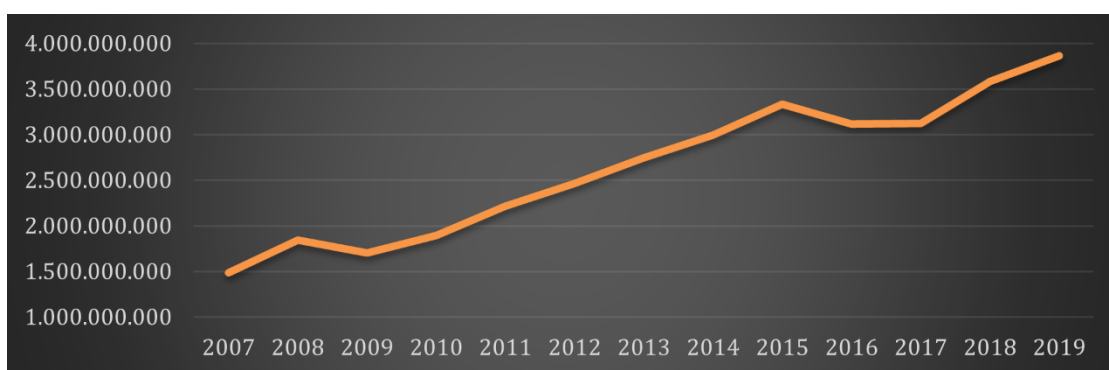


Figura 4. Custos e despesas das Indústrias no Brasil. Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos dados da PIA-empresa IBGE.

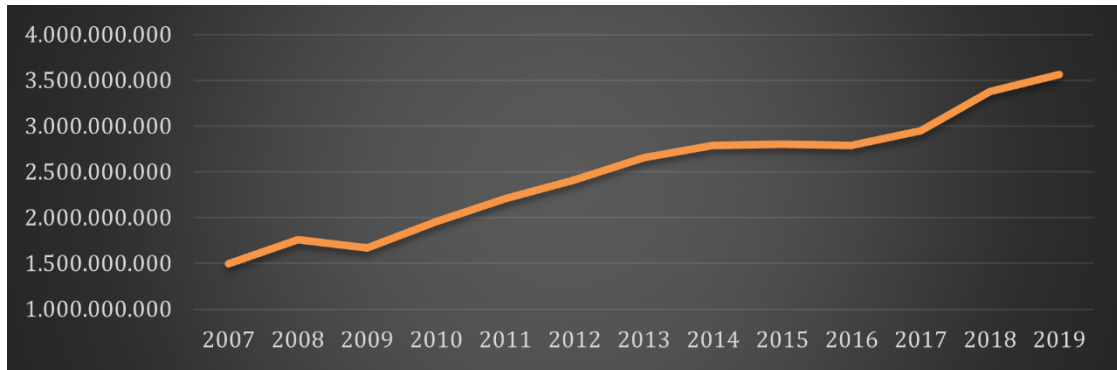


Figura 5. Receita líquida das Indústrias no Brasil. Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos dados da PIA-empresa IBGE.

Outro dado que corrobora para essa teoria é o investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento da indústria, como mostrado no gráfico da figura 6. O gráfico, que tem como base dados do CNI, demonstra que entre os anos de 2016 e 2019 o setor industrial tem investido de forma crescente na área de pesquisa e desenvolvimento, a qual também abrange desenvolvimento de novas tecnologias produtivas, demonstrando mais uma vez que o Brasil, mesmo diante da crise de 2016, tem procurado se adequar às novas tecnologias da indústria 4.0 e que isso está afetando negativamente os empregos neste setor.

INVESTIMENTO EMPRESARIAL EM P&D DA INDÚSTRIA (R\$ MILHÕES, EM VALORES CORRENTES)

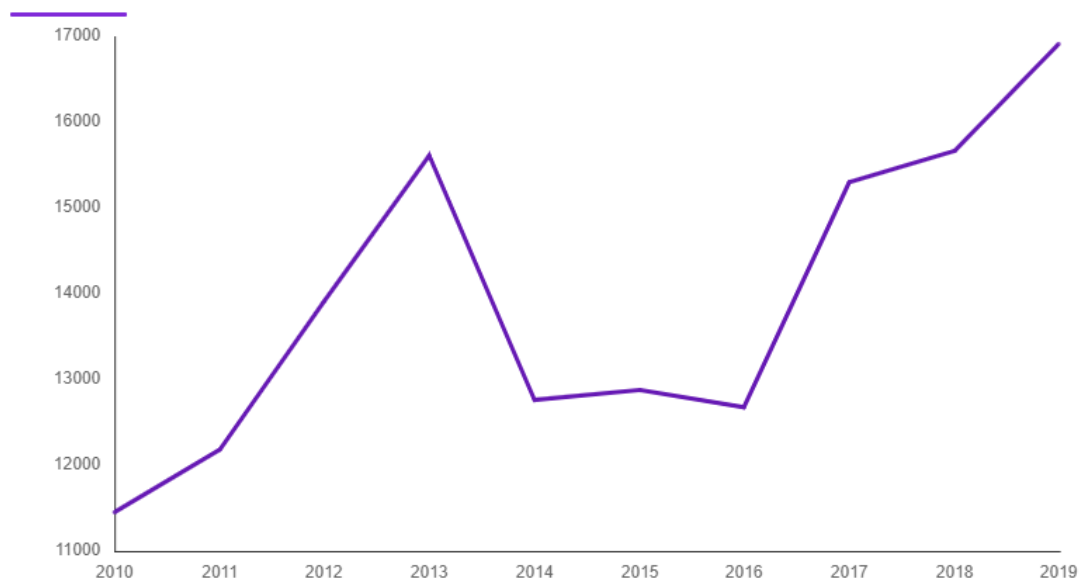


Figura 6. Investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento da indústria. Fonte: CNI (2021c).

Segundo a Cognizant (2021), desenvolvedora do projeto de pesquisa *Center for the Future of Work* (CFW, em português Centro para o Futuro do Trabalho), o trabalho está mudando devido à automação e

inteligência artificial (I.A.), mas não está sendo extinto. Com base nas principais tendências macroeconômicas, políticas, demográficas, sociais, culturais, comerciais e tecnológicas observáveis a pesquisa propõe novos empregos que surgirão nos próximos 10 anos e se tornarão os pilares do futuro do trabalho. E essa lista de 21 novos empregos pode ser observada no quadro 1, onde cada um dos 21 empregos foi separado em 3 áreas: serviços públicos ou privados, atendimento ao cliente e tecnologia da informação.

Como podemos observar, os empregos relacionados a área industrial são todos os listados como área de tecnologia da informação, e se juntarmos esses empregos aos que já são existentes e relevantes para a indústria 4.0, como programador de máquinas (incluindo robôs), profissional de automação inteligente, profissional de TI, engenheiro de desenvolvimento de tecnologias e outros, temos que todos esses empregos, sem nenhuma exceção, exigem um conhecimento amplo do profissional, obtido através de cursos de graduação e pós-graduação, em sua maioria.

Considerando dados da 10ª Edição do Mapa do Ensino Superior no Brasil (SEMESPb, 2020) podemos observar que a população brasileira de jovens de 18 à 24 anos é dividida em 0,4% classe A, 2,8% classe B, 24% classe C, 27,9% classe D e 44,9% classe E, como mostrado no gráfico da figura 7, mas, apesar de ser a maioria e corresponder a quase metade de toda a população do Brasil, os jovens de classe E representam somente 24,7% das matrículas no ensino superior. Enquanto isso, jovens de classe A que representam 0,4% de toda a população brasileira, são 1,3% das matrículas no ensino superior. No gráfico podemos observar claramente que ocorre uma reversão, onde na classe A, B e C temos que a porcentagem da população jovem é menor que a porcentagem da população matriculada no ensino superior, e na classe E o resultado é exatamente o contrário.

Quadro 1. Lista de 21 novos empregos desenvolvida pela Cognizant com divisão por área.

Profissional	Responsabilidade	Área
Controlador de tráfego autônomo	Controlar de tráfego de veículos autônomos e de drones	Serviços públicos ou privados
Gerente de ética	Desenvolver contratos relacionados a questões éticas	Serviços públicos ou privados
Diretor de genoma	Desenvolver estratégia para aumentar o portfólio de produtos que envolvam a ciência da vida	Serviços públicos ou privados
Técnico em saúde informatizada	Examinar, diagnosticar e prescrever tratamentos com o auxílio de IA	Atendimento ao cliente
<i>Walker-Talker</i>	Atender ao cliente de forma totalmente personalizada	Atendimento ao cliente
Consultor fitness	Motivar a atividade física e nutrição de clientes	Atendimento ao cliente
Consultor de saúde financeira	Orientar sobre questões financeiras	Atendimento ao cliente
Alfaiate digital	Ajustar de vestimentas através de medidas com um sistema digital	Atendimento ao cliente
Curador de memória pessoal	Consultar públicos e fontes para refazer e formular experiências do passado	Atendimento ao cliente
<i>Chief Trust Officer</i>	Gerenciar e aumentar a presença pública e privada na esfera financeira	Atendimento ao cliente
Oficial de diversidade	Facilitar a rentabilidade e produtividade promovendo inclusão	Atendimento ao cliente
Sherpa de loja virtual	Guiar consumidores pelas lojas virtuais	Atendimento ao cliente
Corretor de dados pessoais	Monitorar e comercializar dados de pessoas, empresas e governos	Atendimento ao cliente
Gerente de negócio em I.A.	Vendedor de segmento de inteligência artificial	Atendimento ao cliente
Investigador de dados	Analisar e interpretar dados	Tecnologia da Informação
Analista de cidades cibernéticas	Gerenciar informações dos cidadãos e recursos do município	Tecnologia da Informação
Analista de computação quântica	Atuar com aprendizado de máquina e integração com o aspecto quântico	Tecnologia da Informação
Construtor de realidade aumentada	Projetar e criar viagens em realidade aumentada	Tecnologia da Informação
Gerente de <i>man-machine</i>	Desenvolver colaboração entre homem e a máquina	Tecnologia da Informação
Facilitador de TI	Desenvolver aplicativos e infraestrutura interna para a empresa	Tecnologia da Informação
Especialista em <i>edge computing</i>	Descentralizar conexões de hardwares	Tecnologia da Informação

Fonte: Cognizant - Center for the Future of Work

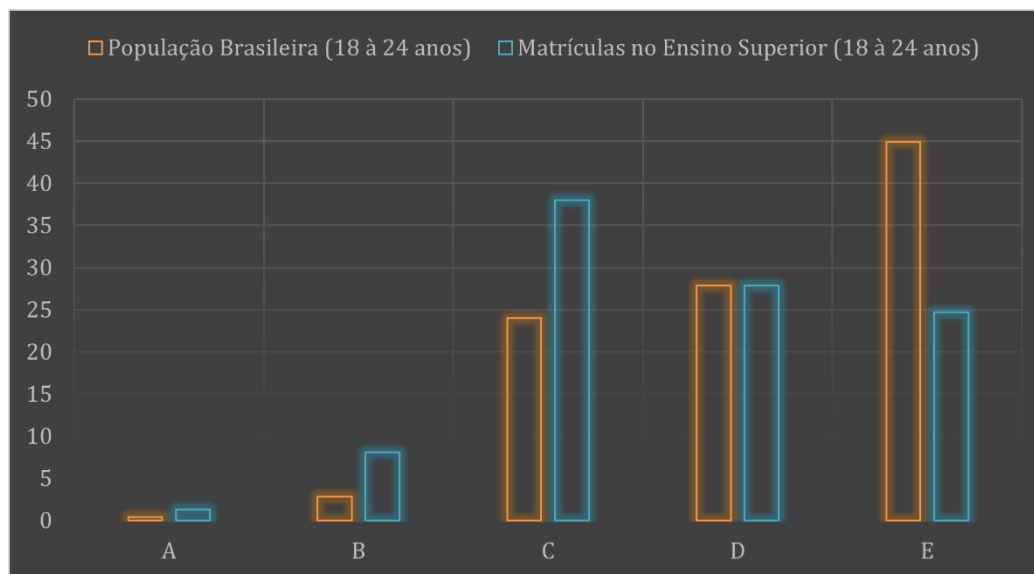


Figura 7. Porcentagem de jovens brasileiros de 18 à 24 anos e de jovens brasileiros de 18 à 24 anos matriculados no ensino superior. Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos dados do 10º Mapa do Ensino Superior (SEMESP).

Adicionando a esses dados a informação de que 61,9% dos jovens de classe A se matriculam no ensino superior contra apenas 10,5% dos jovens de classe E, podemos dizer que, apesar de existirem novos empregos sendo criados, a desigualdade social avantajada no país faz com que esses não estejam disponíveis justamente para quem mais precisa. Isso porque os empregos que estão sendo substituídos pelas tecnologias nas indústrias são justamente os empregos das classes de base, os quais são empregos não especializados, e essa classe não tem acesso à educação superior no Brasil para conseguir uma possível recolocação no mercado de trabalho.

4. CONCLUSÕES

A revolução industrial, chamada Indústria 4.0, veio para transformar radicalmente a produção industrial, com a implementação de um sistema robotizado, autônomo e inteligente. No contexto brasileiro, a Indústria 4.0 está num ritmo de crescimento um pouco mais lento, porém, as empresas que utilizam essa tecnologia vêm lucrando mais, o que demonstra a importância da sua expansão.

São muitas as suas vantagens da Indústria 4.0, como o aumento da produção e diminuição de gastos, e as empresas que investirem nessa nova tecnologia estarão à frente em termos de competição, mas as que não inovarem seu método fabril correm o risco de serem extintas do mercado competitivo e crescente. Entretanto é importante ressaltar que essa evolução já está gerando um impacto negativo no número de empregos, como mostraram os dados do PIA-empresa, onde foi possível observar uma redução no número de pessoal ocupado de quase 4 pessoas por indústria brasileira, mesmo que elas tenham

apresentado constante aumento na receita líquida.

Apesar de ser um fato de que esses empregos não são extintos, mas sim mutados, a partir de pesquisas pôde-se observar que, para as novas atividades são necessários conhecimentos técnicos específicos. Tendo em vista que no Brasil apenas 10,5% dos jovens de classe E conseguem se matricular em cursos superiores segundo dados do SEMESP e tendo em vista que esse é o público mais prejudicado com o avanço tecnológico já que comumente atuam em trabalhos que podem ser substituídos por essa tecnologia, pode-se concluir que o Brasil tenderá a apresentar maior desigualdade social com o avanço da Indústria 4.0 se nenhuma política pública for implementada para minimizar esses danos.

Sendo assim, pode-se concluir que, apesar das inúmeras vantagens dos avanços tecnológicos advindos da Indústria 4.0, o Brasil terá um impacto negativo, tendo em vista que é um país em desenvolvimento onde a desigualdade tende a não dar oportunidades de estudo para pessoas de baixa renda.

5. REFERÊNCIAS

- BERTULUCCI, Cristiano Silveira. "O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo". Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/> >. Acesso em: 17 out 2021.
- BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, v.8, n.1, p.37-44, 2014.
- MANYIKA, J.; LUND, S.; CHUI, M.; BUGHIN, J.; WOETZEL, J.; BATRA, P.; KO, R.; SANGHVI, S. O futuro do mercado de trabalho: impacto em empregos, habilidades e salários. McKinsey & Company, 2017. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages/pt-br> >. Acesso em: 17 out 2021.
- ALBUQUERQUE, P.H.M; SAAVEDRA, C.A.P.B.; MORAIS, R.L.; ALVES, P.F.; YAOHAO, P. Na era das máquinas, o emprego é de quem? Estimativa da probabilidade de automação de ocupações no Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea. 2019.
- World Economic Forum. *Jobs of Tomorrow Mapping Opportunity in the New Economy*. 2020.
- IBGEa. PIA-empresa - Pesquisa Industrial Anual – Empresa: O que é. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?t=o-que-e> >. Acesso em: 12 nov 2021.
- CNIa. Perfil da Indústria Brasileira. Confederação Nacional da Indústria, 2021. Disponível em: < <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/#!/industria-total> >. Acesso em: 12 nov 2021.
- SEMESP. O que é o Mapa do Ensino Superior? Sindicato das Entidades Mantenedoras de Estabelecimentos de Ensino Superior no Estado de São Paulo, 2020. Disponível em: < <https://www.semesp.org.br/mapa-do-ensino-superior/sobre/> >. Acesso em: 12 nov 2021.

COGNIZANT. Center for the Future of Work. Cognizant, 2021. Disponível em: < <https://www.cognizant.com/futureofwork/about> >. Acesso em: 14 nov 2021.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 49th Hawaii International Conference On System Sciences (HICSS). IEEE, 2016.

CHAVES, K.; SANTORO, T.; MENDES, D. Empresas que adotaram indústria 4.0 lucraram e contrataram mais, diz pesquisa. CNN Brasil, 2021. Disponível em: < <https://www.cnnbrasil.com.br/business/empresas-que-adotaram-industria-40-lucraram-e-contrataram-mais-diz-pesquisa/> >. Acesso em: 26 out 2021.

CNIb. Perfil da Indústria Brasileira: Produção. Confederação Nacional da Indústria, 2021. Disponível em: < <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/grafico/total/producao/#!/industria-total> >. Acesso em: 12 nov 2021.

CNIc. Perfil da Indústria Brasileira: Inovações. Confederação Nacional da Indústria, 2021. Disponível em: < <https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/grafico/total/inovacoes/#!/industria-total> >. Acesso em: 12 nov 2021.

SHORT, D. Charting The Incredible Shift From Manufacturing To Services In America. Business Insider, 2011. Disponível em: < <https://www.businessinsider.com/charting-the-incredible-shift-from-manufacturing-to-services-in-america-2011-9> >. Acesso em: 16 nov 2021.

SOUZA, P.H.M.; CAVALLARI JUNIOR, S.J.; DELGADO NETO, G.G. Indústria 4.0: Contribuições Para Setor Produtivo Moderno. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 26, n.1, p.1-198, 2007. ISSN 0100-5138. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2007_v26_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 27, n.1, p.1-186, 2008. ISSN 0100-5138. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2008_v27_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 28, n.1, p.1-182, 2009. ISSN 0100-5138. Disponível em: < Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2009_v28_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 29, n.1, p.1-182, 2010. ISSN 0100-5138. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2010_v29_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 30, n.1, p.1-184, 2011. ISSN 0100-5138. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2011_v30_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 31, n.1, p.1-170, 2012. ISSN 0100-5138. Disponível em: <

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2012_v31_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 32, n.1, p.1-95, 2013. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2013_v32_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 33, n.1, p.1-60, 2014. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2014_v33_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 34, n.1, p.1-74, 2015. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2015_v34_n1_empresa.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 35, n.1, p.1-8, 2016. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2016_v35_n1_empresa_informativo.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 36, n.1, p.1-8, 2017. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2017_v36_n1_empresa_informativo.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 37, n.1, p.1-8, 2018. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2018_v37_n1_empresa_informativo.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

IBGE. Pesquisa Industrial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 38, n.1, p.1-8, 2019. ISSN 0100-5138. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2019_v38_n1_empresa_informativo.pdf >. Acesso em: 12 nov 2021.

SEMESPb. 10ª Edição do Mapa do Ensino Superior. Sindicato das Entidades Mantenedoras de Estabelecimentos de Ensino Superior no Estado de São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.semesp.org.br/mapa-do-ensino-superior/edicao-10/> >. Acesso em: 12 nov 2021.