



Profissões Emergentes na Era Digital: Oportunidades e desafios na qualificação profissional para uma recuperação verde

Panorama do Brasil

Fevereiro de 2021



Por meio da:



REALIZAÇÃO

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*

Diretor Nacional: Michael Rosenauer

Projeto Sistemas de Energia do Futuro

Coordenador: Johannes Kissel

Iniciativa Profissionais para Energias do Futuro

Coordenador: Christoph Büdke

ELABORAÇÃO

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

Autores:

Alejandro G. Frank
Néstor F. Ayala
Guilherme Brittes Benitez
Érico Marcon
Laura Visintainer Lerman

Revisão técnica

Cristiane Rauen (MEC)
Marco Antônio Juliatto (MEC)
Ruth Barbosa (GIZ)

Projeto gráfico e diagramação

João B. G. Ramos

Coordenação da publicação

Martin Studte (GIZ)

Fevereiro de 2021

INFORMAÇÕES LEGAIS

As ideias e opiniões expressas nesta publicação são dos autores e não refletem necessariamente a posição do SENAI ou da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

A duplicação ou reprodução de todo ou partes (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que o SENAI e a GIZ sejam citados como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes, é necessário o consentimento por escrito do SENAI e da GIZ.

SUMÁRIO

Resumo Executivo	4
1. Introdução	6
Parte I - Metodologia do estudo	7
2. Design da metodologia	8
2.1. Modelo do estudo	8
2.2. Critérios para seleção dos setores econômicos	8
2.3. Procedimentos utilizados para projeções futuras	10
2.3.1. Estimativas da demanda de formação de profissionais	10
2.3.2. Estimativas das lacunas (gaps) entre ofertas e demandas das profissões emergentes	10
Parte II - Impacto da digitalização nos setores e nas profissões	12
3. O impacto da digitalização nos setores mais relevantes para a recuperação verde	13
4. Software e TI	14
4.1. Impacto da digitalização	14
4.2. Demanda de Formação de Profissionais	16
4.2.1. Programador/ Coder	18
4.2.2. Cientista de dados	20
4.2.3. Analista de segurança cibernética	22
5. Indústria de Transformação e Serviços Produtivos	24
5.1. Impacto da digitalização	24
5.2. Demanda de Formação de Profissionais	28
5.2.1. Expert em digitalização industrial	29
5.2.2. Operador digital	31
5.2.3. Profissional de manufatura aditiva	33

6. Agricultura	35
6.1. Impacto da digitalização	35
6.2. Demanda de Formação de Profissionais	38
6.2.1. Técnico em Agricultura Digital	39
6.2.2. Técnico em Agronegócio Digital	41
6.2.3. Engenheiro Agrônomo Digital	43
7. Saúde.	46
7.1. Impacto da digitalização	46
7.2. Demanda de Formação de Profissionais	48
7.2.1. Engenheiro hospitalar	50
7.2.2. Técnico de assistência médica digital	52
7.2.3. Engenheiro de dados da saúde.	55
Parte III - Lacunas na formação de profissionais e recomendações	57
8. Lacunas na formação profissional para as profissões emergentes	58
9. Recomendações finais	60
9.1. Recomendações de Curto Prazo	60
9.2. Recomendações de Médio Prazo.	63
9.3. Recomendações de Longo Prazo.	65
Apêndice A – Lista de literatura consultada	66
Apêndice B – Lista de entrevistados	69
Apêndice C – Roteiro de entrevista	71
Apêndice D – Análise detalhada das profissões emergentes por cada setor	72



RESUMO EXECUTIVO

FOCO DO ESTUDO

Este relatório analisa o contexto da recuperação verde pós-pandemia e as necessidades e oportunidades de formação profissional advindas dessa recuperação através da transformação digital. O estudo tem como tema central as tendências da transformação digital e analisa o impacto que a mesma pode ter na demanda profissional em setores-chave para a recuperação verde do país. São analisados quatro grandes setores com potencial para essa recuperação: (i) Software e TI, (ii) Indústria de transformação e serviços produtivos, (iii) Agricultura, e (iv) Saúde. O estudo analisa diferentes horizontes de demanda e oferta profissional, considerando o curto (2 anos), médio (5 anos) e longo prazo (10 anos).

ABORDAGEM METODOLÓGICA

O estudo utiliza uma abordagem mista que combina entrevistas de instituições públicas e privadas representativas dos setores analisados, estudos anteriores sobre o tema, e diversas bases de dados sobre oferta e demanda profissional. São realizadas projeções futuras quantitativas baseadas em entrevistas e relatórios acadêmicos e analisados currículos e casos de sucesso em profissões emergentes de destaque.

RESULTADOS

O estudo apresenta diversos resultados descritos a seguir:

- Nos quatro setores analisados foram identificadas as profissões emergentes: 12 para software e TI, 19 para transformação e serviços, 8 para agricultura e 14 para a saúde.
- Como profissões mais relevantes, destacam-se: a) Software e TI: Programador/Coder, Cientista de Dados e Analista de Segurança Cibernética; b) Indústria de Transformação e Serviços Produtivos: Expert em Digitalização Industrial, Operador Digital, Profissional de Manufatura Aditiva, Empreendedor Digital, Gestor de Economia Circular e Especialista em Serviços; c) Agricultura: Técnico em Agricultura Digital, Técnico em Agronegócio Digital e Engenheiro Agrônomo Digital; d) Saúde: Engenheiro Hospitalar, Técnico de Assistência Médica Digital e Engenheiro de Dados da Saúde. Foram realizadas projeções quantitativas para essas profissões emergentes, identificando lacunas para atender à demanda, características da oferta curricular e desafios das mesmas.
- A análise do impacto da demanda por formação profissional advindas da transformação digital nos setores analisados indica que:
 - a. As maiores lacunas percentuais se encontram no setor de agricultura;
 - b. As maiores demandas nominais por novos trabalhadores digitais correspondem ao setor de transformação e serviços, havendo uma alta lacuna no curto prazo;
 - c. O setor de software e TI, embora possua as menores lacunas percentuais, torna-se um

gargalo para o avanço dos demais setores, por este ser transversal e servir como base para a transformação digital;

- d. O setor da saúde demanda menor quantidade de trabalhadores focados na transformação digital, mas que possuem uma abrangência grande no impacto que estes produzem no contexto hospitalar.
- O trabalho contextualiza os resultados, apontando a importância das profissões identificadas para a recuperação verde, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos do ponto de vista sustentável. São apresentadas propostas de como obter esses profissionais através da requalificação e de nova formação profissional.
- O estudo apresenta recomendações de curto, médio e longo prazo que permitem estabelecer políticas de desenvolvimento da formação profissional no país, considerando estratégias de formação para atender as lacunas e tendências identificadas.



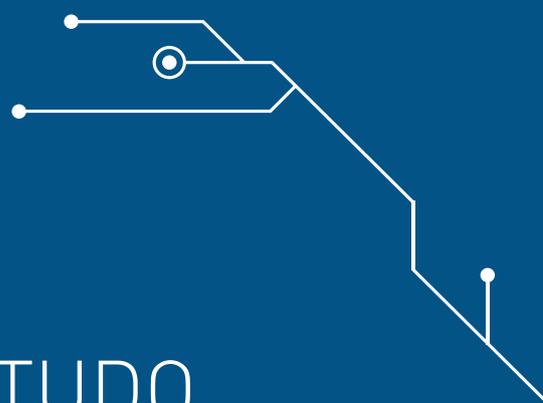
1. INTRODUÇÃO

A crise provocada pela pandemia da Covid-19 está acelerando medidas de digitalização em uma ampla variedade de setores econômicos. O setor educacional deve reagir rapidamente e desempenhar um papel fundamental na recuperação pós-pandemia. As consequências da pandemia demandam medidas conjunturais inovadoras e rápidas por parte das empresas e das escolas de educação profissional a fim de melhorar as perspectivas de emprego e garantir as relações de trabalho existentes. Ao mesmo tempo, a transformação digital já vem afetando diversos setores econômicos, com possibilidade de acentuação dos impactos gerados no médio e longo prazo, o que resulta em uma crescente demanda estrutural por especialistas com competências digitais.

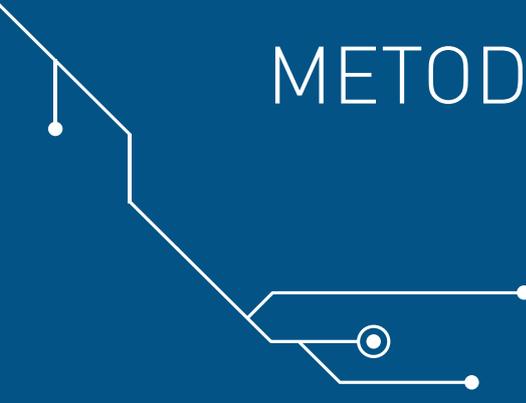
O Brasil elaborou planos para fomentar avanços na formação profissional, como o programa Novos Caminhos que foi lançado em outubro de 2019, mas ainda existem lacunas e necessidades que requerem um aumento dos esforços para atender às demandas atuais, tanto no aspecto dos investimentos de infraestrutura tecnológica como no desenvolvimento de profissionais capacitados. Os desafios do sistema de Educação Profissional Brasileiro se encontram principalmente no sistema público, conforme citado pelo Banco Mundial (2016), OCDE (2015) e DLR (2018). Esses documentos destacam a necessidade de um maior alinhamento entre a oferta de cursos e as demandas do setor, que atualmente não são suficientemente orientados às competências necessárias, especialmente àquelas relacionadas com os setores de maior demanda econômica futura. Também, esses relatórios destacam a falta de capacidade de oferta educacional, sendo que a cada ano apenas 9% dos jovens optam pela formação profissional.

OBJETIVO DO ESTUDO

- Apresentar uma análise aprofundada da situação atual e do potencial impacto da digitalização em setores-chave para a recuperação verde do país.
- Apresentar sugestões de direcionamento estratégico para atores do setor de educação profissional, que permitam apoiar a transformação digital através da formação adequada de profissionais.



PARTE I
METODOLOGIA DO ESTUDO





2. DESIGN DA METODOLOGIA

2.1. MODELO DO ESTUDO

Este estudo considera o impacto da transformação digital no desenvolvimento sustentável do Brasil para quatro setores industriais: indústria de transformação e serviços produtivos, software & TI, agricultura e saúde. Para cada setor são feitas previsões para o curto (2 anos), médio (5 anos) e longo prazo (10 anos). São previstas demandas por formação profissional em cada setor, como uma forma de resposta às oportunidades e desafios enfrentados na transformação digital. Para tanto, são consideradas as características e perfil dessas demandas assim como possíveis estimativas de quantidades das mesmas. Por fim, essas projeções são confrontadas com a oferta de educação profissional atual e a tendência futura, a fim de determinar diretrizes para a educação profissional. Nas próximas subseções, serão explicados os critérios metodológicos utilizados em cada etapa do estudo.

2.2. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS SETORES ECONÔMICOS

Após uma análise aprofundada de diferentes setores econômicos afetados pela digitalização, foram escolhidos quatro como os mais relevantes para a recuperação verde da economia brasileira. Os critérios utilizados para esta análise foram: (i) impacto na sustentabilidade, em termos de como a aplicação de tecnologias digitais neste setor pode diminuir os recursos utilizados, diminuir a desigualdade social, aumentar a qualidade de vida e aumentar a eficiência e competitividade do país; (ii) potencial de geração de novos empregos; (iii) mudança nos empregos existentes, i.e., o nível em que as tecnologias digitais demandam uma atualização de conhecimento nos profissionais para se manter no mercado de trabalho. A seguir são apresentadas as justificativas para escolha de cada um dos quatro setores.

Software e TI.

O setor de Software e TI representa a base do processo de digitalização dos demais setores, tendo um perfil de ação transversal na promoção da digitalização. Portanto, trata-se de um setor com alto potencial de demanda por profissionais em uma economia digital. O setor possui a característica de oferecer cursos de curta duração que permitem uma inserção rápida no mercado, além de democratizar o acesso à formação devido a não precisar de infraestrutura física para a capacitação profissional.

Indústria de transformação e serviços produtivos.

A indústria de transformação brasileira tem se contraído nos últimos anos, principalmente devido a sua baixa competitividade mundial. Porém, o Brasil possui o maior parque industrial da América do Sul e apresenta uma indústria diversificada com importante geração de empregos para o país. A transformação digital, através da Indústria 4.0, promete alavancar a competitividade desse setor, permitindo uma produção mais eficiente e sustentável. A digitalização dos processos produtivos causa a desassociação da força física ao trabalho industrial, demandando dos atuais profissionais a aquisição de novas competências digitais, possibilitando também mais

oportunidades para mulheres e jovens. Mais do que a geração de novos empregos na indústria da transformação, a digitalização provoca uma grande migração dos mesmos para serviços relacionados à produção¹, demandando atualização de conhecimentos dos profissionais atuais.

Agricultura

A agricultura é o principal setor responsável pelo desenvolvimento econômico do Brasil (McKinsey, 2020)². Recentes estudos descrevem que a agricultura de precisão alavancada com a digitalização permitirá aumentar a produção de alimentos conjuntamente com a diminuição da degradação do solo, do desmatamento e da geração de emissões de gases do efeito estufa³. Além disso, o agronegócio no Brasil é responsável direta e indiretamente por um em cada três empregos do país⁴, e a digitalização pode ajudar a manter e aumentar esta geração de empregos de forma mais sustentável. Nesse contexto de negócio, cabe ressaltar que 77% dos estabelecimentos agrícolas do país correspondem à agricultura familiar, empregando cerca de 10 milhões de pessoas⁵. A digitalização permite criar diversos canais e modelos de negócios associados ao campo que podem viabilizar a permanência destes pequenos agricultores em áreas remotas, evitando o êxodo às grandes cidades.

Saúde

Além do aumento de eficiência e, portanto, melhor alocação dos recursos disponíveis para a saúde, a digitalização promete democratizar o acesso ao atendimento primário nas diferentes regiões do país, através de tecnologias digitais, como a telemedicina. Porém, o correto aproveitamento das oportunidades advindas da digitalização depende da capacitação dos profissionais existentes, assim como da formação de novos profissionais preparados para lidar com as novas tecnologias, seja no nível médico ou técnico. No contexto da atual pandemia causada pela COVID-19, torna-se ainda mais importante a digitalização neste setor, que vem demonstrando seu impacto através de aspectos como a telemedicina e a utilização de ferramentas de integração de dados para acompanhamento da evolução dos casos em tempo real.

Além desses setores prioritários, o setor de energia possui alta relevância estratégica para o desenvolvimento do país. Por se tratar de um setor de infraestrutura, esse setor é analisado em outro documento específico desenvolvido pela GIZ.

1. Berger, R. (2016). The Industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model.

2. McKinsey & Company. Brazil Digital Report. 2020.

3. WRI. Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil. 2020.

4. WRI. Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil. 2020.

5. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura Familiar. / Acesso em 15/08/2020

2.3. PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PARA PROJEÇÕES FUTURAS

2.3.1. ESTIMATIVAS DA DEMANDA DE FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

Na Parte II deste documento, a segunda subseção de cada setor industrial (Seções 3.2, 4.2, 5.2 e 6.2) apresentam estimativas gerais das vagas de emprego no curto, médio e longo prazo para os setores analisados.

Para o setor de **Software e TI**, utilizou-se como valor inicial a quantidade de vagas de emprego reportadas pela Brasscom (2019), que estima um total de 1,6 milhões de profissionais no setor. Até o médio prazo, foram utilizadas as estimativas da Brasscom (2019) que consideram um crescimento médio anual em torno de 70.000 novas vagas de emprego. Como a Brasscom não projeta para perspectivas até 10 anos, para a perspectiva de longo prazo foram utilizadas as expectativas de crescimento futuro de empregos do setor de serviços estimadas pelo relatório da WRI (2020)⁶, como forma de aproximação ao comportamento do setor de TI.

Para o setor de **Transformação e Serviços Produtivos** foi utilizado como valor inicial as vagas de emprego no setor apontadas pelo IBGE⁷, que indica que 97,6% dos empregos industriais do país são provenientes de indústria da transformação. Para os cenários futuros, esses valores foram projetados seguindo as estimativas de crescimento futuro de empregos no setor estimadas pelo relatório da WRI (2020)⁸ para esse setor.

Para o setor de **Agricultura** foi utilizado como valor inicial as vagas de emprego estimadas pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada⁹, que representavam 18,3 milhões de pessoas no setor até finais de 2019. Para os cenários futuros, esses valores foram projetados seguindo as estimativas de crescimento futuro das vagas de emprego para o setor estimadas pela WRI (2020).

Por fim, para o setor da **Saúde** foi utilizada uma estimativa inicial de quase 5,1 milhões de empregos estimada pelo relatório de emprego da cadeia produtiva da saúde (IESS)¹⁰. A partir desses valores, foram utilizadas as projeções de crescimento de vagas de emprego para o setor de serviço estimadas pela WRI (2020) como um *proxy* setorial.

2.3.2. ESTIMATIVAS DAS LACUNAS (GAPS) ENTRE OFERTAS E DEMANDAS DAS PROFISSÕES EMERGENTES

Para a definição das profissões emergentes de cada setor, foram ouvidos profissionais de áreas governamentais relacionadas à educação e políticas públicas e representantes de entidades de classe, como ser Ministério de Educação, Embrapa, SENAI, SENAR, Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII) e Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES). Também, fo-

6. WRI. Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil. 2020.

7. Notícia Jornal Estadão. IBGE/PIA: Indústria de transformação perdeu 203,2 mil empregos entre 2009 e 2018. 2020.

8. WRI. Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil. 2020.

9. G1. Agronegócio tem contribuído para gerar empregos por causa das supersafras. 2019.

10. IESS. Relatório de Emprego na Cadeia Produtiva da Saúde. 2019.

ram ouvidos profissionais de empresas dos quatro setores, assim como acadêmicos engajados no ensino da digitalização para diferentes públicos. Complementarmente, foram analisados documentos como relatórios de negócios e setoriais sobre tendências de profissões. As listas de entrevistados e documentos consultados são apresentadas nos Apêndices A e B, enquanto que o roteiro das entrevistas é apresentado no Apêndice C deste documento.

Para estimativas das ofertas, foram considerados os cursos profissionalizantes¹¹ registrados no Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior do MEC (Plataforma e-MEC), na Plataforma da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica SETEC/MEC (Plataforma Nilo Peçanha) e a oferta dos cursos do SENAI. Nestes, foram selecionados somente os cursos que apresentam perfil para contribuição significativa à transformação digital para os setores analisados e para as profissões emergentes. Ou seja, foi realizado um cruzamento entre os cursos existentes e as profissões emergentes a fim de identificar correlações qualitativas entre os conteúdos. As projeções futuras foram mantidas constantes uma vez que não existem previsões claras sobre investimentos em ampliação da oferta educacional nacional. Em outras palavras, foi estabelecida uma linha base de capacidade atual, sobre a qual foram estimadas as futuras lacunas caso não sejam feitos novos investimentos nessas áreas.

No que se refere às estimativas da demanda, os métodos foram diversos dependendo do tipo de profissão emergente considerada. Em resumo, para o setor de Indústria de Transformação e serviços produtivos, foram utilizadas projeções do Mapa do trabalho Industrial¹² e as informações das projeções de digitalização da Indústria da CNI. Para o setor de software e TI foram considerados as projeções de demanda da Brasscom e projeções de crescimento do setor. No setor de agricultura, foram estratificadas as projeções de crescimento para empresas de grande porte, empresas médias e empreendimentos familiares. Por fim, no setor de saúde foi considerada a capacidade hospitalar existente e as projeções de digitalização e crescimento esperadas. As demandas de profissionais emergentes foram calculadas proporcionalmente as projeções para cada setor. Por exemplo, engenheiros hospitalares foram projetados, no máximo, um por cada unidade hospitalar, enquanto técnicos de assistência médica digital foram projetados proporcional ao tamanho da demanda hospitalar. Os resultados das estimativas de oferta e demanda geral alinhadas com as profissões emergentes de cada setor são apresentados na Parte III.

11. Cursos de curta duração ou de capacitação não foram considerados na estimativa da oferta, por se tratarem, muitos deles, de cursos informais e sem validação do MEC, o que resulta em uma grande dispersão e pouca informação consistente a respeito.

12. [Mapa do trabalho na Indústria.](#)



PARTE II
IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO NOS
SETORES E NAS PROFISSÕES

3. O IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO NOS SETORES MAIS RELEVANTES PARA A RECUPERAÇÃO VERDE

Esta seção considera o impacto da digitalização nos quatro setores escolhidos como mais relevantes para a recuperação verde através da digitalização. Os impactos foram definidos e avaliados à luz de entrevistas e complementadas pelo referencial teórico. Para cada um dos setores relevantes, são abordadas as tecnologias habilitadoras e as mudanças que estas provocam na atual forma de trabalho. São considerados os impactos produzidos pela digitalização em cada setor sob a ótica de três aspectos da sustentabilidade: o *aspecto econômico* – que considera como a digitalização afeta a evolução do crescimento do setor, o *aspecto ambiental* – que considera como a digitalização pode ajudar a reduzir as emissões e outras atividades poluentes no meio ambiente, e o *aspecto social* – que contempla como a digitalização pode gerar novas oportunidades para os setores mais desfavorecidos, possibilitando ascensão social, a inclusividade e a transição entre gerações no mercado de trabalho. Como resultado, são apresentadas as profissões emergentes demandadas para fazer frente às mudanças da digitalização. A análise discute também duas perspectivas de demandas, a dos *brownfields* e a dos *greenfields*, cujas características a serem analisadas são resumidas na Figura 1.

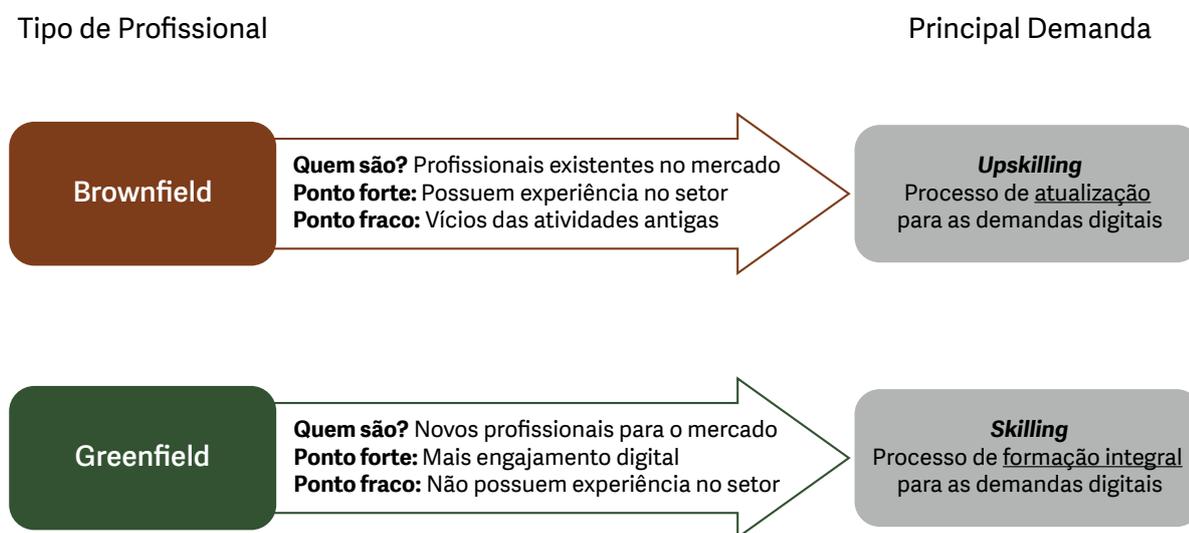


Figura 1. Principais tipos de profissionais e suas características analisadas no perfil da demanda



4. SOFTWARE E TI

4.1. IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO

O setor de software e TI tem um papel fundamental para a digitalização sustentável no Brasil. No *aspecto econômico*, além de ser um setor gerador de recursos através de serviços, o setor de software e TI atua como um setor transversal e de suporte ao desenvolvimento da digitalização dos demais setores industriais, gerando empregos diretos no setor e indiretos nos serviços a outros setores. No *aspecto ambiental*, a digitalização permite aos setores satisfazer as necessidades dos clientes enquanto se consome menos recursos, reduzindo os impactos ao meio ambiente (por ex.: equipamentos conectados com Internet das Coisas (IoT) permitem monitorar consumo de energia em tempo real, gerenciando melhor a eficiência energética das plantas industriais, embora *data centers* e outros usos intensivos de TI podem, em alguns casos, gerar novas formas de consumo energético). Nesse sentido, diversos estudos apontam que, embora o setor de software e TI gere emissões de efeito estufa durante a produção, através da operação dos *data centers* e na utilização dos dispositivos eletrônicos, a contribuição da digitalização para a redução das emissões em outros setores e atividades econômicas permitem obter um saldo positivo, reduzindo entre 10 a 20% a emissão total de gases do efeito estufa^{13, 14, 15}. No *aspecto social*, a democratização do acesso à informática permite a criação de uma maior oferta de empregos através de uma capacitação de curta duração. Isso possibilita uma rápida inserção dos jovens no mercado de trabalho. Porém, há também um risco da redução da qualidade de aprendizado que esse tipo de formação pode gerar, limitando a possibilidade de fornecer uma base educacional mais profunda que permita aos aprendizes lidar melhor com o dinamismo do futuro.

Segundo os entrevistados, o avanço da digitalização no setor de software e TI tem causado um aumento da complexidade do setor nos últimos anos. Anteriormente, profissionais da área de software e TI eram caracterizados pela sua versatilidade em resolver problemas oriundos da computação. Atualmente, com a maior inserção de tecnologias disruptivas como Internet das Coisas, Computação em Nuvem e Inteligência Artificial nos processos industriais, o nível de complexidade dos problemas tem aumentado, requerendo conhecimentos mais especializados por parte desses profissionais. Assim, segundo os entrevistados, hoje existe a necessidade de que esses profissionais se especializem em determinadas tecnologias ou áreas para estarem aptos a resolver os problemas desse mercado. Algumas áreas dessa formação tenderão a ser transversais (como no caso do analista de segurança cibernética), enquanto outras são específicas para determinadas tecnologias (por ex. desenvolvedor de soluções digitais para áreas hospitalares).

Porém, dado o alto nível de especialização e capacitação necessários, os entrevistados destacaram que *os centros de formação de profissionais atualmente não conseguem desenvolver profissionais no nível e número necessários para a indústria* (vide infográfico na Figura 2). Dado o grande número de especialidades, torna-se inviável um único curso técnico ou universitário capaz de preparar os profissionais no nível de profundidade necessário para a indústria. Assim, o objetivo destes cursos formais consiste em fornecer uma visão holística dos processos, mas sem o aprofundamento téc-

13. [Bitkom. Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken. 2020.](#)

14. [World Economic Forum. Digital technology can cut global emissions by 15%. Here's how.](#)

15. [University of Zurich. Opportunities and Risks of Digitalization for Climate Protection in Switzerland.](#)

nico normalmente desejado pelo mercado de trabalho. A especialização para atender as necessidades do mercado demanda um esforço extra, onde os profissionais devem buscar novas formas de especialização e capacitação para conseguir se adequar às exigências do mercado de trabalho. Segundo uma das entidades de classe consultadas, aproximadamente 80% das empresas associadas a essa entidade possuem academias próprias para dar esta formação continuada aos seus funcionários, enquanto o restante utiliza cursos online do mercado.

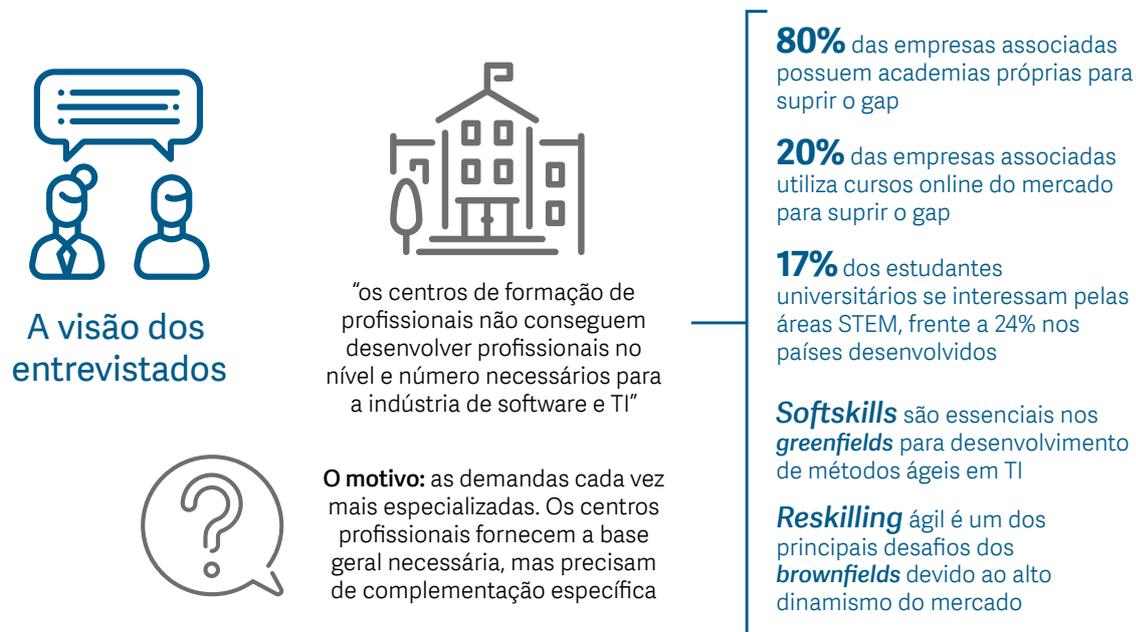


Figura 2. Infográfico: a visão dos entrevistados sobre o a digitalização no setor de TI e software

Segundo os entrevistados, a transformação digital impacta de maneira diferente os profissionais *greenfield* e o *brownfield*. No caso dos *greenfield*, um primeiro grande desafio se encontra na captação de alunos interessados na área. Hoje somente 17% dos estudantes em nível universitário se interessam pelas áreas relacionadas à ciência, tecnologia, engenharia e matemática (do inglês STEM), ao passo que países ricos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) apresentam uma média de 24%¹⁶. Dos formandos brasileiros, somente 6,8% são das áreas de engenharia, ao passo que a média nos países da OECD é de 9,1%¹⁷. A título de comparação, as áreas de ciências sociais, negócios e direito são responsáveis por 60,6% dos entrantes (OECD: 21,7%), e 23% dos concluintes (OECD: 23,2%). O setor de software e TI é caracterizado por metodologias de trabalho ágeis com equipes autogerenciáveis, portanto, para que os profissionais sejam bem-sucedidos, além de capacidades técnicas, estes profissionais devem ter conhecimentos em gestão de projetos e *softskills* relacionados, como criatividade e liderança; e habilidades socioemocionais como bom relacionamento, boa comunicação, entre outros, conforme apontado pelos entrevistados. No que se refere a *brownfield*, o maior desafio consiste na atualização constante desses profissionais à medida que as tecnologias digitais evoluem. Além de uma mudança de cultura e um nível maior de abertura para o manuseio dessas novas tecnologias. Por exemplo, profissionais que antes dominavam tecnologias de *back-end* e *front-end*, hoje precisam escolher e se especializar em uma das áreas, devido à complexidade atual das novas tecnologias. Assim, novas profissões têm surgido, as quais demandam uma maior especialização dos profissionais na área de software e TI, conforme apresentado na Figura 3. O Apêndice D detalha as características dessas profissões, destacando o tipo de atividade realizada e os principais requisitos delas.

16. Relatório Education at a Glance – Country Note Brasil (2018).

17. Relatório Censo da Educação Superior, 2018 (MEC, INEP).

As principais profissões emergentes no setor de Software e TI



O que elas são e quais os requisitos de formação dessas profissões?
Confira na tabela complementar detalhada no **Apêndice D**

Figura 3. As principais profissões emergentes no setor de Software e TI

4.2. DEMANDA DE FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

De acordo com a Brasscom¹⁸ (2019), o setor de TI é responsável por 6,8% do PIB brasileiro. Por outro lado, segundo um estudo realizado pelo WEF (2020), com base em dados de 20 economias (incluindo Brasil), de todos os novos empregos gerados nestes países, 1,38% serão relacionadas a Dados, Inteligência Artificial (IA), Engenharia de software e *Cloud Computing*, sendo que para 2022, esta proporção aumentará para 2,14%. Segundo a Brasscom (2019) o mercado brasileiro de TI em 2019 empregava 1,56 milhões de profissionais. A grande demanda por profissionais deste setor fica refletida em dados recentemente publicados pelo LinkedIn Brasil (2020)¹⁹ que representam o crescimento da demanda entre 2015 e 2019. Conforme esse relatório, os profissionais mais buscados no LinkedIn Brasil coincidem majoritariamente com os indicados pelos entrevistados (Figura 3).

Segundo estudo da Brasscom²⁰ (2019), com políticas públicas consistentes, existiria um incremento médio na demanda de 70 mil profissionais de TI por ano, até 2024.

A partir destes números de 2024, a taxa de incremento na demanda foi ajustada utilizando como *proxy* a taxa de crescimento de empregos esperada para a área de Serviços, conforme estudo da WRI (2020). No segundo quinquênio, esta taxa é de 7,8% no contexto de uma projeção conservadora. A Figura 4 apresenta a previsão de vagas de empregos para os próximos 10 anos neste setor.

18. Brasscom. Formação Educacional e Empregabilidade em TIC. 2020.

19. LinkedIn. Profissões Emergentes. 2020.

20. Brasscom. Formação Educacional e Empregabilidade em TIC. 2020.

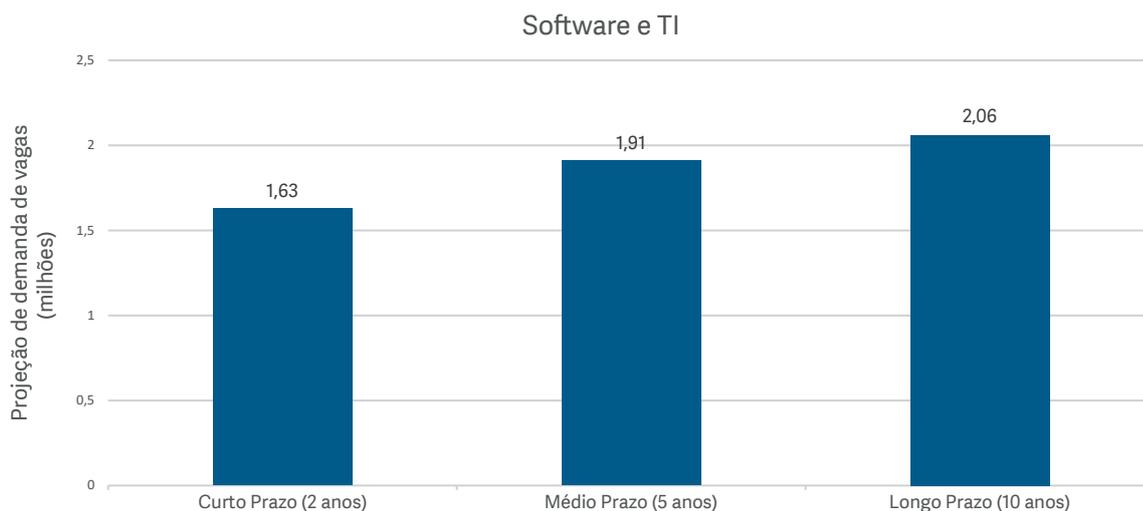


Figura 4. Previsão de empregos totais para o setor de Software e TI

Para uma análise mais aprofundada das demandas desse setor, foi realizado um recorte das três profissões de destaque (Figura 5), conforme apontado pelos entrevistados. Essas profissões são detalhadas a seguir.

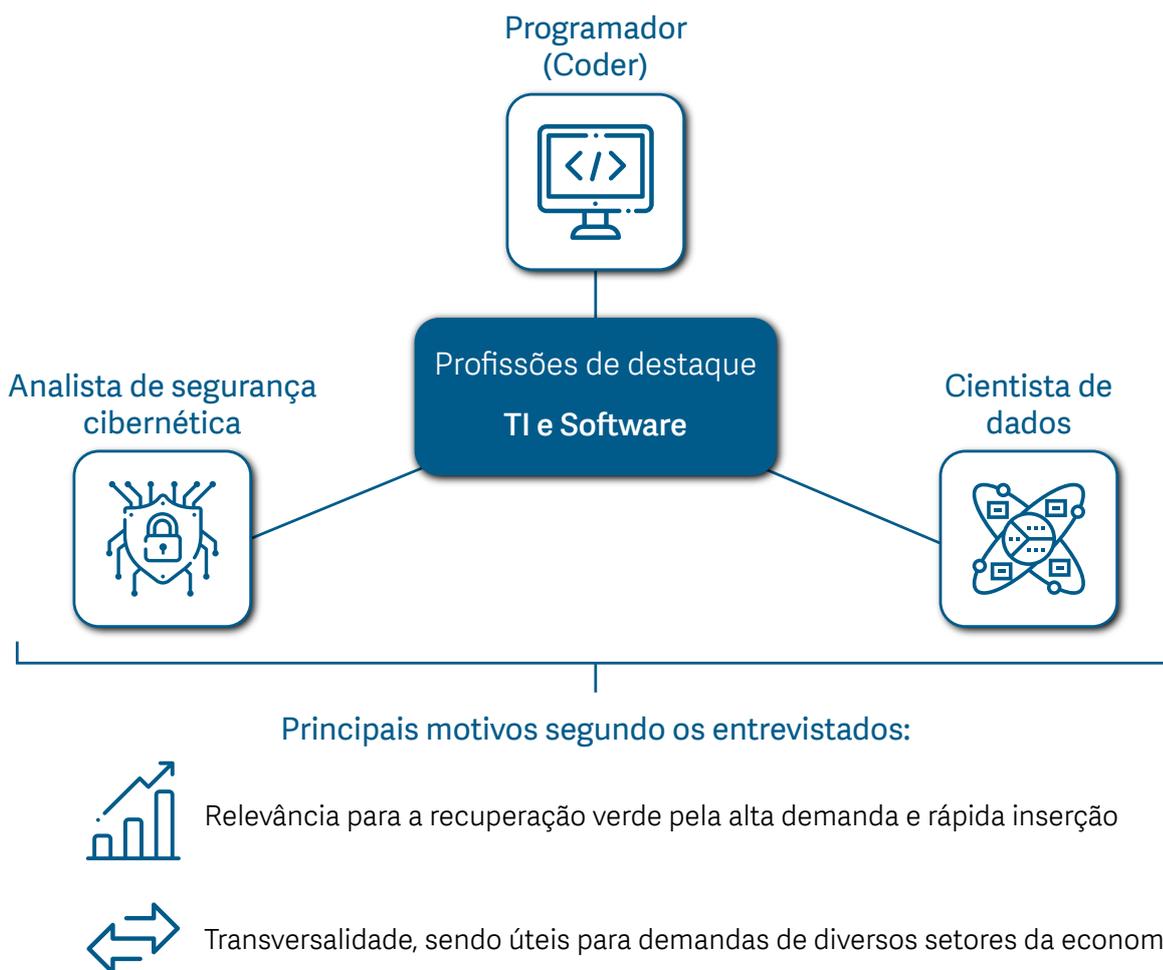


Figura 5. As três principais profissões emergentes no setor de Software e TI

4.2.1. PROGRAMADOR/ CODER

O programador (ou programador *full stack*) é uma das principais profissões de entrada no mercado de TI. Este profissional pode atuar em todas as etapas de desenvolvimento de um site ou aplicativo²¹. A profissão demanda uma formação mínima de 320 horas. Segundo a Brasscom, dos profissionais de TI necessários por ano, aproximadamente 27% referem-se a este perfil²².

“Dos profissionais de TI necessários por ano, aproximadamente 27% referem-se a este perfil iniciante.”

De acordo com o levantamento feito pela Brasscom (2019), o Brasil forma uma média de 46.000 profissionais de Software e TI por ano, destes, 14.700 correspondem ao profissional de entrada, que é o analista em desenvolvimento de sistemas. Com maior experiência, conhecimento de diversos tipos de linguagem de programação, frameworks e banco de dados, estes profissionais chegam ao cargo de ‘Engenheiro de Software’, com salários de R\$12 mil a R\$15 mil. Além de sua alta demanda no mercado, esta profissão é chave para a recuperação verde do Brasil já que tem o potencial de desenvolver profissionais que iniciam a carreira com salários de 2,5 mil a 4 mil reais, com apenas 6 meses de formação e sem necessidade de conhecimentos prévios.

“Esta profissão é chave para a recuperação verde, pois permite desenvolver profissionais em 6 meses que iniciam a carreira com salários de R\$2,5 mil a R\$4 mil.”

Ainda, conforme apontado pelos entrevistados, este mercado tem um grande potencial de expansão, já que hoje a falta de profissionais impede às empresas expandirem seus projetos. Com mais profissionais de base no mercado, as empresas brasileiras poderiam aumentar sua exportação de software, que hoje está em \$2 bi, enquanto a Índia já exporta \$136 bi (Entrevista Porto Digital).

A Figura 6 apresenta a previsão de demanda para este profissional nos diferentes horizontes de tempo. Porém, cabe destacar que, por ser uma profissão de entrada, este número pode ser maior, já que uma vez no mercado de trabalho, estes profissionais evoluirão para as profissões mais especializadas, como programador JavaScript – hoje em 8º lugar nas profissões mais demandadas no LinkedIn – desenvolvedores *front-end* e *back-end*, entre outros. Ainda, conforme apontado pelos entrevistados, é preciso analisar o local da oferta e da demanda. Por exemplo, foi apontado que programadores recém-formados de algumas regiões precisam se mudar para São Paulo, onde está a maior quantidade de ofertas de emprego. Porém, também foi mencionado o caso do Porto Digital em Recife, PE, onde a geração de mais profissionais de TI de qualidade atraiu mais empresas para a região. Finalmente, deve-se destacar que, com a pandemia da COVID-19, empresas demandantes de profissionais de TI flexibilizaram suas exigências de contratação, abrindo processos seletivos e vagas completamente remotas, o que solucionaria no médio e longo prazo o problema da localidade dos profissionais.

21. [Recode. 2016.](#)

22. Brasscom. Indicado como nível técnico e outras tecnologias no relatório da Brasscom. 2019.



Figura 6. Oferta atual e demanda acumulada de programador

“Com a pandemia, empresas demandantes de profissionais de TI flexibilizaram suas exigências de contratação, abrindo processos seletivos e vagas completamente remotas, o que solucionaria no médio e longo prazo o problema da localidade dos profissionais.”

Caminhos de formação em destaque

Foram analisados dois níveis de currículo formadores de profissionais programadores.

Primeiramente, a *Laboratoria*²³ é uma organização sem fins lucrativos que oferece um curso (denominado *bootcamp*) de 6 meses, exclusivo para mulheres e com foco em empregabilidade na área de programação. Nele, são desenvolvidas habilidades técnicas de programação como linguagem JavaScript, HTML, CSS, UX, entre outras. Também são desenvolvidas habilidades socioemocionais e profissionais, como autoaprendizagem, comunicação e trabalho em equipe. Durante os 6 meses, a aluna tem aula cinco vezes por semana, de segunda a sexta, entre 13h e 18h, de forma presencial. Para realizar o curso, a candidata deve ter ensino médio concluído e não é necessário nenhum conhecimento prévio de programação.

Exemplo: Um caso similar é o da *Recorde*, uma organização social voltada ao empoderamento digital entrevistada neste estudo, os alunos são geralmente jovens de 19 a 29 anos com ensino médio completo, de regiões carentes, com interesse pela matemática e programação, mas sem necessariamente conhecimentos prévios. Este aluno passa por uma formação intensiva de 320 horas ao longo de 5 meses, recebendo treinamentos não somente em conhecimentos técnicos, mas também em habilidades socioemocionais. Através de um processo de gestão de carreira, ao final do curso, a maioria destes profissionais são alocados no mercado de trabalho como programadores *full stack*.

Exemplo: Uma segunda opção de formação mais extensa é o técnico ou tecnólogo em desenvolvimento de sistemas. Neste caso foi analisado o nível técnico oferecido pelo SENAI já que tem uma carga horária mínima de 1000h. Pode-se observar que esta carga horária se divide de forma equilibrada em lógicas de programação e desenvolvimento de sistemas. Destaca-se uma unidade de comunicação oral e escrita (60h) que desenvolve capacidades não técnicas, necessárias para a melhor inserção do profissional no mercado. Porém, não são mencionadas explicitamente atividades para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais ou de gestão de projetos. Contudo, é possível que estas habilidades sejam desenvolvidas dentro das disciplinas através da didática empregada pelo professor. Assim, destaca-se a importância de alinhamento da forma de ensino por parte dos professores e não somente o conteúdo técnico.

23. [Laboratoria](#)

4.2.2. CIENTISTA DE DADOS

Os dados são considerados o fundamento da digitalização e do conhecimento. Este profissional é o responsável pelo processamento, análise, representação e interpretação de grandes volumes de dados gerados por pessoas ou equipamentos, buscando transformá-los em conhecimento (LinkedIn, 2020). Para isto, este profissional deve combinar conhecimentos de programação (e.g., linguagens Python e R) com técnicas estatísticas. Este profissional é chave para a recuperação verde devido ao aumento da eficiência promovida pela exploração dos dados e pela sua transversalidade, sendo que podem trabalhar em qualquer área que gere dados, seja na indústria, agricultura ou serviços. Porém, este profissional precisa ter conhecimentos do negócio e contexto suficientes para analisar os dados e, a partir deles, construir modelos, fazer experimentos e buscar insights para a melhor tomada de decisão (LinkedIn, 2020). Das 15 profissões com aumento exponencial de demanda no Brasil indicadas pelo LinkedIn (2020), o cientista de dados²⁴ aparece em quinto lugar.

“Das 15 profissões com aumento exponencial de demanda no Brasil indicadas pelo LinkedIn, o cientista de dados aparece em quinto lugar.”

Caminhos de formação em destaque

Existem vários caminhos e vários níveis de formação para estes profissionais. No caso dos profissionais *greenfield*, estes podem ser graduados em cursos como ciência da computação, engenharia da computação e matemática aplicada (LinkedIn, 2020). Estes graduados têm os conhecimentos de programação necessários e devem aprender técnicas estatísticas para criar os algoritmos para análise dos dados. Da mesma forma, graduados em estatística podem desenvolver os conhecimentos de programação necessários para a criação dos algoritmos. Assim, além da formação de base de quatro a cinco anos, essa profissão demanda uma formação extra de pós-graduação de dois anos. Ainda, em ambos os casos, a formação técnica complementar também pode vir de cursos disponibilizados de forma online por várias plataformas de ensino. Porém, o cientista de dados precisa também de conhecimentos do negócio no qual está inserida sua análise. Por isso, a pós-graduação é o caminho mais indicado para o profissional *greenfield*. Por exemplo, a ESPM em parceria com a IBM oferece um curso de pós-graduação em *big data* e inteligência de marketing²⁵ com um módulo técnico e dois módulos de gestão e marketing. Ainda, cabe destacar que recentemente surgiram umas poucas graduações específicas como, por exemplo, a graduação em Ciência de Dados e Inteligência Artificial oferecida pela FGV²⁶. Por outro lado, segundo os entrevistados, no caso dos *brownfield*, estes costumam ser profissionais graduados com amplo conhecimento dos processos e que podem aprender através de cursos de curta duração os conhecimentos para análise de dados, i.e., estatística e programação. Por exemplo, uma formação completa na plataforma de cursos online Alura²⁷, demanda 160 horas-aula, sem considerar as horas de atividades práticas. Assim, para cursos presenciais estes costumam ser oferecidos como pós-graduação lato sensu, devido à grande demanda de horas.



24. Denominado Engenheiro de Cibersegurança pelo LinkedIn. 2020.

25. [ESPM. Pós-Graduação em Big Data e Inteligência de Marketing.](#)

26. [FGV. Ciências de Dados e Inteligência Artificial.](#)

27. [Alura. Formação Data Science.](#)

Continuação...

Exemplo: Foi analisado o currículo do curso de especialização em ciência e dados e *big data* da Universidade PUC Minas. As disciplinas no mesmo são desdobradas em 4 módulos: visualização de dados, engenharia e processamento de dados, estatística e inteligência artificial. Analisando a complexidade e diferentes conceitos necessários para a formação do profissional, dificilmente todos estes conhecimentos poderiam ser inseridos em graduações já existentes de ciência da computação ou engenharia de computação. Assim, uma alternativa para a formação de profissionais de graduação nesta área, são os cursos de nível tecnólogo. Neste nível, foi analisado o primeiro curso de graduação específico em Ciência de Dados do Brasil, pertencente ao centro universitário metodista Izabela Hendrix de MG. Este curso conta com disciplinas nos campos de mineração de dados, estatística, *machine learning* e *big data*, assim como marketing e gestão de projetos.

A Figura 7 apresenta a previsão de demanda projetada para este profissional no curto, médio e longo prazo. Essa previsão baseia-se no estudo realizado pela Brasscom (2019), que aponta que dos profissionais de TI necessários anualmente, 9,7% correspondem a este profissional. Também, analisando os dados fornecidos pelo e-MEC, é possível observar que existem 25 cursos presenciais de especialização em ciência de dados, que oferecem 1.157 vagas. A estes se somam outros 25 cursos no formato EaD, que oferecem 15.000 vagas. Porém, é preciso tratar com o devido cuidado os números de vagas em EaD já que estes cursos chegam a ter taxas de evasão de até 50%, conforme indicado pelo censo de EAD 2018 realizado pela ABED²⁸ e, ainda, o número de vagas não indica número de matrículas. Assim, considerando percentuais médios de ocupação de vagas e conclusão de alunos matriculados, a Figura 7 apresenta a previsão de lacuna entre oferta atual e demanda para o curto, médio e longo prazo.



Figura 7. Oferta atual e demanda acumulada para o Cientista de Dados

“Um desafio enfrentado é que estes cursos chegam a ter taxas de evasão de até 50%, conforme indicado pelo censo de EAD 2018 realizado pela ABED.”

28. Associação Brasileira de Educação à Distância. Censo EaD. 2019.

4.2.3. ANALISTA DE SEGURANÇA CIBERNÉTICA

Uma vez que qualquer dispositivo conectado à internet é vulnerável a ataques cibernéticos, a segurança de dados na rede se tornou central para as empresas (LinkedIn, 2020). O Brasil atualmente ocupa o 70º lugar no índice de segurança cibernética da ITU e é a segunda nação mais afetada por ataques globais de *ransomware*. Somente em 2018, o país enfrentou aproximadamente US\$ 20 bilhões em perdas econômicas devido a ataques cibernéticos maliciosos (E-Ciber, 2020). Assim, a falta de segurança cibernética poderia prejudicar o investimento das organizações em tecnologias digitais e, conseqüentemente, limitar seu potencial para a recuperação verde. Das 15 profissões com aumento exponencial na demanda no Brasil indicadas pelo LinkedIn (2020), o analista de segurança cibernética²⁹ aparece em segundo lugar. Este profissional cria sistemas de segurança e monitora a infraestrutura de TI da organização para evitar intrusões e implementar processos e controles. Na análise da Brasscom (2019), este profissional de segurança significa 10,8% dos profissionais de TI necessários anualmente.

Figura 8 apresenta a previsão de demanda para este profissional nos diferentes horizontes temporais. Segundo a Cisco³⁰, os empregos de segurança cibernética estão crescendo três vezes mais rápido que os de TI em geral. Porém, segundo um estudo realizado pelo ISC (2019)³¹, diferente do perfil do programador, atualmente o profissional de segurança cibernética é apenas 12% do ensino médio, sendo o restante formado através de graduação ou pós-graduação. Estes profissionais trabalham em cargos como analista do centro de operações de segurança (SOC), agente de resposta a incidentes, analista de segurança, analista de vulnerabilidade, analista de inteligência contra ameaças, administrador de segurança³². Em todo o Brasil, apenas 10 cursos de pós-graduação presencial em segurança cibernética podem ser encontrados no sistema e-MEC, os quais disponibilizam 760 vagas. Adicionalmente, 10 cursos de pós-graduação EaD disponibilizam 8.035 vagas. Porém, assim como já foi explicado no caso de cientistas de dados, é preciso tratar com o devido cuidado os números de vagas em EaD já que estes cursos chegam a ter taxas de evasão de até 50%, conforme indicado pelo censo de EAD 2018 realizado pela ABED³³. Segundo estudo realizado pela Brasscom (2019), menos de 5% dos 46.000 profissionais formados anualmente na área de Software e TI, são profissionais de segurança cibernética. Assim, a partir da Figura 8 é possível observar uma lacuna de mais de 80% dos profissionais demandados hoje pela indústria. Se ações não forem tomadas, esta lacuna permanecerá no longo prazo.



Figura 8. Oferta atual e demanda acumulada para o Analista de segurança cibernética

- 29. Denominado Engenheiro de Cibersegurança pelo LinkedIn. 2020.
- 30. Cisco. Programa de CiberEducação Cisco Brasil.
- 31. IS2. Strategies for Building and Growing Strong Cybersecurity Teams. 2019.
- 32. Netacad. Cursos de Segurança Digital.
- 33. Associação Brasileira de Educação à Distância. Censo EaD. 2019.

Caminhos de formação em destaque

Um exemplo da formação em segurança cibernética é curso técnico oferecido pelo Inmetro³⁴ do Rio de Janeiro, com carga horária total de 1.147 horas em 4 semestres com aulas 5 dias por semana. Este curso forma profissionais em informática, com capacidade de investigação e resolução de problemas, aplicando conhecimentos específicos de Segurança Cibernética, bem como utilizando soluções inovadoras. Outro exemplo é o do curso oferecido pelos Institutos Federais no contexto do Programa CiberEducação Cisco Brasil³⁵. O Programa combina as oportunidades educacionais da Cisco Networking Academy e os esforços do Programa Brasil Digital e Inclusivo (BDI). O aluno iniciante, que pode ser do ensino médio ou graduação, precisa passar por um curso introdutório de 3 semanas (45h) em segurança cibernética. Os alunos com as melhores notas são selecionados para formação profissional nos certificados da Cisco CCNA³⁶ Security (70h), CyberOps Associate (70h) ou Network Security (70h), assim como formações complementares.

No nível avançado, segundo a ISC (2019), o profissional de segurança cibernética tem uma experiência de quatro anos em outras atividades de TI para depois se especializar através da prática na área de segurança cibernética durante cinco anos. Durante este tempo esse profissional realiza cursos e obtêm certificados que o acreditam como tal, sendo que em média possui quatro certificações. Neste nível existem cursos de pós-graduação seguidos por profissionais com formação predominante é em Ciências da Computação (40%), Engenharia (19%) e Administração (10%).

Exemplo: Um exemplo deste curso é o Curso de Especialização em Segurança Cibernética oferecido pelo instituto de Informática da UFRGS que aborda 360h em três módulos: redes de computadores, segurança de sistemas computacionais e segurança da informação.

“A Brasscom aponta que menos de 5% dos profissionais formados anualmente na área de Software e TI são profissionais de segurança cibernética. Por isso, existe uma lacuna de mais de 80% dos profissionais demandados.”

34. [Inmetro. Curso de Técnico em Segurança Cibernética.](#)

35. [IF Farroupilha. IFFar oferece oportunidades de capacitação em cibersegurança. 2020.](#)

36. CCNA: Cisco Certified Network Associate

5. INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO E SERVIÇOS PRODUTIVOS

5.1. IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO

Neste setor as principais tecnologias da digitalização são resumidas no modelo proposto por Frank et al. (2019)³⁷ apresentado na Figura 9. Primeiramente, o modelo apresenta as tecnologias base ou habilitadoras da Indústria 4.0, sendo estas a internet das coisas (IoT), a computação em nuvem (*cloud*), o *big data* e a inteligência artificial. Essas tecnologias quando combinadas com outras tecnologias já consolidadas ou emergentes permitem o desenvolvimento de soluções avançadas em quatro grandes áreas de aplicações industriais representadas nessa figura. Essas áreas de aplicação industrial são: a) manufatura inteligente (*smart manufacturing*) – que integra aspectos como robótica avançada, impressão 3D e tecnologias digitais para a fábrica; b) a cadeia de suprimentos inteligente e conectada (*smart supply chain*) – que considera plataformas de conectividade da fábrica com fornecedores e clientes; c) a oferta de produtos e serviços conectados (*smart products and services*) – que considera novos modelos de negócios, como o *Product-as-a-Service* ou serviços baseados na oferta de dados; e d) a utilização do trabalho suportado por tecnologias (*smart working*) para a oferta de serviços produtivos.

As principais tecnologias digitais para o setor de Transformação e Serviços Produtivos

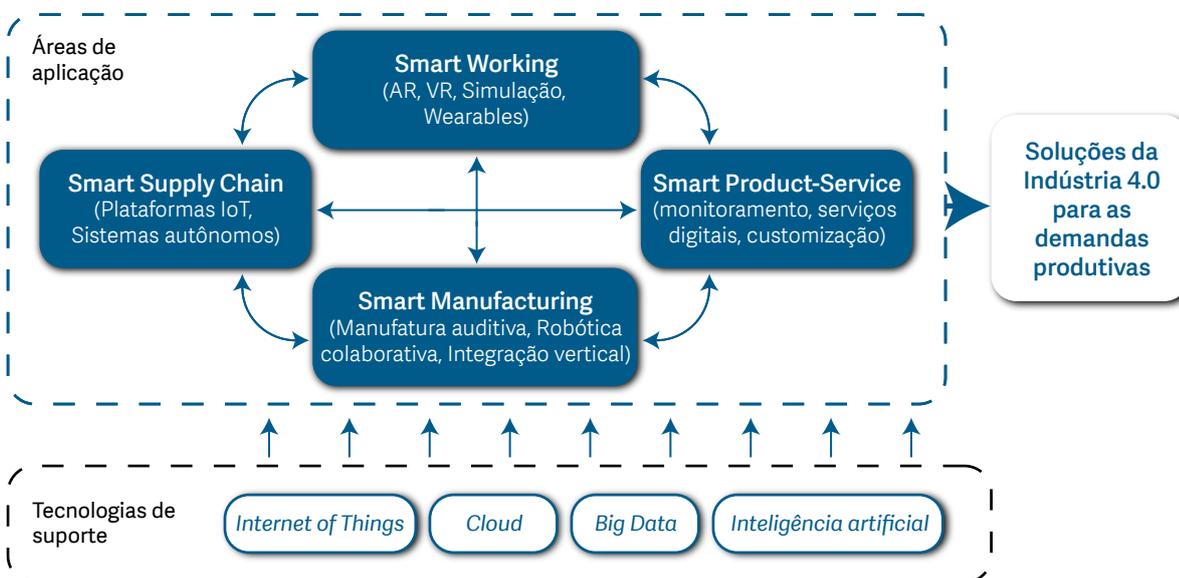


Figura 9. Os 4 Smarts da transformação digital no contexto da indústria de transformação e de serviços produtivos. Adaptado de Frank et al. (2019)

No aspecto econômico, iniciativas público-privadas como as da Embrapii, ABDI, Câmara da Indústria 4.0, entre outros, vêm promovendo investimentos para que o setor avance na transformação digital, com a expectativa de melhorar a competitividade industrial das empresas nacionais. Do lado dos serviços produtivos, a digitalização diminui os custos e riscos inerentes à operação

37. Frank, A.G.; Dalenogare, L.S.; Ayala, N.F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *Int. J. of Production Economics*.

dos produtos, permitindo que as empresas inovem em modelos de negócios mais sustentáveis e resilientes, orientados ao uso ou ao resultado (Tukker, 2004)³⁸. No *aspecto ambiental*, o consumo mais eficiente promovido pela digitalização permite reduzir a utilização de recursos e externalidades causadas por processos deficientes. Os serviços produtivos também possibilitam o uso mais intensivo dos produtos, favorecendo a economia circular. No *aspecto social*, a digitalização e suas tecnologias habilitadoras têm impacto direto na geração de empregos e renda. Por um lado, muitos processos manuais repetitivos estão sendo automatizados. Pelo outro lado, empregos com maior valor agregado têm aberto maiores oportunidades para os trabalhadores. Ainda, existe uma migração dos profissionais do chão de fábrica para os serviços produtivos, que, por sua natureza intangível, são maiores demandantes de trabalhadores de conhecimento distribuídos nos locais onde os serviços devem ser executados, favorecendo assim a distribuição geográfica de empregos qualificados.

“Existe uma migração dos profissionais do chão de fábrica para os serviços produtivos, que, por sua natureza intangível, são maiores demandantes de trabalhadores de conhecimento.”

Para que as oportunidades abertas pela digitalização sejam aproveitadas pela indústria de transformação, as pessoas têm um papel fundamental principalmente quando se remete ao nível de aceitação e aderência das tecnologias na sua jornada de trabalho. Neste contexto, conforme apontado pelos entrevistados, a pandemia da COVID-19 tem acelerado a digitalização das empresas de manufatura. A necessidade de trabalhar a distância da fábrica, obrigou muitas empresas a digitalizarem sua coleta de dados para que estes estejam disponíveis aos gestores de forma remota. Similarmente, a necessidade de distanciamento social tem acelerado as necessidades de automação de alguns processos repetitivos no chão de fábrica. Assim, de acordo com os entrevistados, uma mudança de cultura tem ocorrido e os funcionários passaram a compreender e aceitar melhor a necessidade das ferramentas e tecnologias digitais. Também, segundo os entrevistados, o avanço das tecnologias digitais e consequente dissociação da força aos trabalhos da indústria abre maiores oportunidades para as mulheres nos diferentes níveis hierárquicos, embora esta participação esteja ainda distante de ser equitativa.

“O avanço das tecnologias digitais e consequente dissociação da força aos trabalhos da indústria abre maiores oportunidades para as mulheres nos diferentes níveis hierárquicos.”

Porém, segundo pesquisa do MIT e o NEO-UFRGS³⁹, a digitalização demanda uma requalificação dos trabalhadores do setor, tanto no nível *greenfield* quanto *brownfield*. Segundo os entrevistados, por estarem no mercado há mais tempo, profissionais *brownfield* tendem a apresentar “barreiras mentais” para a utilização das tecnologias. Desse modo, o impacto neste público é consideravelmente grande, já que colaboradores que não conseguirem se adaptar às novas tecnologias serão considerados, em palavras dos entrevistados, “analfabetos industriais” na atual era da digitalização. Assim, para se manterem dentro do mercado, os profissionais *brownfield* precisam de um *upskilling* ou atualização. Este *upskilling* varia dependendo do nível de trabalho do funcionário, conforme apresentado na Figura 10.

38. Tukker, A. (2004). Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business strategy and the environment*, 13(4), 246-260.

39. MIT work of the future initiative (2020). *Relationship between technology adoption and work in Brazil*. (Relatório em elaboração)

“A pandemia da COVID-19 tem acelerado a digitalização das empresas de manufatura. A necessidade de trabalhar a distância da fábrica, obrigou muitas empresas a digitalizarem sua coleta de dados para que estes estejam disponíveis aos gestores de forma remota.”

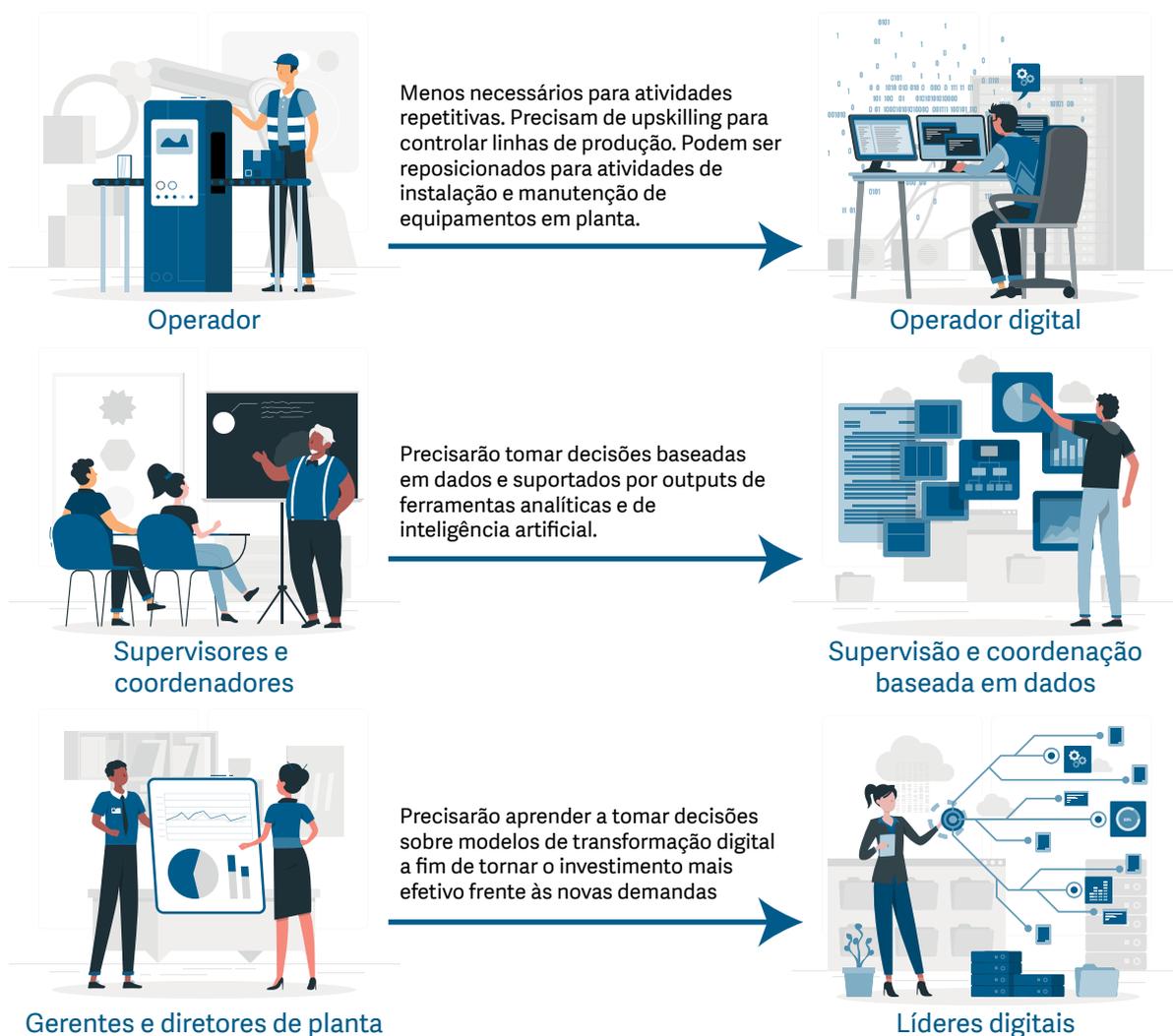


Figura 10. Infográfico – A visão dos entrevistados sobre o processo de transformação dos trabalhadores nas empresas de transformação

Por outro lado, os novos colaboradores (*greenfield*) precisam ser formados com as habilidades digitais e socioemocionais para se adaptar rapidamente ao seu trabalho nas empresas. Além do conhecimento técnico, os entrevistados apontam que estes funcionários precisam ser treinados em *softskills* como resolução de problemas, raciocínio lógico, trabalho em equipe, entre outros. Sem estas habilidades, funcionários *greenfield* não obterão características fundamentais para a tomada de decisão baseada em dados, como o pensamento criativo e crítico, resolução de problemas complexos e aprendizagem ativa. Com *softskills* desenvolvidas, os trabalhadores são mais propensos a ter capacidade de se adaptar conforme as mudanças decorrentes das transformações tecnológicas no mercado de trabalho⁴⁰, ou através da formação continuada fornecida pela própria empresa, em academias internas ou através de ajuda de custo em cursos de interesse.

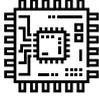
40. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*. *Technological forecasting and social change*, 114, 254-280.

No caso específico dos Serviços produtivos, os modelos de negócio servitizados demandam profissionais com novas competências que equilibrem capacidades técnicas e de serviço. Os sistemas que integram produtos, software e serviços também demandam profissionais transversais do setor de software e TI para fornecer conectividade aos equipamentos, e cientistas ou engenheiros de dados para o processamento de dados dos serviços. Ainda, especialistas em inteligência artificial (IA) são necessários para a otimização dos serviços, agilizando a tomada de decisão no *back-office*, mas também no *front-office* para atendimento primário a clientes através de *bots*. Outras tecnologias, como *smart glasses*, permitem que a empresa expanda sua capacidade de serviços de forma mais flexível com técnicos experientes suportando de forma remota técnicos inexperientes e diminuindo o tempo necessário para treinamento.

“Sem treinamento em softskills, os funcionários greenfield não obterão características fundamentais necessárias para a tomada de decisão baseada em dados.”

Assim, além dos aspectos de impacto da transformação digital nos trabalhadores, novas profissões emergem para fazer frente às necessidades da indústria de transformação e de serviços produtivos, conforme apresentado na Figuras 11. O Apêndice D detalha as características dessas profissões, destacando o tipo de atividade realizada e os principais requisitos delas.

As principais profissões emergentes no setor de Transformação e Serviços Produtivos

	Expert em digitalização industrial		Profissional de planejamento logístico		Engenheiro de exoesqueletos de propulsão
	Operador digital		Gestor de economia circular		Profissional de eletromobidade
	Programador de unidades eletrônicas		Profissional de manufatura aditiva		Mecânico especialista em telemetria
	Técnico em informática veicular		Técnico em eletromecânica		Especialista em serviços
	Gestor de trendsinnovation		Condutores de processos robotizados		



O que elas são e quais os requisitos de formação dessas profissões?
Confira na tabela complementar detalhada no **Apêndice D**

Figura 11. As principais profissões emergentes no setor de Transformação e Serviços Produtivos

5.2. DEMANDA DE FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

A indústria da transformação é responsável hoje por aproximadamente 11% do PIB (Morceiro e Guilhoto, 2019)⁴¹. Se a implantação de tecnologias digitais for bem sucedida, a indústria brasileira pode aumentar sua competitividade e aumentar sua capacidade de geração de valor. Porém, de forma conservadora, para fins desta pesquisa, será utilizada a proporção atual dos empregos, conforme números projetados pela WRI (2020). Do lado da geração de postos de trabalho, segundo o IBGE⁴², 97,6% dos empregos industriais do país são provenientes de indústria da transformação, portanto, este percentual foi utilizado para aproximar o número de empregos previsto para o setor até 2030, com base na projeção feita pela WRI (2020) (Figura 12).

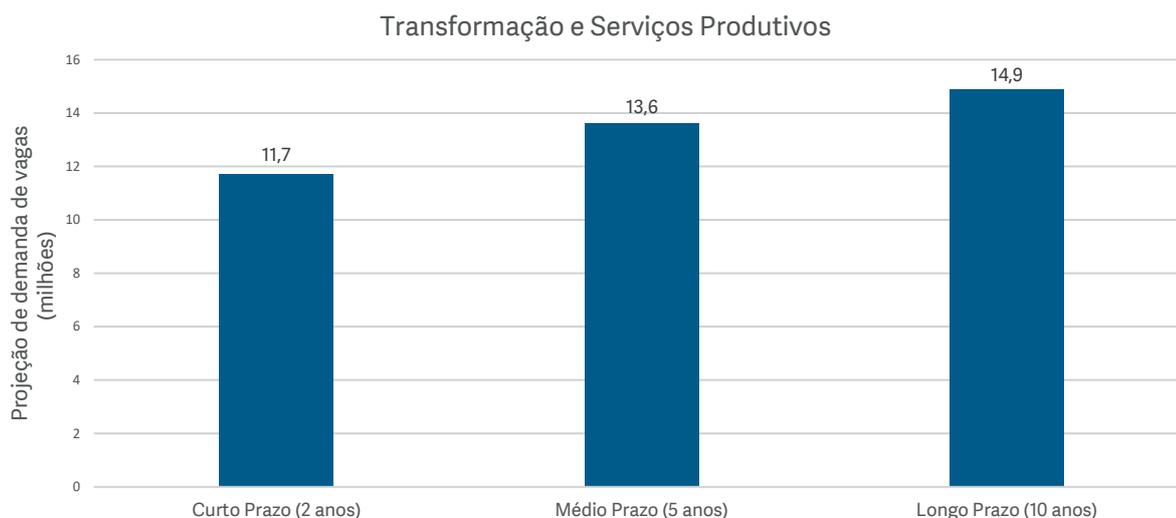


Figura 12. Previsão de empregos totais para o setor de Indústria de Transformação e Serviços Produtivos

Conforme já apontado, neste setor, a digitalização não somente significará em novos empregos, mas também causará a migração de escopo dos empregos atuais. De acordo com um estudo da Roland Berger (2016)⁴³, é esperado que de todos os empregos eliminados pelo aumento da produtividade derivada da Indústria 4.0, mais de 67% serão realocados na indústria em atividades relacionadas a serviços produtivos. Por isso, devem ser considerados os valores totais de emprego, dividindo o impacto em empregados *greenfield* e *brownfield*.

Para uma análise mais aprofundada das demandas desse setor, foi realizado um recorte das três profissões de destaque (Figura 13), conforme apontado pelos entrevistados. Essas profissões são detalhadas a seguir.

41. USP. Desindustrialização setorial e estagnação de longo prazo da manufatura brasileira. 2019.

42. Notícia Jornal Estadão. IBGE/PIA: Indústria de transformação perdeu 203,2 mil empregos entre 2009 e 2018. 2020.

43. Berger, R. (2016). The Industry 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model.

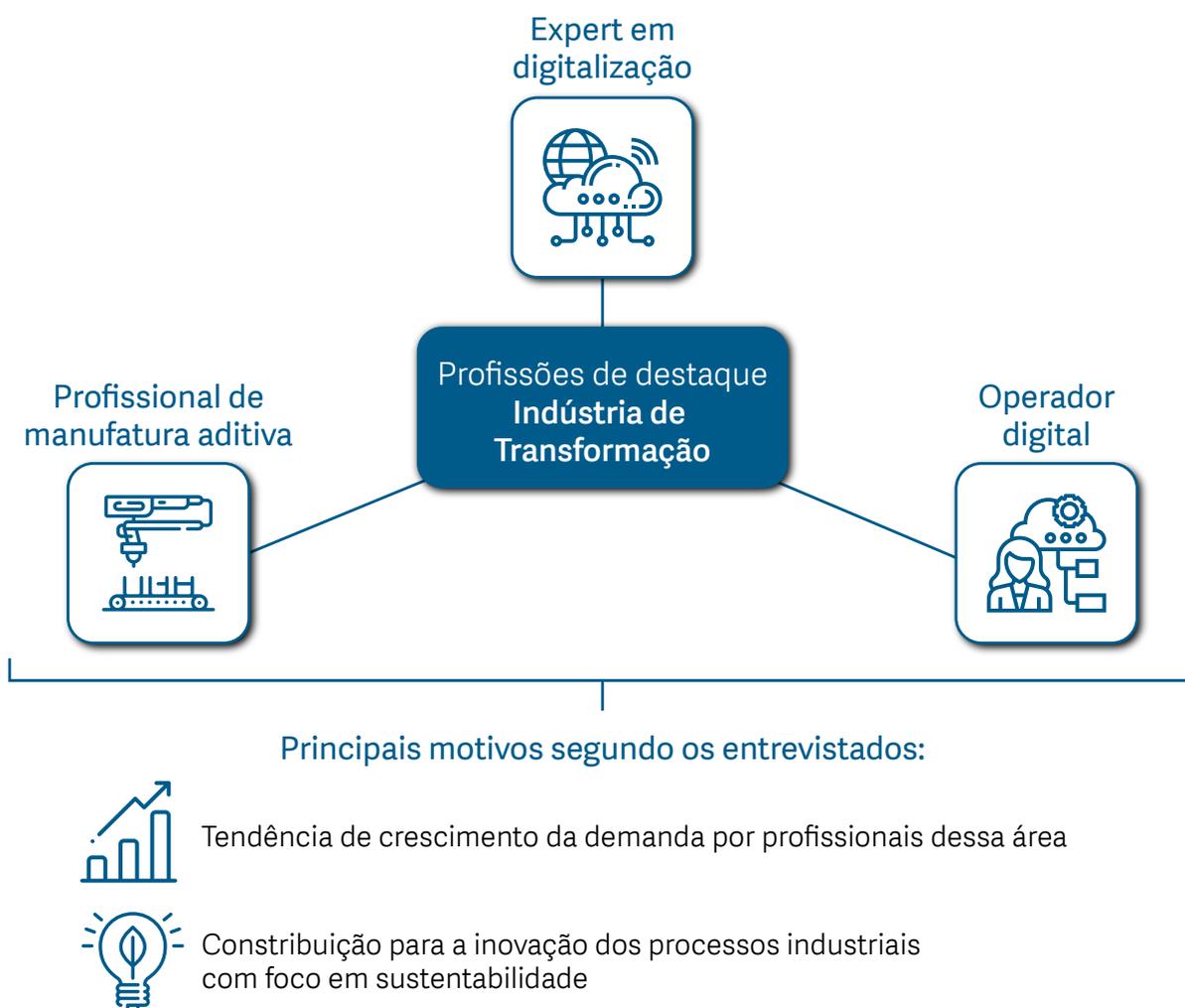


Figura 13. As três principais profissões emergentes no setor de Transformação e de Serviços Produtivos

5.2.1. EXPERT EM DIGITALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Hoje a maioria das empresas de manufatura que visam a transformação digital é dependente de empresas integradoras ou outros fornecedores de tecnologia para descobrir as oportunidades de digitalização, limitando as possibilidades de atuação. Dessa forma, a profissão do *expert em digitalização industrial* emerge como uma nova profissão para a indústria de transformação, mas que pode ser desenvolvido a partir de uma reformulação de cursos de capacitação atualmente existentes no meio industrial. A profissão de expert em digitalização Industrial ainda não está consolidada no Brasil, visto que apenas 23% das empresas possuem automação digital (CNI, 2019). Dessa forma, o expert em digitalização industrial terá uma demanda crescente nos próximos anos à medida que a automação digital avança. É essencial que o expert em digitalização industrial consiga direcionar a empresa para adoção de tecnologias para redução dos custos, aumento da produtividade e recuperação. Portanto, ele deverá direcionar a equipe interna ou externa para o objetivo digital que a empresa deseje alcançar. Também, é necessário que esse profissional tenha conhecimento dos processos da indústria de transformação, assim como de mapeamento, automatização e otimização de processos e a redução de custos. O expert em digitalização industrial também precisará ter conhecimentos relacionados à recuperação verde, com foco em aumentar a eficiência dos processos industriais, diminuindo as perdas e os custos de produção envolvidos. Dessa forma, como o profissional possui uma visão

do processo e das tecnologias que podem ser utilizadas na transformação digital, é possível reduzir os impactos ambientais gerados pela fábrica, realizando avaliações do ciclo de vida dos produtos produzidos. Com a avaliação de massa e de energia, é possível diminuir a emissão de gases efeito estufa e outros poluentes, a geração de resíduos e a perda de energia. Para isso, é importante o conhecimento da família ISO14040 sobre Avaliação do Ciclo de Vida e de seus impactos. As competências mencionadas levam a conclusão de que o profissional precisa ter uma visão sistêmica em relação à economia circular a fim de conseguir incorporar diversos conceitos como serviços ecossistêmicos, *ecodesign* e sustentabilidade 4.0 para desenvolver uma inovação sustentável.⁴⁴

Caminhos de formação em destaque

Para exercer o papel de expert em digitalização Industrial, o *greenfield* pode escolher uma carreira técnica ou de gestão e depois se aprimorar na especialização na sua lacuna de conhecimento. Enquanto um profissional *brownfield* pode se especializar em assuntos mais relacionados à transformação digital ou à área de gestão. Dependendo da base profissional antecedente do profissional, especializações em indústria 4.0 podem trazer uma nova visão da transformação digital para esses profissionais. Como os profissionais *brownfield* já têm alguma experiência em relação ao trabalho em equipe, algumas soft skills já foram desenvolvidas, porém necessitam de atualizações em relação a tecnologias que podem ser utilizadas na fábrica. Em relação ao *brownfield*, é possível dobrar o número de profissionais no médio prazo, porque é somente necessária a realização de uma especialização.

Um profissional *greenfield* pode começar sua formação em um curso tecnológico depois realizar uma especialização. Dessa forma, existe a formação de 400 profissionais por ano (e-MEC). É importante ressaltar que os profissionais em formação (*greenfields*) começarão a ingressar no mercado de trabalho no médio prazo, visto que eles precisaram realizar uma formação tecnológica mais uma especialização com ênfase em transformação industrial. Também, cursos de graduação podem ser reformulados para uma ênfase maior na transformação digital, a fim de formar profissionais graduados com este perfil, sem a necessidade posterior de uma especialização.

Exemplo: Como exemplo nesta formação, o Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção da UFRGS recentemente lançou um dos primeiros cursos de especialização em Indústria 4.0 e Transformação Digital do Brasil, que visa atender uma carência do mercado na integração entre aspectos técnicos e gerenciais da transformação digital no ambiente industrial. Essa especialização em Indústria 4.0 e Transformação Digital contempla disciplinas que englobam diversas áreas do conhecimento: investimentos e riscos; empreendedorismo; *lean manufacturing*; *machine learning* e *big data*; controle de qualidade; simulação; e sistemas produto-serviço digitais. Trata-se de um currículo bastante amplo que traz perspectivas para os profissionais na implementação da transformação digital em indústrias de transformação. Essa especialização ajuda ao expert em digitalização Industrial direcionar as melhores escolhas para implementação na sua fábrica.

Por outro lado, o curso de graduação dessa mesma instituição tem passado por uma recente reforma curricular no marco do programa CAPES/Fulbright para inovação nos cursos de engenharias (PMG). Essa reforma curricular que será implementada em 2021 considera a transformação digital como eixo norteador da nova formação do Engenheiro de Produção, formando assim um novo profissional orientado ao perfil do expert digital.

44. MAYA, M. H. Sustentabilidade 4.0. Artigo publicado na web em 14.10.2018. Disponível em <http://oestadoce.com.br/blog/mayaambiental/sustentabilidade-4-0/>. 2018.

Conforme estudo da CNI (2019), 65% dos estabelecimentos de médio e grande porte planejam sua digitalização até 2027, totalizando hoje 10.149 fábricas (FIESP, 2019). Assim, calcula-se que a demanda por *experts em digitalização industrial* em indústrias de transformação de médio e grande porte será de 7.200 profissionais até 2030. Para o desenvolvimento das estimativas apresentadas na Figura 14, utilizou-se a projeção feita pela WRI (2020) como base para aproximar o número de demanda expert em digitalização industrial até 2030 com base na taxa de crescimento da digitalização proposta nos relatórios da CNI (2019) e da CNI (2016).



Figura 14. Oferta atual e demanda acumulada de expert em digitalização Industrial

É desejável que profissionais *brownfield* preencham a curto prazo a oferta de trabalho, porque já possuem a formação necessária para as demandas da profissão. Conforme dados do CONFEA, existem hoje apenas 800 profissionais capazes de atender ao perfil no curto prazo. Portanto, atualmente as empresas são dependentes de fornecedores externos para sua digitalização. Conforme dados das plataformas Nilo Peçanha e e-MEC hoje são formados aproximadamente 400 profissionais *experts em digitalização industrial* por ano. Confrontando estes valores com os da demanda, construiu-se as projeções da oferta e da demanda da Figura 14. É possível observar que a curto prazo, para todos setores, há uma lacuna de 86%. Ou seja, é necessário aumentar a oferta de profissionais de forma expressiva. No longo prazo, mesmo sendo a taxa de crescimento de formados nos cursos já existentes maior do que a taxa de aumento de demanda, a lacuna persiste, chegando a 44%. Dessa forma, percebe-se que a oferta de profissionais precisa aumentar significativamente para atender as demandas imediatas previstas, sendo o curto prazo o mais desafiador para esta profissão.

5.2.2. OPERADOR DIGITAL

A fim de que a transformação digital seja aplicada no chão de fábrica, é importante o desenvolvimento do profissional denominado operador digital. O profissional é responsável pela análise de informação de operação das linhas de produção. Conforme entrevistas, é importante que ele tenha conhecimento em interpretação das informações fornecidas pelas máquinas e uso de ferramentas digitais, visto que muitos profissionais *brownfield*, ou seja, operadores tradicionais, ainda não têm essa capacidade. Além disso, o operador digital é responsável pela gestão de tempo, gestão de administração da linha e precisa ter autonomia e proatividade para a resolução de problemas. Como o operador digital atua no chão de fábrica, ele pode atuar em melhorias no sistema produtivo, aumentando sua eficiência com o uso de indicadores de desempenho. Esse profissional pode atuar também no gerenciamento de recursos, diminuição do uso de recursos não renováveis e reuso de água.

Caminhos de formação em destaque

Profissionais *brownfield* já atuam na linha de produção. Logo, com um curso de operador digital presencial com informática básica e novas tecnologias para operação digital de aproximadamente 160h é possível formar esse novo operador digital. Segundo os entrevistados, compatibilizando com os horários laborais, esta formação pode ser efetuada em 6 meses. Para o desenvolvimento dos dois profissionais, é importante o conhecimento em relação às dimensões da sustentabilidade: social, ambiental e econômica. Por exemplo, em relação aos aspectos econômicos e ambientais, a energia é o segundo maior custo de produção em algumas fábricas⁴⁵, sendo importante que o operador digital aprenda indicadores relacionados à eficiência dos recursos e analise se uma máquina está sendo ineficiente para que medidas possam ser tomadas a fim de evitar desperdícios, aumentar a eficiência e reduzir o consumo⁴⁶.

Profissionais do *greenfield* já nasceram na era da tecnologia, logo possuem uma facilidade para aprender em relação à tecnologia pois estão inseridos na nova era. Dessa forma, eles conseguem se adaptar a uma máquina touchscreen, e a digitalização é um fator atrativo para esses jovens. Neste caso, o operador digital pode começar sua carreira realizando um curso técnico concomitante ou não com ensino médio. Os cursos técnicos, conforme Plataforma Nilo Peçanha do MEC, que mais alinham-se ao seu perfil são o técnico em automação industrial. O curso possui quase 10 mil matrículas e mais de 450 mil vagas.

Exemplo: Não existe atualmente um curso de curta duração para o operador digital, embora já existam iniciativas para transformar cursos técnicos na área de manufatura para um perfil mais similar a este (por ex. SENAI). O exemplo atual mais próximo é o técnico em automação industrial. Neste caso, um exemplo de currículo é o curso Técnico em Automação Industrial do Instituto Federal do Ceará, que possui nota máxima no MEC. Mais de 72% das disciplinas tem caráter prático, o que é importante para o desenvolvimento de um operador digital, visto que ele poderá operar diferentes modelos de máquinas. As disciplinas apresentam predominantemente um caráter técnico, há uma oportunidade de melhoria no desenvolvimento de disciplinas de gestão e de desenvolvimento de *softskills*, por exemplo, a disciplina de gestão e empreendedorismo, visto que o profissional precisará no desempenho de suas atividades: gerenciar equipe, gerenciar manutenção, gerenciar alterações são exemplos. Além disso, disciplinas com foco no desenvolvimento sustentável e na transformação digital que estão alinhadas com a recuperação verde poderão ser incluídas no currículo, para que o profissional tenha uma base nesses dois aspectos. Esses aspectos podem servir como inspiração para reformas curriculares em outros cursos com esse perfil no país.

No Mapa do Trabalho Industrial do SENAI⁴⁷ e no Perfil da Indústria Brasileira⁴⁸, há diferentes tipos de operadores (por exemplo, preparadores e operadores de máquinas-ferramenta convencionais e operadores de máquinas de usinagem CNC) que atuarão em diferentes áreas, considerando que 68% dos empregos das indústrias de transformação são em empresas de médio e grande porte, o total de operadores digitais será de aproximadamente 583.000 até 2030. No curto prazo, são precisos 345.000 operadores digitais. Assim, a Figura 15 apresenta a demanda esperada deste profissional no futuro, considerando a taxa de implantação de manufatura digital projetada pela CNI (2016; 2019). Além disso, com base nos dados do CONFEA e da plataforma Nilo Peçanha, a estimativa é que atualmente haja cerca de 39.400 operadores digitais. Com uma taxa de crescimento de 2.700 profissionais/ano dada pela oferta atual, espera-se que, em 2030, a oferta

45. Fatorachian, Hajar; Kazemi, Hadi. A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalization framework. *Production Planning & Control*, v. 29, n. 8, p. 633-644, 2018.

46. [Notícia A Voz da Indústria. Sustentabilidade na indústria: estratégias para crescer. 2019.](#)

47. [Mapa do Trabalho Industrial. Profissões ligadas à tecnologia terão alto crescimento até 2023, aponta SENAI. 2019](#)

48. [Perfil da Indústria Brasileira – Indústria de Transformação. 2020.](#)

acumulada seja de 250 mil profissionais. A lacuna entre oferta e demanda apresenta o perfil de profissionais com déficits em conhecimentos e habilidades na área digital. A lacuna no curto prazo demonstra que faltam 89%. No médio prazo, 74% da demanda fica a descoberto, o que indica que a demanda está crescendo mais que a oferta de profissionais. Mesmo se reduzindo no longo prazo, a lacuna continua alta.



Figura 15. Oferta e demanda acumulada de operador digital

5.2.3. PROFISSIONAL DE MANUFATURA ADITIVA

O profissional da manufatura aditiva é um especialista em impressão 3D. Ele é capaz de fabricar tudo que é necessário com o auxílio da evolução tecnológica, principalmente tecnologias da manufatura aditiva (Inova, 2015). A manufatura aditiva é capaz de produzir partes do processo produtivo sob demanda ou, até mesmo, a construção de casas como modelo de negócios já adotado por *startups* chinesas (Exsto, 2020). Atualmente, conforme a PwC (2020), o uso da impressora 3D abrange 18% das aplicações industriais, mas em breve o valor pode chegar a alcançar 37% das aplicações industriais, conforme apontado por esse estudo. Para desenvolver todos os projetos, o profissional precisa de conhecimento em tecnologias 3D, materiais para impressão, modelagem 3D e trabalho em equipe (Inova, 2015). O uso de impressão 3D também está relacionado à gestão de resíduos, pois, se a modelagem e a impressão conseguirem evitar desperdícios ou utilizar materiais reciclados, pode diminuir o impacto ambiental da fabricação das peças e pode diminuir a demanda de energia necessária.

“A impressão 3D contribui para a gestão de resíduos, evitando desperdícios e utilizando materiais reciclados. O profissional de manufatura aditiva precisa ter um conhecimento profundo sobre os materiais utilizados.”

Caminhos de formação em destaque

Atualmente, não existem cursos específicos para formar este tipo de profissional no país, mas outros cursos já existentes podem absorver estas competências dentro do seu programa de formação dando mais ênfase ao tema. O profissional de manufatura aditiva pode começar sua carreira realizando um curso técnico de mecânica ou mecatrônica, onde pode aprender sobre modelagem 3D com uso de ferramentas como Autocad, Solidworks e outros softwares. Diversos profissionais podem atuar na área da manufatura aditiva. Profissionais do *greenfield* podem realizar cursos técnicos na área de mecânica e mecatrônica para desenvolverem conhecimento de modelagem 3D. Além disso, eles podem procurar oportunidades práticas com *startups* des-

Continuação...

sa área ou em uma indústria que utilize manufatura aditiva; outra opção é iniciar um bolsa de pesquisa em uma área que envolva a impressão 3D e parcerias com empresas de grande porte (Entrevista Instituto Federal, 2020). A prática e conhecimento tácito são fundamentais para a área de manufatura aditiva, porque a impressão 3D envolve diversos fatores: tipo de máquina, tipo de filamento, tempo de impressão, temperatura, espessura do material são alguns exemplos. Considerando o *brownfield*, como os cursos técnicos e graduações já possuem uma base em modelagem 3D, uma estratégia seria adotar cursos de capacitação de curta duração sobre impressão 3D cujo foco pode ser em materiais, tecnologias e técnicas utilizados e os detalhes de cada impressão. Além de ter esses conhecimentos, é importante que ambos os profissionais tenham entendimento sobre o consumo e produção responsáveis. No médio prazo, cursos de base como os citados acima podem adaptar seus conteúdos para dar mais ênfase a esta forma de produção, que apresenta características diferentes aos processos de produção convencionais.

A manufatura aditiva vem sendo utilizada em indústrias de transformação de médio e grande porte. As fábricas de médio e grande porte correspondem a 3% dos estabelecimentos de indústria de transformação e somam 10.149 estabelecimentos de indústria de transformação (FIESP, 2019). Além disso, empresas estimam adotar a impressora 3D em 49% para 2022 no Brasil (WEF, 2018) com uma taxa de crescimento de 6,29%/ano, é estimado que serão necessários 11.000 profissionais de manufatura aditiva até 2030. A demanda de profissionais é puxada, principalmente, pela presença do setor de pesquisa e desenvolvimento nas indústrias de transformação de médio e grande porte além da diminuição do custo de aquisição de impressoras 3D, o que possibilita a aquisição dos equipamentos. Ademais, a modelagem 3D já é disciplina obrigatória em diversos cursos técnicos e de graduação, por isso os profissionais já possuem o conhecimento básico no assunto. A Figura 16 apresenta as projeções com base no estudo da WRI (2020) e o percentual de uso de impressora 3D considerando informações dos relatórios da CNI (2016) e da WEF (2020). Para o longo prazo, é possível que sejam necessários quase 11 mil profissionais de manufatura aditiva. Além disso, com base nos dados do CONFEA e da plataforma Nilo Peçanha, atualmente, estão disponíveis cerca de 850 trabalhadores que podem atender esta atividade. Espera-se que, em 2030, a oferta acumulada seja de aproximadamente 2.700 profissionais. A lacuna no curto prazo é de 72%. No médio prazo, a lacuna é de 75%, mantendo-se constante para o longo prazo. forma, há oportunidades de melhoria em relação aos profissionais de manufatura aditiva, pois a lacuna é superior a 70%. A Figura 16 sumariza os resultados dos *gaps*.



Figura 16. Oferta atual e demanda acumulada do profissional de manufatura aditiva

"As lacunas de profissionais de manufatura aditiva se mantêm constantes e acentuadas no curto, médio e longo prazo. A especialidade deste profissional cria grandes desafios para uma oferta de formação aderente com a demanda futura."



6. AGRICULTURA

6.1. IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO

A digitalização na agricultura também tem forte influência no desenvolvimento da sustentabilidade. No *aspecto econômico*, a agricultura representa uma proporção importante no PIB (21,4% em 2019), sendo o Brasil um dos maiores exportadores de grãos no mundo. Mesmo com a pandemia da COVID-19, o PIB do setor teve crescimento em 2020^{49,50}. Além disso, a agricultura tem um forte impacto no emprego do país, pois 77% dos estabelecimentos agrícolas do país correspondem à agricultura familiar, empregando cerca de 10 milhões de pessoas⁵¹. A digitalização do setor através da agricultura de precisão possibilita o aumento do rendimento do solo e, portanto, maiores colheitas. Também, permite que a agricultura familiar se profissionalize, por exemplo criando novos canais de acesso aos mercados consumidores e auxiliando no acesso à informação necessária para a gestão do empreendimento. Referente ao *aspecto ambiental*, dados coletados, transmitidos e processados em tempo real melhoram a produtividade e a sustentabilidade nos grandes cultivos, otimizando o uso de agrotóxicos e diminuindo o consumo de tempo e recursos, de acordo com os entrevistados. Por outro lado, a agricultura familiar está alinhada com vários aspectos dos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU, tendo um grande potencial de aplicação de práticas sustentáveis para a produção agrícola visando a conservação da biodiversidade e uma alimentação orgânica e saudável (EMBRAPA, 2019⁵²). Finalmente, no *aspecto social*, o agronegócio representa um dos maiores empregadores do país, sendo responsável direta e indiretamente por um em cada três empregos (WRI, 2020). A digitalização pode atuar como um vínculo social, viabilizando a permanência de pequenos agricultores em áreas remota, evitando o êxodo às grandes cidades, especialmente das novas gerações mais vinculadas com as tecnologias digitais. Por isso, a agricultura familiar pode ser beneficiada com a digitalização, uma vez que o contexto de maior utilização tecnológica pode se tornar mais atraente para o jovem do campo.

“A digitalização pode atuar como um vínculo social, viabilizando a permanência de pequenos agricultores em áreas remota, evitando o êxodo às grandes cidades, especialmente das novas gerações mais vinculadas com as tecnologias digitais.”

De acordo com os entrevistados, a utilização de ferramentas digitais na agricultura pode ser dividida em três estágios: (i) Pré-produção, para pesquisa e compra de insumos e na previsão do clima; (ii) Produção, focadas na agricultura de precisão que otimiza recursos e barateia custos produtivos; e (iii) Pós-produção, para venda dos produtos (maior contato com consumidor final) e rastreabilidade da produção. Neste contexto, grandes produtores têm acesso e capacidade financeira para implementar estas tecnologias de forma muito rápida, quando comparado com outros setores industriais. Isto se deve a que muitos dos elementos tecnológicos da agricultura de precisão estão embarcados nos maquinários utilizados para o cultivo e coleta. Já para pequenos produtores o cenário é outro, pois a maioria encontra dificuldades de acesso às tecnologias avançadas devido aos recursos financeiros limitados e à falta de acesso a mão de obra ou ser-

49. Bain & Company (2020) - COVID-19 Fact base and potential implications for Brazil

50. G1, Único setor em alta no PIB do 1º trimestre, agronegócio precisa resistir a impacto da queda na indústria. 2020.

51. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura Familiar. / Acesso em 15/08/2020

52. EMBRAPA (2019) - Pesquisa e Agricultura Familiar: Intercâmbio de Ações e Conhecimentos para Transferência Tecnológica na Amazônia

viços especializados. Assim, normalmente este tipo de produtor utiliza ferramentas digitais nas fases de pré- e pós-produção. Por exemplo, o produtor pode utilizar aplicativos de clima com informações especializadas de zoneamento agrícola de risco climático⁵³ para planejar sua lavoura ou plataformas comerciais como *marketplaces*⁵⁴ para escoar sua produção. Durante a pandemia da COVID-19, muitos agricultores se viram privados das feiras onde normalmente escoam sua produção e alguns deles conseguiram se adaptar à situação através da utilização de canais digitais, como Instagram⁵⁵ e páginas web⁵⁶. A Figura 17 apresenta as principais tecnologias digitais emergentes no setor da Agricultura conforme os entrevistados.



Drones

Os drones comportam um sistema de computador, um GPS e uma câmera, sendo capazes de fazer sobrevoos precisos para mapear grandes propriedades controlados remotamente do chão. Pequenos produtores vêm tendo mais acesso a essa tecnologia por meio de ofertas servitizadas (modelos *leasing*).



Piloto automático

O GPS atua junto com outras tecnologias para automatizar o direcionamento de máquinas agrícolas na lavoura durante sua operação. Esses veículos autônomos trazem grandes impactos positivos para a agricultura. Esta automação contribui para uma precisão maior quando defensivos para controle de pragas são aplicados, reduzindo significativamente falhas de aplicações, desperdícios e sobreposições.



Telemetria

Os dados do GPS permitem que produtores, pesquisadores, e consultores agrícolas consigam delimitar espaços da propriedade para analisar e tratar infestações de pragas, insetos e plantas daninhas, bem como avaliar as condições do solo.



Pulverização

Com os mesmos dados coletados sobre locais onde pragas se instalaram é possível guiar de modo automático a aplicação de defensivos, seja por veículos terrestres, seja por aeronaves agrícolas. Existem sensores de altura que podem avaliar a topografia da propriedade para ajustar as barras de pulverização ao longo da aplicação. Dessa forma, a operação fica mais autônoma.



Sensores

Uma série de sensores detecta o ambiente em que estão instalados para coletar dados relativos à temperatura, umidade, condições de irrigação, entre outros. Existem dispositivos com câmeras que emitem raios infravermelhos para analisar a saúde da planta e obter informações sobre seu estágio de desenvolvimento, por exemplo.

Figura 17. Infográfico – A visão dos entrevistados sobre principais tecnologias emergentes na Agricultura

53. [Plantio certo](#) é um exemplo de aplicativo que disponibiliza informações oficiais do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc)

54. [iRoots](#) é um exemplo de *marketplace* que comercializa produtos de pequenos agricultores

55. [Feira Agricultores Ecologistas](#).

56. [Juntos Eco](#).

Com respeito à formação de profissionais, segundo os entrevistados, existe um grande distanciamento entre a formação acadêmica e a necessidade no campo de forma geral, devido à grande velocidade de evolução das tecnologias digitais. Como um entrevistado afirmou: “se antes quem não desejava estudar ficava trabalhando no campo, hoje isto se inverteu: somente quem estuda, consegue ficar”.

A digitalização está ampliando as oportunidades de emprego, porém para profissionais mais qualificados. Profissionais nesta área precisam de conhecimentos para utilização dos softwares existentes para o processamento de todas as informações da propriedade e tomada de decisão, mas com constante atualização, já que os programas e equipamentos ficam rapidamente defasados. Por outro lado, pequenos produtores agricultores com idade acima de 50 anos encontram naturalmente muita dificuldade em acessar o mundo digital e precisam de pessoas próximas a eles para ajudar na digitalização. Assim, jovens ligados a estes, normalmente seus filhos, precisam ser treinados em ferramentas de informática e de marketing digital para aproveitarem as oportunidades para os negócios da família. Assim, profissionais rurais de ensino médio, normalmente formados em escolas da família rural (EFA) e cursos técnicos agropecuários precisam, além dos aspectos técnicos para administração do campo, ser treinados em ferramentas informáticas e de marketing digital.

“Se antes quem não desejava estudar ficava trabalhando no campo, hoje isto se inverteu: somente quem estuda, consegue ficar.” (Expert entrevistado).

De forma geral, várias profissões surgem no setor com o potencial de serem as portadoras do conhecimento necessário para a digitalização do campo, conforme apresentado na Figura 18. O Apêndice D detalha as características dessas profissões, destacando o tipo de atividade realizada e os principais requisitos delas.

As principais profissões emergentes no setor de Agricultura



O que elas são e quais os requisitos de formação dessas profissões?
Confira na tabela complementar detalhada no Apêndice D

Figura 18. As principais profissões emergentes no setor de Agricultura

6.2. DEMANDA DE FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

Conforme apontado pela WRI (2020), a agricultura no Brasil é responsável direta e indiretamente por um em cada três empregos. Ainda, o PIB do agronegócio cresceu 3,81% em 2019, na comparação com o ano anterior, e representou 21,4% do PIB total do país no ano⁵⁷. De acordo com o IPEA⁵⁸, a agricultura tem um crescimento previsto para 2020 de 1,9%, que ficou blindado da crise provocada pela COVID-19. No prazo de 10 anos, a produtividade brasileira no setor de grãos deverá crescer em média 3% ao ano, resultando em um aumento de produtividade de 26,8% e de área de 15,3%, de acordo com dados da CONAB⁵⁹. Este fator, portanto, significará em um aumento na demanda de profissionais na área de agricultura de precisão. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada⁶⁰, 18,3 milhões de pessoas trabalhavam no agronegócio brasileiro em 2019. As projeções e os salários têm motivado trabalhadores a migrarem para o setor rural. Por outro lado, a agricultura familiar é um dos principais setores que fomentam o crescimento econômico do Brasil. Dados recentes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento apontam que existem 4,4 milhões de famílias agricultoras no país, o que faz com que o cultivo de alimentos em pequena escala seja responsável pela produção de metade do que é consumido por brasileiros⁶¹. Assim, a agricultura familiar emprega cerca de 10 milhões de pessoas, das 15,1 milhões que trabalha no setor agropecuário brasileiro, segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE⁶². Ainda, de acordo com este Censo, a agricultura familiar é considerada a atividade principal da economia de municípios com até 20 mil habitantes, além de ser fonte de renda para 40% da população brasileira⁶³. Adicionalmente, o censo apontou que 77% dos estabelecimentos agrícolas do país são classificados como da agricultura familiar⁶⁴. Assim, a Figura 19 apresenta os empregos gerados pela agricultura, seguindo as expectativas de variação de empregos apresentada pela WRI (2020).

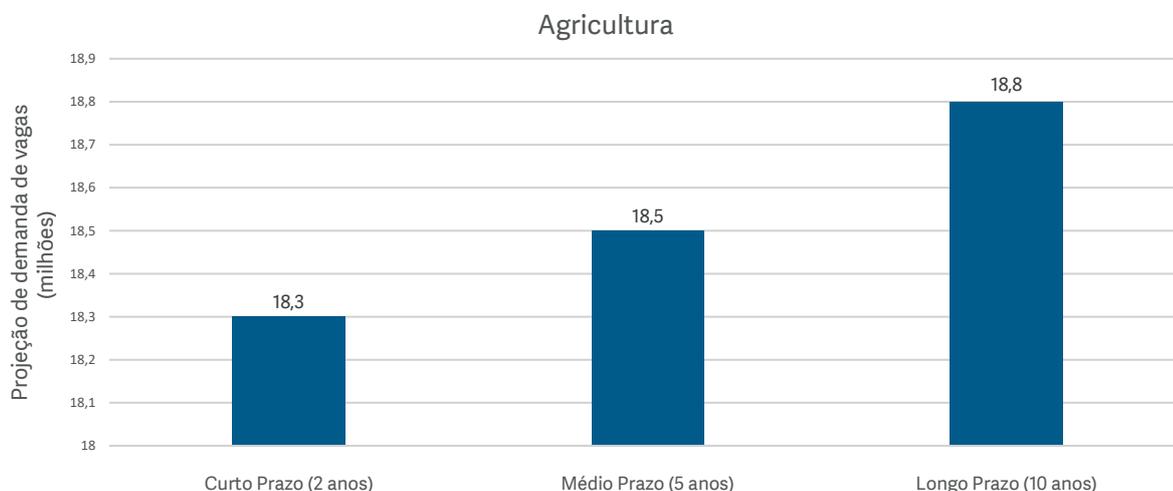


Figura 19. Previsão de empregos totais para o setor de Agricultura

57. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) e da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (Fealq) – [Link](#)

58. IPEA. [Revisão da previsão de crescimento do PIB agropecuário brasileiro em 2020. 2020.](#)

59. CGEA/DCEE/SPA/Mapa e SIRE/Embrapa com dados da CONA. [Projeções do Agronegócio. 2019.](#)

60. [G1. Agronegócio tem contribuído para gerar empregos por causa das supersafras. 2019.](#)

61. [Revista Cultivar. Agricultura familiar movimenta a economia no país. 2019.](#)

62. [Nexo Jornal. Como a pandemia causa um estrago na agricultura familiar. 2019.](#)

63. [Revista Cultivar. Agricultura familiar movimenta a economia no país. 2019.](#)

64. [Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura Familiar. 2020.](#)

Para uma análise mais aprofundada das demandas desse setor, foi realizado um recorte das três profissões de destaque (Figura 20), conforme apontado pelos entrevistados. Essas profissões são detalhadas a seguir.

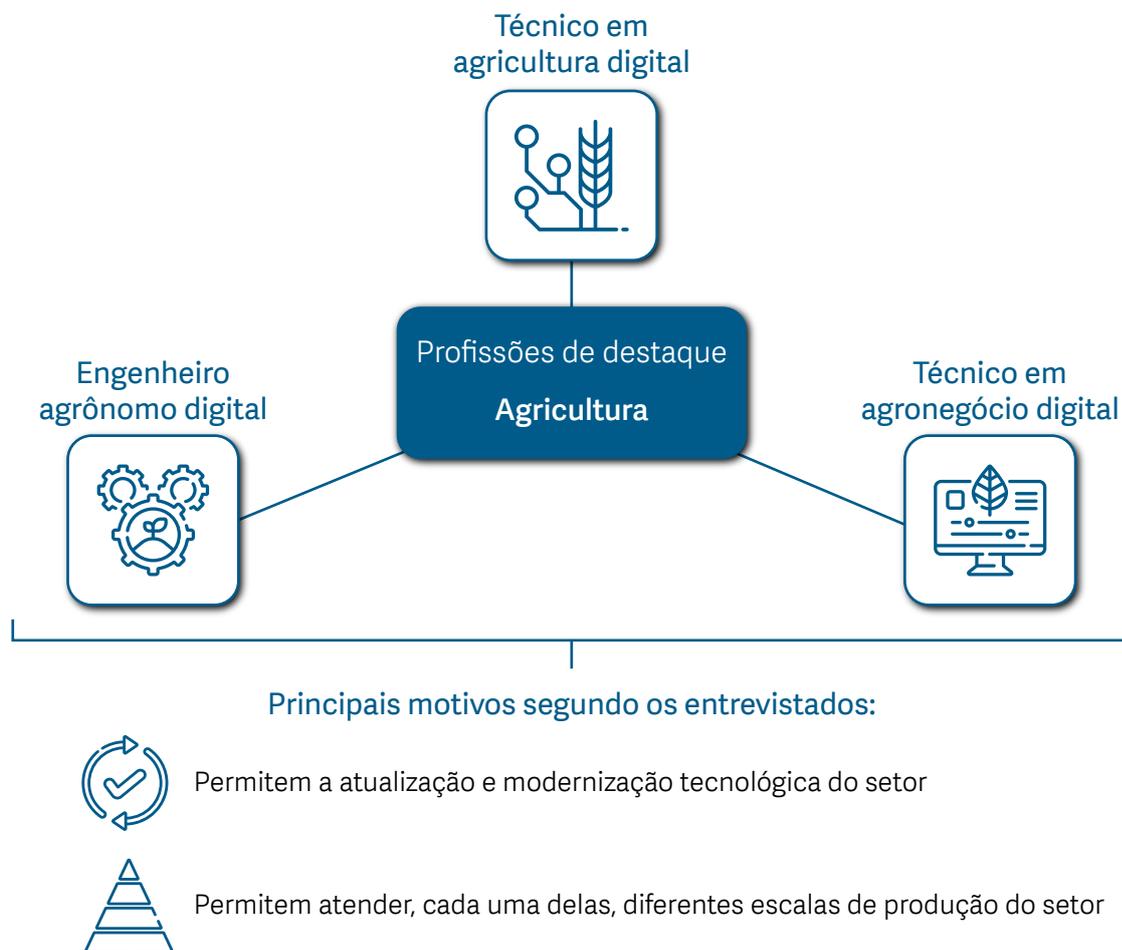


Figura 20. As três principais profissões emergentes no setor da Agricultura

6.2.1. TÉCNICO EM AGRICULTURA DIGITAL

A transformação digital gerará cada vez mais profissionais do campo conectados com tecnologias digitais para trazer soluções para a agricultura. Nesse âmbito surge o profissional nomeado técnico em agricultura digital que tem o papel de melhorar processos através da digitalização para trazer benefícios para as fazendas rurais. Segundo os entrevistados, esse profissional será treinado em técnicas agrícolas para uma gestão rural de alta produtividade, impulsionada por TICs. Em um cenário em que existem 4,4 milhões de famílias rurais (IBGE, 2017), o técnico em agricultura digital aparece como uma solução alternativa prática onde um membro da família pode usar tecnologias digitais no campo. Desse modo, técnicos desse nível precisam entender tanto de processos do campo quanto de TICs para encontrar soluções práticas para a produção rural. É fundamental que o profissional da agricultura digital tenha conhecimento sobre a importância da sustentabilidade no setor, baseado nos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU para 2030: “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”. É importante observar que agricultura sustentável está dentro desse objetivo. Com uma agricultura sustentável, é possível manter uma diversidade genética das plantas, aumentar o investimento na agricultura com cooperações internacionais e adotar medidas que

possam operar no mercado de *commodities*.⁶⁵ Assim, formar profissionais caracterizados como técnicos em agricultura digital é essencial para que exista um profissional que conecte processos do campo através da digitalização.

Caminhos de formação em destaque

Profissionais *greenfield*, como os filhos desses pequenos produtores rurais, podem realizar um curso técnico de apenas 2 anos, mais curto que um tecnólogo ou graduação, aprendendo competências com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para encontrar soluções práticas ao seu cotidiano. É importante que esses profissionais *greenfield* já sejam inseridos em um contexto de educação ambiental em que eles aprendem alguns aspectos do desenvolvimento sustentável, gestão de resíduos, manipulação genética e economia circular. Ademais, profissionais *brownfield*, como chefes de família ou empregados de grandes fazendas por já possuírem um conhecimento prático bastante avançado dos processos rurais, podem ser estimulados para realizarem cursos de curta duração relacionados a agricultura de precisão ou utilização de TICs para melhorar processos no campo. Em relação à recuperação verde, os profissionais de *brownfield* podem pensar em benefícios em relação ao uso de recursos na zona agrícola, em que eles podem usar cisternas para aproveitar a água da chuva para o uso interno do local. Além disso, dependendo da fazenda, é possível a implementação de painel solares, mini hidrelétricas e usinas eólicas para suprir a demanda de energia com fontes renováveis.

Exemplo 1: Para análise do curso de técnico em agricultura digital, utilizou-se como base a estrutura curricular do curso de especialização de Agricultura Digital na Universidade La Salle de Lucas do Rio Verde no Mato Grosso. Apesar de ser um curso a nível de pós-graduação, foi selecionado por ter a grade curricular mais próxima do técnico em agricultura digital. Esse curso conta disciplinas como agricultura de precisão e geotecnologias, softwares, ERP e sistema de gestão na agricultura digital, IoT e conectividade, direito e proteção de dados, introdução a computação em nuvem e prática na agricultura digital que capacitam o profissional a utilizar TICs para desenvolver soluções no campo. O curso é bastante focado em *hardskills* para a aplicação de TICs na agricultura, possuindo uma grade curricular que atenderia a expertise necessária para técnicos nessa área.

Exemplo 2: Um dos cursos a nível técnico existentes mais próximo dessa profissão é o de técnico de agricultura de precisão, ofertado pela UFSM no RS. A grade curricular desse curso conta com disciplinas que trabalham com tecnologias relacionadas a máquinas agrícolas, hidráulica, estatística e aeronaves remotamente tripuladas. Por outro lado, o curso não possui explicitamente uma introdução às tecnologias digitais emergentes, tais como IoT, cibersegurança computação em nuvem para a resolução de problemas técnicos na agricultura. Nesse sentido, cursos como estes possuem grande potencial para aprofundamento desses conceitos a fim de atender essa demanda por agricultura digital.

“Em um cenário onde existem 4,4 milhões de famílias rurais, o técnico em agricultura digital pode auxiliar pequenos produtores através de soluções digitais.”

De acordo com o IBGE (2017), atualmente, o Brasil conta com 5.073.324 estabelecimentos focados em agropecuária, onde 77% corresponde a agricultura familiar (aproximadamente 3,9 milhões de estabelecimentos). Destes, existem 814.810 estabelecimentos focados exclusivamente em lavouras para a produção de vegetais, horticultura e floricultura (IBGE, 2017), onde 186.698 correspondem a grandes fazendas. De acordo com as entrevistas realizadas com Embrapa (2020)

65. [ONU.ODS.](#)

e a UFSM (2020) há uma estimativa de que pelo menos 60% das grandes fazendas possuam um técnico em agricultura digital até 2030. Assim, será necessária a formação de pelo menos 112 mil profissionais nesse ramo para suprir a demanda. Para a Figura 21, foram utilizados os dados da WRI (2020) e do PIB da agricultura. Para o curto prazo, serão necessários mais de 85 mil profissionais desta área com qualificação digital. Já, no médio prazo, serão necessários cerca de 100 mil profissionais e no longo prazo 112 mil. Além disso, com base nos dados do CONFEA e dados da plataforma Nilo Peçanha, estima-se que haverá cerca de 32.000 trabalhadores digitais no curto prazo. Espera-se que, em 2030, a oferta acumulada seja de aproximadamente 40 mil profissionais, porque a taxa de crescimento é de cerca de 550 trabalhadores/ano. A Figura 21 sumariza os resultados dos *gaps*.



Figura 21. Oferta atual e demanda acumulada do técnico de agricultura digital

6.2.2. TÉCNICO EM AGRONEGÓCIO DIGITAL

Segundo a entrevista com a EFASERRA (2020), o impacto da transformação digital trará a necessidade de um profissional que alie competências rurais com a digitalização e negócios. Nesse sentido, surge o técnico em agronegócio digital, um profissional capaz de gerir todos os elementos do campo, desde plantio, cuidados com animais, clima usando TICs em seus negócios. De acordo com a EFASERRA (2020), o técnico em agronegócio digital é um profissional que faz uso das TICs para gerir o negócio rural das fazendas. O profissional busca aproximar as fazendas de mercados, tanto fornecedores como compradores, possibilitando aos profissionais rurais uma maior competitividade. Para isso, plataformas de e-commerce, mídias sociais e a digitalização no geral, possibilitada pelo acesso mais barato à internet, são os grandes drivers dessa mudança. Baseado nisso, a gestão, a compra e a venda dos produtos deverão ser cada vez mais atreladas a tecnologias digitais (em 2018 foram identificadas 182 Agtechs no Brasil de acordo com o Sebrae), como por exemplo Aegro⁶⁶ e Totvs⁶⁷.

“O técnico em agronegócio digital busca aproximar as fazendas de mercados, possibilitando aos profissionais rurais uma maior competitividade.”

As vantagens trazidas pelos técnicos em agronegócio digital são a possibilidade de ampliar o conhecimento e o uso de tecnologias nas fazendas de todos os portes, incentivando o consumo local e regional, diminuindo o uso de recursos desnecessários e ampliação da permanência dos

66. [Aegro link](#)

67. [Totvs link](#)

juvens no setor. Ainda, com mais informações, as fazendas poderão ter acesso a gestão de cada atividade realizada. Assim, baseado na variabilidade no solo e clima, são fornecidas as ferramentas para a utilização apropriada dos insumos, no caso da agricultura de precisão. Além disso, possibilita o gerenciamento das propriedades rurais de forma mais eficiente em aspectos de produção, finanças, manutenção, entre outros. Adicionalmente, a gestão mais digitalizada leva ao uso mais consciente de recursos, diminuição no transporte de produtos (venda local), modernização dos insumos e melhoria na qualidade de vida na fazenda. Nesse contexto, para um país com mais de 4,4 milhões de famílias rurais, um profissional que seja capaz de agregar o conhecimento da digitalização para o seu pequeno negócio é essencial para não se perder mercado em um futuro em que a tendência da oferta será a partir de plataformas digitais comerciais como *marketplace*.

Caminhos de formação em destaque

Para formar profissionais *greenfield*, é preciso criar um curso a nível técnico que capacite o profissional a atuar no seu negócio utilizando ferramentas digitais. Esse curso pode auxiliar principalmente pequenos produtores rurais a digitalizar a oferta dos seus produtos, tornando assim seus negócios mais rentáveis. Para profissionais *brownfield*, atualmente há a necessidade de cursos de curta duração que ensinem tanto gestão de negócios quanto o uso de tecnologias digitais para os negócios. Isso se torna um fator complicador, pelo fato desses profissionais necessitarem fazer mais de um curso para se especializarem nessa área. Atualmente, o MEC oferta cursos a nível de graduação e técnico, porém, mais focados na agricultura de precisão, não aliando práticas para o agronegócio. Assim, o Brasil deverá incorporar nos cursos técnicos para novos profissionais e nos cursos de curta duração aspectos relacionados com a digitalização do agronegócio para atender a demanda necessária nos próximos anos.

Exemplo: Como ilustração, utilizou-se como base o curso técnico de agronegócio do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR, 2020), por ser uma instituição tradicional formadora de profissionais rurais no país. Apesar do curso do SENAR possuir todas as disciplinas necessárias para capacitar um técnico em agronegócio, atualmente carece de uma maior aproximação de tecnologias como IoT, *big data analytics*, *cloud* e cibersegurança para formar o técnico em agronegócio digital. Esse técnico, além de ter todas as competências para gerenciar negócios rurais, também precisa de *hardskills* em tecnologias digitais disruptivas para associar as TICs aos modelos de negócios na agricultura. Assim, atualmente há a necessidade de uma atualização do curso técnico em agronegócio com a inclusão de disciplinas focadas em *hardskills* para TICs em negócios rurais. Apesar do curso contar com disciplinas relacionadas a recuperação verde como responsabilidade social e ambiental no agronegócio, há uma carência na relação e papel das TICs para capacitar o profissional a atuar nesse âmbito a partir do uso das tecnologias digitais. Contudo, as competências básicas desse curso do SENAR indicam serem apropriadas para apresentar potencial de reformulação e aprofundamento nos conceitos digitais, a fim de oferecer um novo perfil de qualificação mediante a atualização curricular.

Considerando o número de famílias rurais no país, estima-se que o Brasil demande no curto prazo mais de 5 mil técnicos, chegando a 29 mil no longo prazo, conforme demonstra Figura 22. Apesar do Brasil formar no setor da agroindústria uma quantidade expressiva de profissionais técnicos, existe a carência na formação para profissionais que atuem na digitalização do setor. De acordo com estimativas, o Brasil formou aproximadamente 69 mil técnicos em agronegócio em 2019, no entanto poucos desses profissionais atualmente conseguem atuar como técnicos digitais, uma vez que somente profissionais formados em especializações em agronegócio digital atendem a essa demanda. Dessa forma, dada a baixa capacitação dos profissionais do *brownfield*, estima-se que no curto prazo, somente aproximadamente 1,6 mil profissionais estarão aptos a atuar no setor, alcançando uma estimativa de menos de 5 mil profissionais no longo prazo, resultando em uma lacuna de 84% de profissionais, conforme apontado na Figura 22.



Figura 22. Oferta atual e demanda acumulada de Técnicos em Agronegócio Digital

Nota-se, com base nas entrevistas realizadas com especialistas em agronegócio, que apesar de qualificados a nível técnico, poucos dos profissionais já formados possuem capacitação para atuar com digitalização. Dessa forma, são necessárias ações de capacitação, ensino e incentivo a nível técnico para que o processo de digitalização do agronegócio brasileiro tenha um ritmo adequado. Essa lacuna se deve a basicamente dois componentes, primeiramente o baixo nível de foco em digitalização nos cursos e também pela baixa capacitação de profissionais existentes por meio de cursos de especialização (menos de 2 mil no médio prazo, de acordo com e-MEC⁶⁸).

“Dada a baixa capacitação dos profissionais do brownfield, espera-se que, no curto prazo, somente aproximadamente 1,6 mil profissionais estarão aptos a atuar no setor, alcançando menos de 5 mil profissionais no longo prazo, resultando em uma lacuna de 84% de profissionais”.

6.2.3. ENGENHEIRO AGRÔNOMO DIGITAL

Uma das profissões mais tradicionais relacionadas a agricultura é a de engenheiro agrônomo, que estuda, planeja e supervisiona a aplicação de princípios e processos básicos da produção agrícola. Com a transformação digital, surge a necessidade de um engenheiro agrônomo digital, que alia a aplicação de TICs para a produção agrícola. De acordo com a SEAPA-RS (2020), um engenheiro agrônomo digital é um profissional que tem conhecimentos de Engenharia Agrônômica e agricultura digital, conhecendo as tecnologias digitais para aplicação tanto nos processos quanto negócios, assim projetando fazendas com base nas tecnologias digitais. De acordo com a Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (2020), cursos tradicionais de Engenharia Agrônômica precisarão ter sua grade curricular reformulada nos próximos anos para aliar as novas tecnologias digitais as práticas dos engenheiros agrônomos. Para a recuperação verde, esse profissional é necessário por trazer o conhecimento integrados da agricultura de precisão e gestão de agronegócio a partir do uso de TICs. Assim, engenheiros agrônomos digitais terão papel vital dentro do futuro da agricultura do Brasil por usarem tecnologias digitais para melhorar processos e evitar o uso de pesticidas ou produtos químicos que comprometam o ecossistema local. Ademais, para indicadores sociais, essa profissão auxiliará na recuperação verde melhorando as condições de vida dos produtores rurais locais, bem como trazendo conhecimento moderno e disruptivo para as fazendas.

68. Dados extraídos de especializações em agronegócio digital (anualizados). Fonte: e-mec.com.br

“Apesar do Brasil ser capacitado com cursos de excelência na área de engenharia agrônômica, a grade curricular ainda carece de uma atualização para aplicações das tecnologias mais inovadoras na agricultura de precisão.”

Assim, um país como o Brasil, que atualmente conta com mais de 120 mil engenheiros agrônomos (SEAPA-RS), que segundo o último levantamento feito pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) em 2018 havia 105 mil engenheiros registrados, há uma necessidade latente de digitalizar esses profissionais para tornar a agricultura mais competitiva a nível nacional. Apesar do Brasil ser capacitado com cursos de excelência na área de engenharia agrônômica como os da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e da Universidade de São Paulo (USP), ranqueados pelo jornal Folha de São Paulo (2020), a grade dos cursos ainda carece de uma atualização para aplicações das tecnologias mais inovadoras na agricultura de precisão.

Estudo de caso do profissional

Para formar novos profissionais (*greenfield*), será preciso uma atualização das grades dos currículos de engenharia agrônômica a nível de graduação, para que complemente a carência de TICs focadas na transformação digital. Além disso, para profissionais continuados (*brownfield*), já formados em engenharia agrônômica há a necessidade de cursos de especialização que apresentem as novas tecnologias digitais, bem como, suas aplicações para a agricultura de precisão. Nesse sentido, o Brasil já conta com diversos cursos ofertados principalmente pelo SENAI (2020) que apresentam as tecnologias digitais, porém carecem de cursos mais especializados para aplicações práticas na agricultura de precisão. Assim, o Brasil precisa de um curso de especialização que alie TICs na prática para a agricultura para que profissionais continuados se capacitem nesse ramo.

Exemplo: Para a análise do curso de engenheiro agrônomo digital, utilizou-se como base a estrutura curricular da Universidade de São Paulo (USP), ranqueada como a melhor instituição ofertante do curso de engenharia agrônômica no país, segundo o último levantamento realizado pelo jornal Folha de São Paulo (2020). O curso atual ofertado pela USP conta com 10 semestres, correspondendo a uma carga horária total de 4.365 horas para formar um engenheiro agrônomo. O curso possui disciplinas formativas tradicionais da engenharia e da agronomia. Contudo, mesmo se tratando do melhor curso do país, observa-se que este não possui aspectos relacionados a tecnologias digitais. A mesma característica pode ser encontrada na maior parte dos cursos da área oferecidos no Brasil. Por isso, para formar engenheiros agrônomos capacitados em tecnologias digitais é necessária uma reformulação dos cursos de engenharia agrônômica no país, incluindo conceitos de IoT, *big data analytics*, cibersegurança, *cloud* e outras tecnologias emergentes para a agricultura de precisão.

De acordo com a Embrapa (2020) e a UFSM (2020), o Brasil necessitará de pelo menos 40% das grandes fazendas contando com a presença de engenheiro agrônomos digitais até 2030. Assim, estima-se que o Brasil precisará de pelo menos 74,6 mil engenheiros agrônomos digitais para suprir essa demanda até 2030. Além disso, considerando um cenário no qual boa parte da agricultura brasileira é composta por famílias rurais (4,4 milhões), também haverá a necessidade de engenheiros agrônomos digitais por região para auxiliar no desenvolvimento de negócios dessas famílias (SEAPA-RS, 2020).

Considerou-se o valor total de 74,6 mil engenheiros agrônomos que precisariam incluir competências digitais até 2030 a partir das estimativas de grandes fazendas existentes no Brasil. Para

curto e médio prazo foram considerados os valores de 20% (2 anos) e 50% (5 anos) do valor total de 74,6 mil estimado a longo prazo. Atualmente, o Brasil conta com 23 cursos a nível de especialização cadastrados na plataforma do Ministério da Educação relacionados a agricultura digital, de precisão ou digitalização. Destes, há a oferta de um total de 2.250 vagas anuais, onde engenheiros agrônomos tradicionais podem se especializar para a área de digitalização e tecnologia. Assim, a Figura 23 oferece um panorama geral da relação da oferta x demanda para esse profissional a curto, médio e longo prazo.



Figura 23. Oferta atual e demanda acumulada do Engenheiro Agrônomo Digital

A partir da Figura 23, é possível perceber uma elevada lacuna de oferta, ultrapassando os 60% e períodos para a profissão. Isso mostra uma evidente necessidade da reformulação de cursos tradicionais de engenharia agrônômica no país, bem como, a criação e oferta de mais cursos reconhecidos pelo MEC que capacitem profissionais *brownfield* para a digitalização na agricultura.

“A elevada lacuna de oferta, que ultrapassa os 60% em todos os períodos para a profissão, mostra a necessidade da reformulação de cursos tradicionais em engenharia agrônômica no Brasil”.

7. SAÚDE

7.1. IMPACTO DA DIGITALIZAÇÃO

A digitalização do setor da saúde tem impactos de grande dimensão na sustentabilidade por considerar o bem-estar da população e o uso eficiente de equipamentos e recursos dentro de hospitais. No *aspecto econômico*, um atendimento gratuito de qualidade é direito de todos os brasileiros e representa uma das maiores despesas dos governos estaduais e federal. A utilização de tecnologias digitais pode aumentar a eficiência de aplicação destes recursos, melhorando a eficácia no atendimento médico-hospitalar. O *aspecto social* também pode ser beneficiado, levando saúde para mais brasileiros através da melhor alocação de recursos, de tecnologias como a telemedicina, que permitiria levar atendimento primário a todas as regiões do Brasil onde houver acesso à Internet. Além disso, o monitoramento em tempo real de dados da saúde dos pacientes permitiria tomar ações preventivas, garantindo assim maior bem-estar da população. A Figura 24 apresenta um resumo das principais tecnologias digitais emergentes nesta área.



Figura 24. Infográfico – A visão dos entrevistados sobre principais tecnologias emergentes na Saúde

Neste setor, tecnologias digitais como IoT e sensores *wearables* permitem monitorar pacientes, processos e dispositivos médicos para oferecer melhores serviços. Soluções baseadas em *big data* e inteligência artificial oferecem suporte a decisões, e reduzem o processo de aprovação de requisições médicas, de dias para alguns segundos (Graglia e Lazzareschi, 2018)⁶⁹. Além destas tecnologias, a digitalização e o uso generalizado de *smartphones* - que são predominantes mesmo em comunidades de baixa renda - pode aumentar o potencial de programas de saúde (SHC⁷⁰) virtuais em grande escala. No Brasil existe um avanço na implementação das tecnologias digitais que tem se acelerado pela pandemia da COVID-19 e a necessidade de distanciamento social. Porém, segundo os entrevistados, considerando especificamente o sistema SUS, ainda existe carência e pequena penetração. Muitos hospitais ainda não possuem os recursos básicos de conectividade, como internet de qualidade em todos os pontos do hospital (por exemplo, nas Unidades de Tratamento Intensivo - UTIs), o que impede a utilização de tecnologias digitais avançadas. Por outro lado, segundo relatório do MCTIC⁷¹, existem iniciativas para implementar ações direcionadas para a digitalização de registros de saúde e a melhora de ferramentas de comunicação entre cidadãos e prestadores de serviços de saúde usando análise de dados e telemedicina. Algumas das iniciativas de destaque na estratégia de digitalização do sistema de saúde brasileiro são a consulta médica online através do *e-SUS*, e a plataforma de acesso móvel para acompanhamento de tratamentos em consultas e atendimento hospitalar, denominado *DigiSUS*. A versão *DigiSus Gestor* fornece indicadores de saúde online de sistemas de e-saúde para auxiliar o gestor do serviço de saúde com informações de gerenciamento⁷².

“No Brasil existe um avanço na implementação das tecnologias digitais que tem se acelerado pela pandemia da COVID-19 e a necessidade de distanciamento social.”

Uma particularidade do setor da Saúde, para a aplicação das tecnologias digitais, é a necessidade de estreita interação entre profissionais de tecnologia e profissionais da saúde. As características especiais do contexto hospitalar devem ser compreendidas pelos profissionais de tecnologia para que as tecnologias sejam realmente utilizáveis no seu contexto. Analistas de dados em saúde precisam conhecer os processos hospitalares, o fluxo de atendimento ao paciente e demais especificidades para que suas análises e inferências sejam precisas. Ainda, para que os benefícios da digitalização sejam absorvidos, as equipes clínica e de negócios devem ser preparadas para o uso das tecnologias. Segundo os entrevistados, mesmo com as tecnologias disponíveis, existe uma forte barreira para sua utilização por gestores hospitalares e médicos. Assim, estes devem ser convencidos do valor da digitalização antes de sua implementação.

Segundo os entrevistados, a complexidade do ambiente de saúde leva a que os profissionais de tecnologias digitais hospitalares normalmente precisem de uma formação técnica e posteriormente façam uma pós-graduação, ou outro tipo de curso, especificamente na área da saúde, tal como gestão hospitalar, análise de dados de saúde, dentre outros, para que sejam capazes de traduzir seus conhecimentos para este contexto tão particular. Com uma maior abertura da área de saúde, seria possível, no médio e longo prazo, que alunos de cursos técnicos ou de graduação de carreiras tecnológicas realizem estágios dentro de hospitais, criando assim uma maior afinidade

69. Graglia, Marcelo Augusto Vieira; Lazzareschi, Noêmia. A indústria 4.0 e o futuro do trabalho: tensões e perspectivas. Revista Brasileira de Sociologia-RBS, v. 6, n. 14, 2018.

70. SHC (*Smart Health Communities*) são comunidades conectadas de pessoas, focadas na prevenção e bem-estar de doenças.

71. MCTIC. Digital Strategy. 2018

72. Ibid

entre as áreas (Entrevista HMV, 2020). Assim mesmo, o caminho de uma formação médica inicial e posterior formação tecnológica também é possível. Médicos e demais profissionais da saúde podem se especializar em áreas tecnológicas para aprimorar seus diagnósticos⁷³.

“A complexidade do ambiente de saúde leva a que os profissionais de tecnologias digitais hospitalares normalmente precisem de uma formação técnica e posteriormente façam uma pós-graduação na área da saúde”.

Assim, várias outras profissões emergem como portadoras de digitalização na área da saúde, conforme apresentado na Figura 25. O Apêndice D detalha as características dessas profissões, destacando o tipo de atividade realizada e os principais requisitos delas.

As principais profissões emergentes no setor da Saúde



O que elas são e quais os requisitos de formação dessas profissões?
Confira na tabela complementar detalhada no Apêndice D

Figura 25. As principais profissões emergentes no setor da Saúde

7.2. DEMANDA DE FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

Os serviços de saúde são parte relevante do PIB brasileiro. O total gasto com saúde corresponde a aproximadamente 9% do PIB no país. Ao comparar essa participação com outros países selecionados, o IBGE identificou que o gasto público brasileiro (3,9% do PIB) é menor que a média dos países da OCDE (6,5%), enquanto os gastos privados (5,4%) superam em mais que o dobro

73. Deloitte. Shaping the physician of the future. 2019.

da média dos mesmos países (2,3%)⁷⁴. Ainda, conforme um estudo realizado pelo Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (IEPS)⁷⁵, os gastos em saúde em 2030 devem aumentar para 11% do PIB, acompanhando a maior expectativa de vida e o maior envelhecimento da população. Considerando estes percentuais e as projeções para o PIB brasileiro realizadas pela WRI (2020), definem-se os valores esperados para o setor na próxima década. Cabe destacar que, particularmente na área da saúde, maiores avanços tecnológicos não necessariamente significam menores gastos, mas sim uma realocação destes para agregarem mais valor para a qualidade de vida da sociedade⁷⁶. Diferente da indústria, as novas tecnologias na saúde podem significar em tratamentos mais caros, porém que estendam a expectativa de vida dos pacientes.

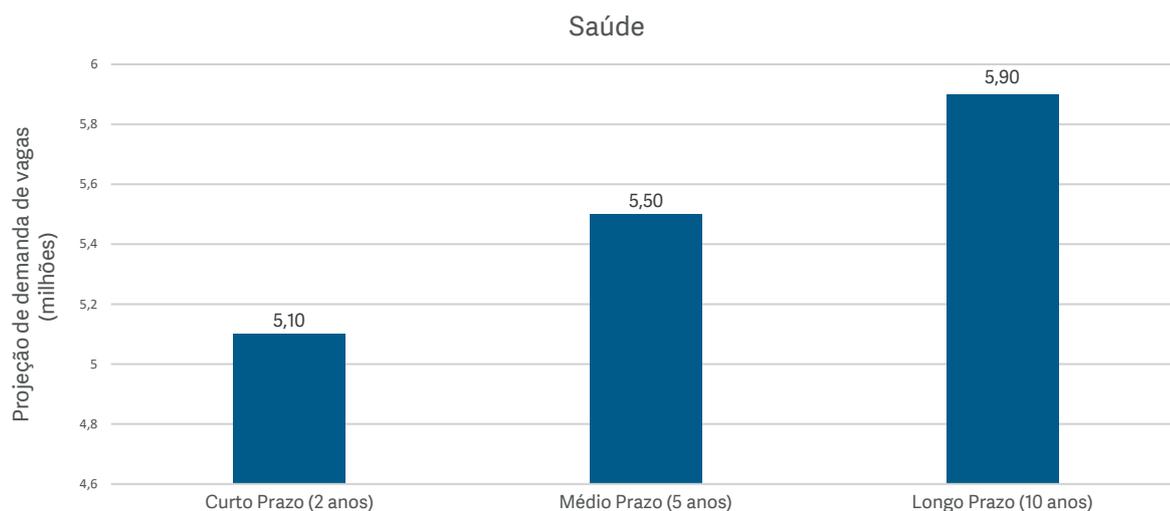


Figura 26. Previsão de empregos totais para o setor da Saúde

O setor da Saúde também é responsável por uma grande proporção de empregos, cuja previsão é descrita na Figura 26. Em 2019 havia 3,6 milhões de trabalhadores com carteira assinada no setor privado e mais 1,5 milhão de estatutários na saúde pública, totalizando 5.068.064 milhões de empregos⁷⁷. Ainda, enquanto o setor de serviços teve resultados positivos e negativos em termos de número de empregos gerados nos últimos 10 anos (2010-2019), a área de saúde teve um resultado na média de 74,631 novos postos de trabalho a cada ano. O setor da saúde, antes da pandemia, já previa um crescimento na abertura de vagas para profissionais da área de 124 mil postos de acordo com estudo da Confederação Nacional da Saúde⁷⁸, um crescimento de entre 4,3% e 5,4% em relação a 2019. A razão para o otimismo se devia principalmente a vinculação do setor com o crescimento do PIB (que estava prevendo crescimento), mas também pelo envelhecimento da população brasileira. Durante a pandemia, o setor da saúde vem passando por um período jamais visto antes dentro do Brasil. Hospitais passaram a sofrer de escassez de recursos e leitos para o atendimento de pacientes e a demanda por profissionais aumentou a nível nacional. Os impactos do covid-19 para os diferentes setores vêm sendo mensurados por entidades como a CNI (2020)⁷⁹, porém, para o setor da saúde, ainda existem muitas incertezas, pois o impacto está fortemente atrelado a média móvel de número de infectados. Para uma análise mais aprofundada das demandas desse setor, foi realizado um recorte das três profissões de destaque (Figura 27), conforme apontado pelos entrevistados. Essas profissões são detalhadas a seguir.

74. [G1. Gasto de brasileiros com saúde privada em relação ao PIB é mais que dobro da média dos países da OCDE, diz IBGE, Globo, 2019.](#)

75. [IEPS. Garantindo o Futuro da Saúde no Brasil: Necessidades de Financiamento e Projeção de Gastos. 2019.](#)

76. [IEPS. Garantindo o Futuro da Saúde no Brasil: Necessidades de Financiamento e Projeção de Gastos. 2019.](#)

77. [IESS. Relatório de Emprego na Cadeia Produtiva da Saúde. 2019.](#)

78. [Estudo da Confederação Nacional da Saúde e Correio Braziliense, fevereiro/2020 – Links 1 e 2](#)

79. [CNI - Confederação Nacional da Indústria, 2020. Impactos da Covid-19 na indústria.](#)



Figura 27. As três principais profissões emergentes no setor da Saúde

7.2.1. ENGENHEIRO HOSPITALAR

Através do impacto da transformação digital nos próximos anos no setor da saúde o profissional caracterizado como engenheiro hospitalar surge como uma profissão emergente para hospitais. Esse profissional busca a partir do uso de tecnologias digitais gerenciar suas aplicações dentro de hospitais (INOVA, 2015). Segundo a entrevista com o H MV (2020), esse profissional será o principal responsável dentro de hospitais por conectar os setores e profissionais da saúde com tecnologias digitais para otimizar e flexibilizar processos. Em um contexto em que a pandemia está afetando os recursos e atendimento dos hospitais, o engenheiro hospitalar é essencial para uma melhor gestão dos equipamentos e tecnologias para atingir altos níveis de eficiência e eficácia na utilização dos recursos. Ademais, o papel do engenheiro hospitalar é essencial para a recuperação verde no cenário brasileiro, devido as suas habilidades de gerenciamento de tecnologias digitais para atender a população de maneira mais eficiente dentro dos hospitais. Não obstante, esse profissional também possui a capacidade de tomar decisões referente ao consumo de energia e uso mais eficiente de recursos. De maneira geral, engenheiros hospitalares auxiliam nas tomadas de decisões técnicas e administrativas em todos os níveis dentro de hospitais. Essa tomada de decisão é auxiliada pelo uso de TICs que operam como ferramentas de gestão dentro de hospitais. Uma das principais funções desse profissional consiste em disseminar as tecnologias digitais, bem como adquirir novos equipamentos hospitalares de alta tecnologia sempre focando na melhoria de processos (H MV, 2020). Para tanto, é necessário formar profissionais de engenharia hospitalar em um contexto em que a digitalização tem papel protagonista dentro dos hospitais.

“Atualmente, o Brasil não conta com um curso de engenharia hospitalar específico, sendo que muitos dos profissionais que atuam nesse ramo são oriundos de outras engenharias com especialização e capacitação em clínica.”

Caminhos de formação em destaque

A profissão caracterizada como engenheiro hospitalar atualmente não é ofertada no Brasil, caracterizando-se por engenheiros de automação, biomédicos e eletricitas e afins trabalhando na área. O profissional que atua nessa área trabalha com as tecnologias TICs e de alto nível existentes para melhorar os processos hospitalares. Nesse sentido, os engenheiros acima mencionados que costumam atuar nessa área precisam realizar um curso de especialização para obterem a qualificação necessária para trabalhar como engenheiro hospitalar. Engenheiros de automação e eletricitas e similares precisam realizar um curso de pós em saúde, voltado para a gestão de operações para se tornarem aptos a usar as TICs em benefício do hospital. Já engenheiros biomédicos, por entenderem dos processos hospitalares, precisam realizar uma especialização em tecnologias digitais para trabalharem como engenheiros hospitalares. Portanto, atualmente para exercer papel como engenheiro hospitalar profissionais *greenfield* precisam se graduar em alguma das engenharias mencionadas e fazer especialização. Já profissionais *brownfield* com graduação em engenharia necessitam fazer uma especialização.

Exemplo: Como este curso ainda não existe a nível de graduação, foi selecionada a grade curricular da especialização em Engenharia e Manutenção Hospitalar do Hospital Israelita Albert Einstein como *benchmark* para a avaliação do curso. Esse curso tem duração prevista de 12 meses e conta com disciplinas como inovação, tecnologias e automação, gestão de operações e arquitetura hospitalar. Apesar de ser um curso que conta tanto com *hardskills* quanto *softskills*, ainda carece de uma grade curricular mais extensa que ofereça disciplinas que abordem a digitalização dentro de hospitais. O curso pode ser um bom modelo para integrar seus conteúdos a outros cursos de graduação a fim de estabelecer um currículo de grado para esta formação.

Segundo a CNSaúde (2019)⁸⁰ o Brasil conta com aproximadamente 3.000 hospitais públicos e 4.300 hospitais privados, totalizando um número aproximado de 7.300 hospitais no país com aproximadamente 410.000 leitos. Destes, 57% correspondem a pequeno porte (até 50 leitos) enquanto aproximadamente 33% corresponde a médio porte (51-150 leitos) e 10% a grande porte (151-500 leitos). Segundo Antonio Gilbertoni Junior, coordenador da pós-graduação em engenharia clínica do Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa do Hospital Albert Einstein, um hospital a partir de médio porte, demanda uma equipe de engenharia com pelo menos dez pessoas para operar 24 horas dentro de hospitais (Hospital Israelita Albert Einstein, 2020). Destas equipes há a necessidade de pelo menos um engenheiro hospitalar coordenando a equipe dentro de hospitais (HNV, 2020). Assim, há a necessidade de pelo menos 3.500 engenheiros hospitalares, número correspondente aproximadamente aos 43% de hospitais de médio porte ou superior no país. Assim, atualmente para formar novos engenheiros hospitalares (*greenfield*) há a necessidade de cursos específicos de formação a nível de graduação para atender essa demanda para o setor da saúde. No caso de profissionais continuados ou *brownfield* há a necessidade de cursos de especialização que capacitem engenheiros de outras áreas para atuarem nesse ramo. Atualmente, existem dois cursos ofertados pelo MEC relacionados a profissão de engenheiro hospitalar a nível superior, porém, carecem de maior sincronia com as novas tendências de tecnologias digitais, sendo mais relacionadas a tecnologias para arquitetura hospitalar. Portanto, há a necessidade

80. CNSaúde (2019) - Cenário dos hospitais no Brasil

de cursos que capacitem e formem esses profissionais para auxiliarem no desenvolvimento tecnológico de hospitais. A partir disso, a Figura 28 traz a estimativa de previsão de demanda para curto, médio e longo prazo.



Figura 28. Oferta atual e demanda acumulada do Engenheiro Hospitalar

Considerou-se o valor total de 3.500 engenheiros hospitalares necessários para 2030 a partir das estimativas do número de hospitais no Brasil. Para curto e médio prazo, foram considerados os valores de 20% (2 anos) e 50% (5 anos) do valor total de 3.500 estimado a longo prazo, conforme descrito na Figura 28.

Atualmente, o Brasil conta com 5 cursos a nível de especialização cadastrados na Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS) que ofertam cursos relacionados a uso e gestão de tecnologias em saúde. A SBIS colabora com os órgãos públicos, como a OPAS, a Finep e o Ministério da Saúde, bem como com outras entidades e associações de classe, como o Conselho Federal de Medicina, a Abramge, a Fenaess e o Sindhosp, para promover o desenvolvimento de todos os aspectos da Tecnologia da Informação aplicada à Saúde. Destes cursos ofertados, há um total de 190 vagas anuais, normalmente engenheiros eletricitas se especializam para a área de digitalização e tecnologia em saúde (Entrevista H MV, 2020). Assim, a Figura 28 oferece um panorama geral da relação da oferta x demanda para esse profissional a curto, médio e longo prazo. A partir da Figura 28, é possível perceber uma considerável lacuna de oferta, se aproximando a 50% em todos os períodos para a profissão. Isso mostra uma evidente necessidade da criação de um curso de engenharia hospitalar no país, bem como a necessidade da existência de mais cursos de especialização que capacitem profissionais *brownfield* para o uso de TICs em saúde.

7.2.2. TÉCNICO DE ASSISTÊNCIA MÉDICA DIGITAL

A partir da transformação digital, tecnologias disruptivas como inteligência artificial (IA) passarão a ser frequentemente utilizadas no processo de tomada de decisões das organizações. De acordo com o relatório global da saúde da Deloitte (2020), o setor da saúde será um dos mais afetados pela IA. Assim, o setor da saúde carece de especialistas que possam examinar e administrar dados com o auxílio da IA para a tomada de decisão. Desse modo, o técnico de assistência médica digital surge como uma profissão emergente para o setor da saúde. O técnico de assistência médica digital tem a função de examinar, diagnosticar, administrar e prescrever tratamentos para pacientes com o auxílio da inteligência artificial e médicos que são acessíveis remotamente (Deloitte, 2020). Esse profissional será importante no processo de construir um sistema de hospitais mais eficiente, que se preocupe com os pacientes e ainda seja mais preciso graças à IA (PwC,

2019)⁸¹. Desse modo, técnicos desse nível precisam além de entender de IA também entender sobre indicadores relacionados a saúde para selecionar e passar as informações para os demais profissionais da saúde. Em um contexto no qual a pandemia está fortemente presente, o uso de IA para identificar pacientes infectados e com sintomas a partir do uso de técnicas preditivas para analisar as variáveis é de grande importância para o setor da saúde. O técnico de assistência médica digital tem papel protagonista nesse cenário, principalmente para auxiliar médicos na identificação e tomada de decisão para tratamento de pacientes infectados pelo Covid-19. Ademais, em relação à recuperação verde, o profissional da saúde com os aspectos digitais tem papel preponderante por ter a capacidade de monitorar e trabalhar em função de métricas econômicas, sociais e ambientais. Por exemplo, para o lado social, o técnico de assistência médica digital pode auxiliar na gestão de riscos de contaminação cruzada entre setores para pacientes, profissionais da saúde e familiares. Já para o lado ambiental, o uso de algoritmos de *machine learning* podem auxiliar em um melhor consumo de energia e recursos e em monitoramento de processos de despejo. Finalmente, para o lado econômico, o uso da IA para a correta alocação de recursos a partir da identificação de doenças baseado em padrões auxilia principalmente nesse indicador a primeira instância para o setor de saúde. Assim, é necessário formar técnicos de assistência médica digital em um setor onde a inteligência artificial se torna uma tecnologia protagonista.

Caminhos de formação em destaque

O Brasil possui cursos que ofertam tanto capacitação em IA quanto em gestão de operações na saúde, porém, carece de um curso a nível técnico que una aplicações práticas de IA na saúde. Profissionais caracterizados como técnico de assistência médica digital trabalham fornecendo dados e avaliações a partir do uso de IA para a tomada de decisão de médicos e gestores de hospitais. Portanto, há necessidade da criação de um curso técnico que forme profissionais *greenfield* que tenham capacidade de entender indicadores da saúde a partir do uso de IA. Para profissionais *brownfield*, técnicos em bioinformática são capacitados para atuarem na área contanto que façam um curso de curta duração em IA. Já profissionais da área de programação e TI necessitam fazer um curso de curta duração na saúde, como por exemplo o de inteligência artificial e *big data* em saúde ofertado pelo Instituto Israelita Albert Einstein.

Exemplo: Para esse curso, atualmente não há um curso a nível técnico que ofereça técnicas de IA para aplicações práticas na saúde. O que existe é um curso de curta duração oferecido pelo Hospital Israelita Albert Einstein de inteligência artificial e *big data* em Saúde com duração de 20 horas. Ademais, cursos técnicos em IA e *big data* já existem e são ofertados tanto por universidades quanto pelo SENAI (MEC, 2020; SENAI, 2020). Assim, para formar um profissional técnico de assistência médica digital, são necessárias disciplinas que apresentem a IA e a ciência de dados e carga horária suficiente para que os alunos apliquem algoritmos para a resolução de problemas práticos na saúde. Um curso de curta duração não é o suficiente para apresentar resolução de problemas práticos da medicina, bem como cursos totalmente focados apenas em IA e *big data* não são específicos o suficiente para a área.

“O técnico de assistência médica digital tem papel protagonista auxiliando médicos na identificação e tomada de decisão para tratamento de pacientes infectados pelo Covid-19.”

Atualmente, o Brasil possui diversos cursos ofertados tanto pelo SENAI quanto universidades que capacitam profissionais para aplicações com IA (MEC, 2016; Entrevista SENAI, 2020). Porém,

81. PwC (2019) - The computer will see you now: Six examples of AI in healthcare

não há um curso em específico que una conhecimentos de IA aplicados para a saúde. Conforme mencionado pelas entrevistas realizadas com o SENAI (2020), cursos rápidos ou técnicos sobre Python, R e outros programas e linguagens de programação são o suficiente para capacitar profissionais para trabalhar com IA. Dessa maneira, há a necessidade da criação de cursos a nível técnico, em que profissionais sejam capacitados especificamente em aplicações de IA para o setor da saúde. Conforme mencionado pelo coordenador de pós-graduação do Hospital Israelita Albert Einstein (2020), hospitais a partir de 51 leitos demandam uma equipe de engenharia composta por dez técnicos para operar 24 horas. Assim, segundo a CNSaúde (2019), o Brasil conta com aproximadamente 7.300 hospitais entre privados e públicos dos quais 43% representam hospitais entre médio e grande porte. Deste modo, há a necessidade de pelo menos 31.000 técnicos de assistência médica digital trabalhando nos mais diversos setores dos hospitais para suprir essa necessidade latente de inclusão da IA dentro do setor da saúde. A Figura 29 apresenta as estimativas de curto, médio e longo prazo para este profissional.

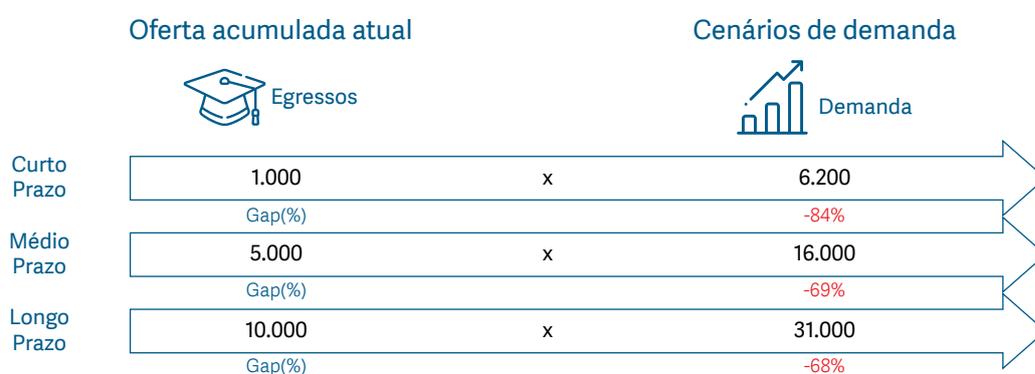


Figura 29. Oferta atual e demanda acumulada do Técnico de assistência médica digital

Atualmente, para formar novos técnicos de IA (*greenfield*) há a necessidade da criação de cursos específicos a nível técnico onde unam casos de aplicações práticas de IA na saúde. No caso de profissionais continuados ou *brownfield* há a necessidade de cursos de capacitação de curta duração que habilitem esses profissionais na compreensão de aplicações de IA na saúde. Atualmente, existem diversos cursos ofertados, tanto a nível técnico quanto de graduação tanto pelo SENAI quanto instituições de ensino pelo país em IA. Porém, estes cursos carecem de maiores aplicações específicas para a saúde que habilitem os profissionais a compreenderem como analisar dados em ambientes complexos como hospitais. Assim, há uma necessidade da criação de cursos técnicos que unam estes dois elementos para habilitar a inserção e o desenvolvimento da IA como uma ferramenta de tomada de decisão dentro de hospitais. Atualmente, o Brasil conta com uma série de cursos de curta duração cadastrados na plataforma e-MEC e no SENAI que ofertam cursos relacionados a aplicações de IA e programação a esse nível. É importante destacar que, para essa profissão, apenas profissionais já relacionados a healthcare estão aptos a fazerem esses cursos de curta duração e somar ao seu conhecimento na saúde. Outros profissionais precisariam fazer dois cursos, em saúde e programação para estarem aptos a exercerem a função. Destes cursos ofertados, há um total de 1.000 vagas anuais, onde profissionais da saúde podem se capacitar para atuar na área. Assim, a Figura 29, oferece um panorama geral da relação da oferta x demanda para esse profissional a curto, médio e longo prazo. A partir da Figura 29 é possível perceber uma considerável lacuna de oferta, ultrapassando os 65% em todos os períodos para a profissão. Isso mostra uma evidente necessidade da criação de um curso técnico que alie IA aplicado a healthcare, bem como, a necessidade da existência de mais cursos de curta duração orientados a aplicação de IA para profissionais *brownfield* da saúde para o seu uso na saúde.

7.2.3. ENGENHEIRO DE DADOS DA SAÚDE

O setor da saúde é caracterizado como um dos setores de grande circulação de dados principalmente por considerar sete fluxos dentro de hospitais: pacientes, *staff*, medicamentos, suprimentos, informações, equipamentos e famílias. Assim, há uma latente necessidade de profissionais que saibam lidar com *big data* e tenham conhecimento estatísticos para organizar e trabalhar com esses dados. Em um panorama no qual a pandemia tem forte presença, a gestão de dados em hospitais para a tomada de decisões é um pré-requisito para evitar a quebra e ruptura do sistema de saúde. Desse modo, o profissional conhecido como engenheiro de dados da saúde vem ganhando grande força dentro da gestão dos hospitais, principalmente com a chegada da pandemia (Deloitte, 2020). Segundo a entrevista com o HNV (2020), engenheiro de dados da saúde são profissionais com forte base em estatística e programação aliado com conhecimento da área da saúde com o intuito de trabalhar com um grande conjunto de dados para a tomada de decisão em hospitais.

Caminhos de formação em destaque

Para formar profissionais de engenharia de dados da saúde é necessário que hospitais estejam capacitados com TICs para agregar *big data* ao processo de tomada de decisão. Segundo a entrevista com a Recode (2020) e dados oficiais do MEC, o Brasil possui os mais variados cursos desde técnico em gerência de saúde até informática biomédica que forma profissionais que permeiam entre os dois campos necessários da profissão: saúde e TI. Porém, ao analisar a fundo os currículos, é verificado que os cursos não aliam a tomada de decisão na saúde com a tecnologia de *big data*, dificultando a formação de um profissional que atenda aos requisitos mencionados pela Global Health Reporting da Deloitte (2020). Além disso, conforme mencionado pelos entrevistados para capacitar um profissional tomador de decisões não médico a nível estratégico dentro de hospitais, essa profissão precisa ter um caráter de pós-graduação, onde o profissional já possui um conhecimento prévio na saúde e TICs oriundos de outros cursos. Somente assim esse profissional se especializaria para poder atuar nesse nível estratégico em hospitais. Segundo o WEF (2018), 87% dos hospitais no mundo passarão a utilizar *big data analytics* até 2022. Assim como mencionado anteriormente pela CNSaúde (2019), o Brasil possui aproximadamente 7.300 hospitais entre públicos e privados. Dessa maneira, há a necessidade de pelo menos 6.300 engenheiros de dados de saúde capacitados até 2022 no país para que os hospitais estejam aptos a trabalhar com *big data analytics*. Como esse profissional requer uma formação de nível de pós-graduação, há a necessidade de profissionais *greenfield* com formação superior inicial em engenharia hospitalar para se ter o conhecimento necessário para através da especialização em *big data* aplicada para healthcare se tornarem aptos a virarem gestores na saúde. Para profissionais *brownfield* da saúde, como biomédicos, há a necessidade de uma especialização em TICs para a aprendizagem de aplicação de *big data* em cenários reais. No caso de profissões mais relacionada a gestão como engenharia de produção e administração tanto em gestão de operações na saúde quanto TICs aplicadas a *big data* para esse profissional se equivaler a um engenheiro de dados da saúde. Portanto, com a inclusão de *big data* em hospitais, esse profissional surge como uma alternativa emergente para o suporte na tomada de decisão a partir do uso de TICs.

Exemplos: Para a formação de engenheiros de dados da saúde, primeiramente há a necessidade do desenvolvimento curricular para a engenharia hospitalar, onde TICs e gestão de operações na saúde são apresentadas para esses profissionais. Como atualmente não existe um curso de graduação de engenharia hospitalar, apenas a nível de pós-graduação de curta duração, ofertado pelo Hospital Israelita Albert Einstein, há a necessidade de analisar cursos de graduação aptos a desempenharem o papel de engenheiros de dados da saúde. Para tanto, foram selecionados



Continuação...

os cursos de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) que possuem nota 5 na CAPES. De maneira geral, por ambos os cursos serem de natureza distintas, há a necessidade de diferentes disciplinas na pós-graduação que capacitem esses profissionais a atuarem na área de gestão de dados na saúde. O curso da UFRGS já ofereceu turmas de formação em pós-graduação na área de gestão de operações da saúde, permitindo aplicar técnicas de gestão de fábricas e de serviços adaptadas para ambientes hospitalares. Uma integração dessa formação com os aspectos biomédicos oferecidos no curso da UFU pode ser uma forma de desenvolver uma oferta apropriada à necessidade.

A Figura 30 apresenta as estimativas de curto, médio e longo prazo para este profissional. Atualmente, o Brasil conta com apenas um curso a nível de pós-graduação reconhecido pelo MEC com *data science* aplicado a saúde ofertado pelo Hospital Israelita Albert Einstein. Para esse curso são ofertas aproximadamente 120 vagas anuais divididas em três diferentes estados (SP, RJ e MG). É importante destacar que essa profissão está fortemente associada a uma pós-graduação do engenheiro hospitalar, outra profissão atualmente não ofertada no país, onde outros engenheiros costumam migrar para área. Assim, atualmente, profissionais de gestão como engenheiros eletricitas, biomédicos ou de produção estão mais aptos a realizarem esse curso. Assim, a Figura 30 oferece um panorama geral da relação da oferta versus demanda para esse profissional a curto, médio e longo prazo.



Figura 30. Oferta atual e demanda acumulada do Engenheiro de dados da saúde

A partir da Figura 30 é possível perceber uma alta lacuna de oferta, chegando a 80% em todos os períodos para a profissão. Isso mostra uma evidente necessidade da criação de mais cursos de pós-graduação para ciência de dados na saúde para profissionais *brownfield*. Assim como a criação do curso de engenharia hospitalar para haver profissionais mais capacitados a se especializarem na área.

"Em um panorama em que a pandemia tem forte presença, a gestão de dados em hospitais para a tomada de decisões é um pré-requisito para evitar a quebra e ruptura do sistema de saúde."



PARTE III
LACUNAS NA FORMAÇÃO
DE PROFISSIONAIS E
RECOMENDAÇÕES

8. LACUNAS NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL PARA AS PRO- FISSÕES EMERGENTES

A Figura 31 consolida as projeções de empregos totais identificadas em cada um dos setores analisados na Parte II. Essas projeções conservadoras indicam uma tendência de crescimento das vagas de empregos, permitindo visualizar também o quantitativo de empregos por setor no mercado de trabalho.

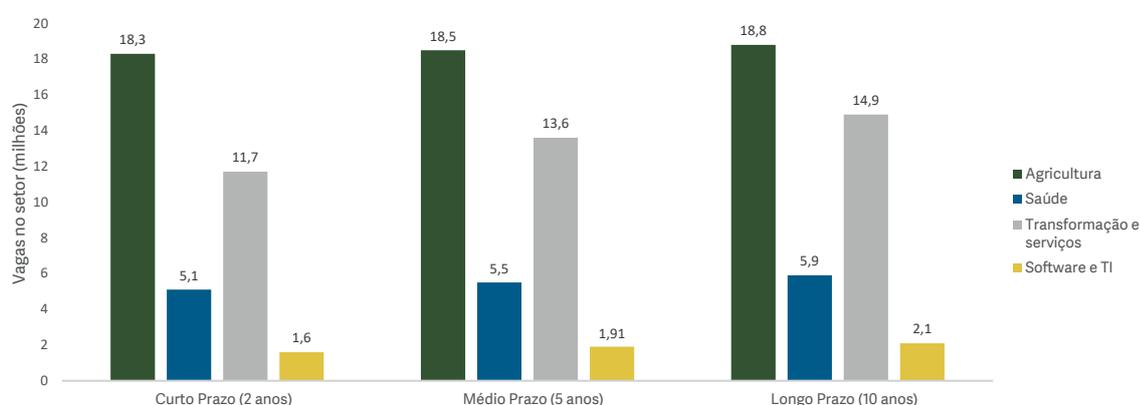


Figura 31. Comparação das previsões de empregos para os diferentes setores analisados

A partir dessas projeções gerais (Figura 32), na Parte II deste relatório foram identificadas as profissões emergentes de cada setor: 12 no setor de Software e TI, 19 no setor de Indústria de Transformação e Serviços Produtivos, 8 no setor de Agricultura e 14 no setor da Saúde. Na Figura 32 são apresentadas as estimativas de ofertas e demandas para essas profissões emergentes identificadas, assim como as lacunas apontadas entre oferta e demanda (também denominado *gaps*).

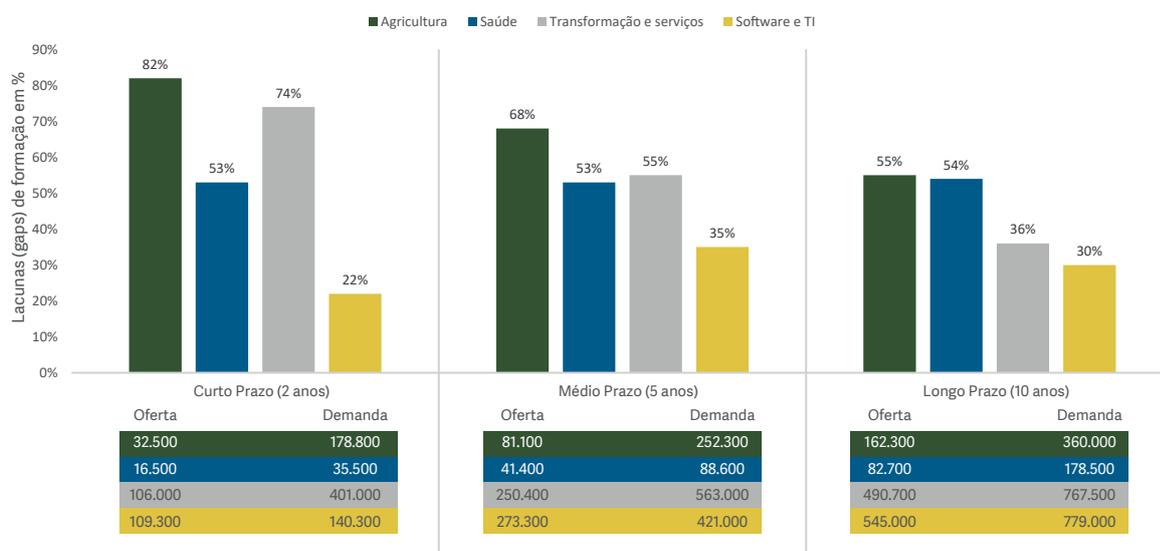


Figura 32. Comparação das lacunas de formação em três horizontes de tempo para as profissões emergentes

Um resumo das projeções para as profissões emergentes identificadas

- **Transformação e Serviços Produtivos** lidera as projeções de demanda nas profissões emergentes no curto e médio prazo, sendo a segunda no longo prazo
- **Software e TI** é o segundo setor que mais demanda no curto e médio prazo, enquanto que lidera a demanda no longo prazo
- **Agricultura** é o setor com maiores lacunas entre oferta e demanda, ou seja, é o setor cuja oferta é menos capaz de atender a demanda
- Os setores de **Saúde** e **Software e TI** são os dois setores que não apresentam tendência de redução nas lacunas entre oferta e demanda ao longo do tempo

Conforme destacado na Figura 32, em todos os períodos, observa-se **que a maior demanda, em números absolutos de empregos, encontra-se no setor da Indústria de Transformação e serviços produtivos**, isto se deve ao fato de ser um setor cujo ambiente operacional tenderá a mudar significativamente, precisando de um novo perfil de profissionais de chão de fábrica, onde o número de operadores é maior. A demanda mais elevada também está em consonância com as estimativas do mapa do trabalho da indústria, que prevê que mais de 10 milhões de trabalhadores da indústria precisarão requalificação até 2025. Os dados apresentados na Figura 32 representam apenas profissões emergentes, mas que seguem a tendência mais geral descrita no mapa da indústria. Por outro lado, **o setor de Software e TI apresenta a segunda maior demanda no médio prazo e a maior demanda no longo prazo**. O aumento dessa demanda ao longo do tempo, em termos absolutos, reflete o aumento da necessidade de profissionais para suportar a digitalização dos outros setores. Destaca-se que neste setor existe uma considerável quantidade de profissionais que são qualificados informalmente mediante cursos curtos de treinamento. Esse tipo de formação não é visualizado nesta análise e vem a complementar as formações atuais dentro desse mercado, conforme já apontado.

O setor de Agricultura aparece em terceiro lugar em termos de demandas absolutas no médio e longo prazo, mas é o primeiro em termos de lacunas percentuais (lacunas entre oferta e demanda) (Figura 32). Os altos percentuais de lacuna refletem grandes oportunidades de melhoria. Nos últimos anos, a tecnologia tem avançado rapidamente neste setor e a oferta não tem acompanhado esta evolução. Esta demanda se refere tanto aos profissionais de grandes lavouras, quanto àqueles ligados à agricultura familiar. Sendo a digitalização da agricultura chave para a recuperação verde, diminuição do desmatamento e diminuição do êxodo para as grandes cidades, os cursos atuais precisam ser revistos com urgência para atender a demanda reprimida. Finalmente, **o setor de saúde tem as lacunas com os menores números absolutos dos quatro setores analisados, porém com um percentual acima de 50% (Figura 32)**. O número absoluto é inferior aos demais por se tratar de um setor que demanda poucos profissionais emergentes, mas que possuem inferência em toda a uma unidade hospitalar, como o caso do engenheiro hospitalar ou o consultor digital. Estes profissionais têm a capacidade de causar um grande impacto na eficiência dos hospitais e, dado o alto custo da saúde, um grande impacto nas contas públicas. Porém, deve ser levado em conta que a formação deste profissional é uma das mais complexas, por demandar conhecimentos de tecnologias avançadas e de medicina, duas áreas muitas vezes vistas como distantes pelos profissionais de ambas as partes.



9. RECOMENDAÇÕES FINAIS

A partir dos diferentes horizontes temporais analisados para os setores industriais e para as profissões emergentes, nesta última parte do relatório são apresentadas recomendações mais gerais para o curto, médio e longo prazo.

9.1. RECOMENDAÇÕES DE CURTO PRAZO

O curto prazo (próximos 2 a 3 anos) caracteriza-se por um período de grande necessidade de recuperação pós-pandemia causada pela COVID-19. Os resultados da pesquisa apontaram que, em todos os setores estudados, haverá uma aceleração da transformação digital como resposta à crise atual, buscando manter as operações e reinventar as atividades produtivas a fim de que as empresas não sejam afetadas da mesma maneira em oportunidades futuras. As lacunas de formação levantadas permitem visualizar um cenário de curto prazo com as seguintes necessidades imediatas.

- **Indústria de transformação e serviços produtivos.** Trata-se do setor que apresenta as maiores lacunas em números absolutos, no curto prazo, na formação profissional em áreas emergentes relacionadas à transformação digital, além de ser uma das principais lacunas proporcionais ao tamanho da oferta atual. As estimativas apresentadas neste trabalho mostram que a lacuna do setor tende a diminuir com as iniciativas já em andamento, mas a demanda imediata de qualificação é alta, alcançando um déficit de quase 300.000 profissionais nas profissões analisadas neste estudo. A urgência de investimento em curto prazo neste setor também se dá pela defasagem atual do setor quando comparado com outros países desenvolvidos e emergentes. Para que o Brasil possa melhorar sua competitividade será necessário um investimento imediato, principalmente nas profissões destacadas neste estudo. Uma vantagem deste setor é o fato de já possuir instituições fortes voltadas para a qualificação profissional e que já possuem planos ambiciosos para a formação digital no setor. Contudo, as informações levantadas apontam a criticidade da capacidade de oferta atual e que, mesmo com a estrutura atual sólida, existe uma necessidade também de atualização dos próprios educadores do setor.

A formação dos profissionais portadores de digitalização dentro da indústria permitirá um aumento da competitividade e redução de desperdícios, possibilitando de forma orgânica uma recuperação verde. Porém, acredita-se que o maior impacto ambiental será conduzido pelos profissionais dos serviços produtivos, transformando modelos de negócios tradicionais em modelos mais alinhados com a economia circular. Assim, mesmo que em números absolutos estes profissionais sejam menos demandados, seu impacto para a recuperação verde precisa ser considerado na hora de planejar políticas de educação. Ainda, conforme apontado, o setor de serviços produtivos tem o potencial de equilibrar a balança para os efeitos negativos da digitalização no número de empregos na indústria, fornecendo uma contrapartida àqueles que serão substituídos pelo aumento da eficiência através das tecnologias digitais.

O que fazer? Devido à urgência deste setor, para o curto prazo recomenda-se cursos rápidos focados nos *brownfields*, que permitam em poucos meses atualizar os operadores convencionais para que estes possam lidar com tecnologias digitais nos seus ambientes. Contudo, para que isto seja efetivo, é necessário o estabelecimento de parcerias entre o setor privado e o setor educativo, a fim de que os colaboradores tenham uma formação alinhada com as necessidades imediatas da indústria. Muitos destes colaboradores apresentarão resistência à mudança, pelo que a formação precisa considerar os aspectos sociais e não somente os técnicos. Ainda, pelo novo perfil destes operadores, mais mulheres podem ser incentivadas a entrar no setor, sendo que antes era mais voltado ao público masculino pelo predomínio do trabalho braçal. Além disso, para o curto prazo, experts em digitalização Industrial podem ser formados em um período de 18 a 24 meses através de especializações e mediante a reformulação de cursos já existentes. Esse tipo de formação de ser uma resposta rápida para à carência de profissionais qualificados com visão sistêmica, capazes de liderar a estratégia digital das operações produtivas. Chama a atenção que no atual sistema de formação profissional há uma baixa oferta de formação de profissionais com visão holística da transformação digital, sendo isto uma necessidade urgente. Cursos de especialização e a reformulação de cursos de graduação já existentes também se apresentam como uma solução rápida para o desenvolvimento dos profissionais de serviços produtivos.

- **Software e TI:** Dada a grande demanda reprimida e rápida formação de profissionais de base, este setor pode ser um vetor da recuperação de empregos no período pós COVID-19, além de ser um “empoderador digital” de pessoas de setores sociais mais vulneráveis. Formações de programador de apenas 5 a 6 meses conseguem transformar uma pessoa com ensino médio básico, que ganharia apenas um salário mínimo, em um profissional programador com salários de 2,5 a 4 mil reais iniciais. Porém, este público precisa ser atraído já que o contexto deles não promove a continuação de estudos, além de sofrerem muitas vezes baixa autoestima em relação a poderem atuar no segmento. O conteúdo de cursos desse tipo vem focando também no desenvolvimento das capacidades interpessoais e aspectos de conduta social, junto com o ensino de softskills. Ainda, políticas públicas e iniciativas privadas devem incentivar uma maior participação do público feminino, hoje desinteressado por este setor, muitas vezes apenas pela falta de entendimento do escopo de atuação.

O que fazer? Profissionais de base, como Programadores/Coders podem ser um caminho rápido para a recuperação verde mediante este setor. Para tanto, é necessário a oferta de cursos curtos em modalidades presencial e à distância. Ambas as modalidades são necessárias porque focam em públicos diferentes. Alunos de setores sociais vulneráveis precisam desenvolver habilidades socioemocionais que são difíceis de serem ensinadas de forma online para esse público-alvo, uma vez que demandam atividades práticas e instrutivas, além de estarem focadas em um público que pode não ter a infraestrutura necessária para a formação à distância. Ainda, para evitar a evasão, este público precisa ser motivado através de um ensino focado na resolução de problemas que façam sentido para sua realidade. Trata-se de um segmento com poucas barreiras para as distâncias geográficas, o que pode ser explorado como estratégia do país. Ainda, observou-se que o ensino destas profissões tem uma baixa demanda de recursos específicos. Portanto, esses cursos podem ser oferecidos em colégios e universidades, através de atividades de extensão, utilizando a capacidade já instalada na rede pública.

- **Agricultura:** O setor da agricultura apresenta uma das principais lacunas de formação, em termos percentuais. Ações imediatas precisam ser tomadas para levar a digitalização até o campo, viabilizando cultivos mais eficientes que demandem menores áreas e menor desgaste do solo. No que diz respeito ao grande produtor, este pode ter acesso a novas tecnologias embarcadas nos equipamentos de cultivo e colheita, porém precisa de profissionais para operá-las e utilizar de forma proveitosa os dados gerados. Dado que a atualização de currículos pode demandar um maior prazo, cursos complementares à formação básica dos técnicos e engenheiros pode ser uma saída rápida. Ao mesmo tempo, ações para levar a digitalização no pré- e no pós-cultivo ao pequeno agricultor permitirão aumentar os ganhos deste setor que é um dos maiores empregadores do Brasil. Neste aspecto, as ferramentas informáticas podem abrir novas oportunidades para mulheres no campo, como por exemplo, elas podem ter foco no marketing digital para escoamento da produção ou na utilização de aplicativos para controle de compras de insumos, controle de precipitações, planejamento da lavoura, entre outros fatores relevantes, mas ainda carentes no pequeno agricultor.

O que fazer? No curto prazo, este setor requer investimentos em formação técnica que inclua conceitos digitais. Diferentemente do setor da indústria de transformação, o qual requer maiores investimentos em novas carreiras, o setor da agricultura requer prioritariamente uma atualização ou a complementação de conteúdos digitais nas formações já existentes. Por exemplo, tanto o técnico de agricultura digital como o engenheiro agrônomo digital podem ser profissionais formados do *brownfield*, apenas com atualização dos seus currículos através de cursos específicos ou pós-graduações na área digital. Portanto, trata-se de uma área na qual há grandes oportunidades para a atualização do conteúdo e a criação de uma cultura digital dentro do segmento. Contudo, diferentemente de outras áreas, esta é uma que precisa de treinamento de campo para o uso das ferramentas digitais *in loco*. Portanto, cursos online podem ter uma efetividade muito limitada para o segmento em comparação com outros, sendo necessário utilizar a rede de capacitação já existente para veicular o conteúdo digital. Também, cursos curtos de capacitação específica, por exemplo sobre a utilização de *marketplace* para pequenos produtores ou sobre a utilização de drones para monitoramento podem ser oferecidos como formação complementar, sem a necessidade de criar uma formação completa técnica ou superior. Essa capacitação rápida e específica no segmento digital pode também ajudar a incentivar a permanência de jovens no contexto da agricultura familiar, que é um dos grandes desafios para a sustentabilidade do pequeno produtor.

- **Saúde:** A crise da saúde provocada pela pandemia evidencia a necessidade de um setor com mais intensidade tecnológica principalmente na área de atendimento ao paciente. Aspectos como a telemedicina são recentes e foram acelerados durante a pandemia. Em valores proporcionais ao tamanho da oferta, este setor tem maiores lacunas relativas acima de 50%. O setor é dominado por profissionais da saúde com formação clássica que não possui aspectos tecnológicos e digitais. Por isso, no curto prazo, o estudo apontou a necessidade de focar na formação de pós-graduação para a adaptação de profissionais com base de engenharia para este setor. No entanto, trata-se de um setor que requer investimentos focados no médio e longo prazo, pois há uma necessidade de intensificar conhecimentos em duas áreas complexas simultaneamente (saúde e tecnologias), tal como o engenheiro hospitalar e o engenheiro de dados da saúde.

O que fazer? No curto prazo, o setor precisa focar no treinamento dos profissionais da saúde no uso de ferramentas analíticas que permitam utilizar melhor os dados como suporte ao planejamento hospitalar. Capacitação em análise de dados e gestão da tecnologia hospitalar podem ser primeiros passos para uma formação mais específica, tanto de *greenfield* quanto de *brownfield*. Também, capacitações curtas para aumento da oferta de telemedicina e pós-graduações em atendimento suportado por inteligência artificial são formações com demanda crescente no curto prazo. Ainda, ações podem ser realizadas para fomentar que mais profissionais técnicos e engenheiros se interessem pela área da saúde, acelerando assim a inserção da digitalização e novas tecnologias. Além disso, por se tratar de uma área com muitos dados sensíveis, torna-se essencial a formação de especialistas em cyber-segurança.

9.2. RECOMENDAÇÕES DE MÉDIO PRAZO

Para o médio prazo, recomenda-se, de forma geral, o desenvolvimento de estratégias educacionais estruturantes, através da modernização da capacitação para a formação profissional, modernização de itinerários formativos e oferta de novos cursos técnicos e superiores totalmente alinhados com a nova demanda. Também, recomenda-se o desenvolvimento de políticas para incentivar o engajamento de mais jovens e mulheres nos cursos relacionados à digitalização. A seguir, apresentam-se essas recomendações detalhadas:

- **Formação dos professores:** No médio prazo, é necessário buscar atender a oferta projetada neste relatório através de novos profissionais da educação. Portanto, é importante desenvolver a formação educacional dos mesmos nos conceitos digitais, seja através de qualificações curtas (curto prazo) que se transformem em formações mais aprofundadas (médio prazo) seja mediante mestrados ou doutorados nas áreas correlatas à digitalização. É importante que essa formação contemple metodologias ativas, desenvolvimento de projetos práticos com empresas e organizações. Formatos como o doutorado e mestrado para inovação (DAI) do CNPq, que envolvem recursos compartilhados entre o governo e as empresas para o desenvolvimento de projetos aplicados podem ser um caminho para o desenvolvimento de ações concretas. Porém, não devem ser esquecidos os professores que já possuem mestrado ou doutorado, dado que estes também precisam ser incentivados a se atualizarem através de cursos de curta duração ou especializações em temas relacionados à digitalização.
- **Atualização curricular:** Conforme apontado, vários setores não demandam a criação de novos cursos, mas a atualização dos existentes. A inserção nos currículos de novas disciplinas alinhadas a conceitos tais como digitalização, novas tecnologias, economia circular, gestão de ágil de projetos, trabalho em equipe e resolução de problemas, pode trazer grandes benefícios sem causar um grande impacto na estrutura educacional existente. Ainda, driblando a rigidez dos currículos atuais, disciplinas eletivas e transversais focadas em projetos digitais podem ser uma alternativa. Podendo ainda incentivar que as mesmas sejam focadas na resolução de problemas da indústria da região onde a entidade educacional está inserida.
- **Criação de novos cursos:** Nas recomendações de curto prazo, enfatizou-se a formação rápida dos *brownfields*. Já, no médio prazo, é necessário atender novos perfis profissionais destacados no estudo. Para tanto, é necessário criar novos cursos técnicos nos perfis destacados no relatório, os quais não só atuarão diretamente na demanda apresentada, senão que tam-

bém servirão de base para a formação geral na digitalização nas áreas estudadas. Destaca-se que os novos cursos técnicos podem nascer da reformulação de cursos atuais, mas que precisarão desenvolver um novo *mindset* tanto no conteúdo como no formato de ensino. O relatório destacou perfis profissionais abrangentes e transversais, justamente para permitir que estes forneçam uma base de transformação de cada setor. O médio prazo deve estar focado em obter cursos que sejam capazes e formar de uma forma mais sólida e integral esses novos profissionais, não sendo mais somente profissionais reaproveitados (*brownfields*) de outras áreas, mas profissionais com um novo *mindset* (*greenfield*) totalmente centrados na transformação digital. Também, é necessário atualizar a estrutura curricular dos cursos técnicos existentes, garantindo que estes tenham os conteúdos digitais necessários para o setor, assim como aumentar a oferta de cursos de especialização. Há também oportunidade para a criação de novos cursos de graduação (por ex. engenheiro hospitalar), que sejam multidisciplinares e capazes de atender as lacunas apontadas.

- **Incentivo à interdisciplinaridade:** Tanto a formação técnica como a formação superior em áreas técnicas atuais apresentam limitações nos conceitos de automação e digitalização por serem limitadas ao conhecimento técnico específico da área. Uma das necessidades apontadas pela transformação digital é o incentivo a projetos conjuntos entre diferentes áreas para criar uma visão sistêmica na formação. Por exemplo, técnicos em automação industrial e técnicos em software podem ser incentivados ao desenvolvimento de projetos conjuntos, tal como cursos de graduação em engenharia elétrica com engenharia mecânica e de produção. A integração permite que os conteúdos digitais possam ser transversais e ajudar uma carência do Brasil de grande importância para a recuperação verde: o desenvolvimento de novos modelos de negócios centrados na transformação digital. Também, essa interdisciplinaridade deve ser incentivada entre as grandes áreas, como por exemplo entre as engenharias e a saúde, a fim de que as tecnologias digitais possam ser mais bem integradas com áreas hospitalares, por exemplo, como apontado nos resultados deste estudo.
- **Desenvolvimento de políticas para a inclusão digital.** No campo de políticas de incentivo, destaca-se a necessidade de criar mecanismos de incentivo para que mais jovens e mulheres se interessem pela procura de ensino técnico. Nesse sentido, há uma necessidade de valorização do profissional técnico no mercado, e é necessário apresentar ao público mais jovem a vantagem de realização de cursos técnicos voltados à transformação digital. Uma ação importante para esses incentivos é o fomento a competições que permitam a identificação de jovens talentos para a formação técnica, assim como o acompanhamento posterior dos mesmos na sua formação posterior. Os entrevistados identificaram uma falta de mecanismos de acompanhamentos a jovens bem-sucedidos em feiras de ciências ou olimpíadas de matemáticas, por exemplo, sendo formas de identificação para posterior captação de jovens com perfil de formação técnica. Nesse sentido, também é necessário incluir no ensino médio disciplinas de “inclusão digital” para desmitificar a programação e disciplinas afins. Além disso, as políticas precisam incentivar cursos para mulheres nas áreas digitais, uma vez que este grupo tem se mantido mais distante do processo geral de transformação digital, mas havendo muitas oportunidades para este público.

9.3. RECOMENDAÇÕES DE LONGO PRAZO

No longo prazo, espera-se o início da coleta dos resultados dos investimentos destacados no médio prazo. A partir disso, propõem-se ações que visem potencializar os desdobramentos das ações de médio prazo. A seguir, destacam-se as recomendações resultantes do trabalho:

- **Criação de plano de atualização dos cursos do Brasil vinculado à nota do MEC:** Uma forma de garantir a atualização curricular para uma maior ênfase na transformação digital é desenvolvendo um plano de atualização de cursos em todo o país que esteja vinculado à avaliação do MEC. A criação no médio prazo de casos, com novos cursos sendo lançados, assim como outros atualizados, serviriam para inspiração desta nova ação mais abrangente e incisiva na reformulação do perfil de educação profissional do Brasil, tanto no nível técnico como superior.
- **Maior integração de cursos técnicos com o ensino médio.** Seguindo os exemplos de outros países de sucesso na transformação digital (ex. Alemanha, Dinamarca), há uma necessidade de maior integração dos cursos técnicos com os cursos de ensino médio. As políticas de médio-longo prazo deveriam focar na possibilidade de um trabalho mais integrado, oferecendo currículos mistos na qual o aluno de ensino médio poderá ter mais oportunidade de desenvolver ensino técnico simultâneo, finalizando sua educação secundária com um potencial de inserção direto no mercado de trabalho. Isso permitiria encurtar o ciclo de formação para o mercado de trabalho, que é uma peça chave para a recuperação verde. Visto que o ciclo atual de formação profissional é mais prolongado, as necessidades digitais demoram muito a serem atendidas (vide as lacunas analisadas), enquanto esta ação permitiria acelerar o atendimento a essa demanda.
- **Aumento de oferta de cursos e de capacitação de professores em áreas menos favorecidas do país.** As entrevistas apontaram que um dos motivos de deficiência profissional em regiões menos industrializadas do país e a falta de ofertas adequadas com a região e a falta de professores capacitados para atender novas oportunidades. No longo prazo, é necessário desenvolver estratégias de qualificação de educadores nas temáticas com maior potencial de recuperação verde para essas regiões, como o caso de TI e software apontados neste estudo. Uma oportunidade é a criação de programas de interação dos cursos/escolas/faculdades dessas regiões com cursos de excelências do Brasil, de forma similar ao que acontece atualmente na pós-graduação com os programas de doutorado e mestrado interinstitucional (DINTER/INTER). Dessa forma, será permitido que programas de excelência desenvolvam formação em outras regiões com necessidades. Essa integração seria positiva para as regiões que possuem dificuldade de acesso a formação qualificada para o fortalecimento institucional visando uma melhor e maior oferta de formação futura nas áreas digitais.

APÊNDICE A – LISTA DE LITERATURA CONSULTADA

Autoria	Ano	Título	Resumo
LinkedIn	2020	Emerging Jobs Report in Brazil	Lista das 15 Profissões Emergentes em 2020 mapeadas pelo LinkedIn no Brasil, nove estão diretamente relacionadas à tecnologia da informação.
Bain & Company	2020	COVID-19 Fact base and potential implications for Brazil	Compara os resultados do Brasil com outros países. Perspectivas no país e impactos econômicos.
WEF	2020	Diversity, Equity and Inclusion 4.0: Global report	Descreve ferramentas e um guia para a inclusão.
Delloite	2020	Global Health Care Outlook	Analisa o futuro do trabalho para o setor de <i>Smart health</i> .
Delloite	2020	Returning to work after covid-19	Relatório global que descreve como a Covid-19 impactou as economias mundiais e apresenta como as empresas devem se adaptar para gerar valor e se manter durante e após a pandemia.
Delloite	2020	Global Human Capital Trends	Relatório global sobre os perfis e tendências de recursos humanos, e como o novo perfil de trabalhador deve ser considerado, sendo um perfil mais social, com aspectos mais humanos, trabalhando em conjunto com IA.
FIEP - SENAI	2020	Skills 4.0: Habilidades para a Indústria	Explora as habilidades necessárias para o profissional da Indústria 4.0.
IPEA	2020	Brasil Pós Covid-19	Amplo estudo dos impactos da COVID e as suas necessárias medidas de enfrentamento.
International Labor Organization - BRICS	2019	Inclusive Future of Work Brazil	Relatório brasileiro sobre o futuro do trabalho no Brasil e as necessidades de inovações tecnológicas, tendências em educação e as formas de trabalho não tradicionais.
Mckinsey	2019	Brazil Digital Report	Apresenta uma visão geral do Brasil, incluindo o atual cenário digital, empresarial e de inovação
CNI	2019	Building the future of Brazilian industry	Apresenta uma visão do cenário futuro da indústria brasileira.
Cicek	2019	Literature Overview - Quantitative Studies on Automation	Apresenta estudos de qualificação vocacional em diferentes cenários
BRICS	2019	Skills Gaps and Skills Development	Dados sobre skills relacionados a trabalho no Brasil.
SENAI	2019	Metodologia Senai de Ensino Profissional	Apresenta o método utilizado no sistema de ensino brasileiro para ensino profissional
Rios e César	2019	EDUCAÇÃO 4.0 – Educação em tempos da 4ª Revolução Industrial, necessidade de um novo olhar para a educação: um estudo de caso.	Aborda as novas competências que a Indústria 4.0 está impondo ao trabalhador do futuro e quais competências básicas são ofertadas.

Continuação...

OECD	2019	Preparing for the Changing Nature of Work in the Digital Era	Aborda como a transformação digital está mudando o mercado de trabalho e a necessidade de mudança.
BRASSCOM	2019	Relatório Setorial 2019	Apresenta perspectivas de emprego no setor de TI. Faz previsões de falta de profissionais na área. Apresenta sugestões de programas de formação para profissionais no setor.
SOFTEX	2019	Persona TI	Caracterização do profissional de TI e evolução de suas principais especificidades nos últimos 10 anos.
Exsto	2018	Indústria 4.0 e as profissões do futuro	Traz um paralelo de 8 setores que a tecnologia revolucionará e 30 profissões do futuro nos segmentos automotivo, TI, alimentício, construção civil, máquinas e equipamentos, químico e petroquímico, têxtil e vestuário e petróleo e gás.
PWC	2018	Workforce of the future: The competing forces shaping 2030	Apresenta uma perspectiva para 2030 e faz comparações de diferentes cenários.
OECD	2018	Empowering women in the digital age	Relatório com foco em mulheres na transformação digital.
KPMG	2018	The Digital Age - the women's era	Apresenta o papel das mulheres na era digital.
CIP	2018	Transformação Digital	Oportunidades e desafios da transformação digital
Mckinsey	2018	Preparing Brazil for the future of work: jobs, technology and skills	Relatório que apresenta qual o futuro do trabalho no Brasil e os conhecimentos necessários.
Deloitte	2018	Insights sobre Transformação Digital e Oportunidades para TICs no Brasil	Ações prioritárias para o desenvolvimento do Brasil: desde a análise de tecnologias até talentos.
OIT	2018	Futuro do Trabalho no Brasil	Diálogos sobre o futuro do trabalho nos ambientes de produção, sobre o desenvolvimento sustentável no trabalho e sobre as formas de governança para o futuro do trabalho.
World Bank Group	2018	Skills and Jobs in Brazil: An Agenda for Youth	Retrata o prognóstico da situação dos jovens no Brasil, trata de skills técnicos e socioemocionais, também abordando a influência do estudo por região.
FORBES	2018	How Brazilian firms are tackling the digital skills gap	Apresenta como Brasil está enfrentando a carência de skills digitais no mercado.
MCTIC	2018	Brazilian digital transformation strategy	Apresenta um prognóstico das indústrias brasileiras frente a transformação digital por região.
Estado do RS	2018	Diretrizes estratégicas para o Rio Grande do Sul 2018/2028	Apresenta o sistema gaúcho de inovação, as tecnologias, essenciais para o futuro competitivo do setor produtivo gaúcho.
Graglia e Lazzerchi	2018	A Indústria 4.0 e o Futuro do Trabalho: Tensões e Perspectivas	Concentra-se não apenas na automatização e robotização do processo de produção, mas nas novas formas de execução do trabalho em todos os setores da vida econômica.
Zackiewicz	2018	O futuro do trabalho	Apresenta como a complexidade da transição para a nova economia requer novas ideias e novas soluções.



Continuação...

Souza e Vasconcelos	2018	Os desafios da educação profissional com a chegada da 4ª revolução industrial	Aborda o perfil da educação no contexto da Indústria 4.0.
CNI	2017	Oportunidades para indústria 4.0	Apresenta a presença do financiamento do FINEP para capacitação dos recursos humanos.
OECD	2017	OECD Science, Technology and Industry Scoreboard	Analisa diversos países, incluindo o Brasil e como serão afetados de maneira geral pela transformação digital.
Friedrich E. Stiftung Brasil	2017	Digitalização e o futuro do trabalho	Analisa os desafios atuais diante do avanço da digitalização e da globalização, menciona linhas de ação para o futuro e análises sobre o futuro do trabalho que são de ordem mais geral, com aplicabilidade.
WEF	2016	The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution	Apresenta tendência de empregos; habilidades necessárias; estratégia para futuros trabalhadores; questão dos gêneros e barreiras para mudança; presença da mulher no trabalho na quarta revolução industrial; desenvolvimento de talentos femininos.
CNI	2016	Challenges for industry 4.0 in Brazil	Apresenta as principais áreas de digitalização e o relacionamento com os recursos humanos.
Walwei ILO	2016	Digitalization and structural labour market problems: The case of Germany	Aborda os principais problemas no trabalho através do advento da transformação digital na Alemanha.
SEBRAE	2015	Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira - Região Norte	Análise das micro e pequenas empresas na região Norte e das remunerações dos trabalhadores, por exemplo.
Inova Consulting	2015	As 50 Profissões do futuro	Apresenta uma projeção sobre 50 profissões que surgirão no futuro. As projeções foram realizadas em 2014 com um grupo de empresas consultoras.
OECD	2015	Educational Policy in Brazil - Country Profile	Reporte dos principais índices de educação brasileiros, da educação básica à avançada. Apresenta dados do ensino profissionalizante, com comparação entre o Brasil e média dos países da OCDE.
CGEE - MCTI	2015	Mapa da educação profissional e tecnológica	Relatório sobre a capacitação tecnológica e profissional no Brasil.
WEF	2018	The Future of Jobs Report	Apresenta a preparação para o trabalho do futuro, com foco em modelos de negócios, estratégias para digitalização, futuro do trabalho.
Embrapa	2019	Agricultura familiar: desafios para a sustentabilidade socioeconômica e ambiental	Apresenta os desafios da sustentabilidade na agricultura familiar na Amazônia, comparando os aspectos de geração de renda para famílias em relação a determinadas culturas e como as dimensões da sustentabilidade e os ODS estão relacionadas a isso.
WRI Brasil	2020	Uma Nova Economia Para Uma Nova Era: Elementos Para A Construção De Uma Economia Mais Eficiente E Resiliente Para O Brasil	Apresenta investimentos em infraestrutura de qualidades que podem impulsionar as dimensões da sustentabilidade; quais são as oportunidades de inovação industriais e de uma agricultura de baixo carbono.

APÊNDICE B – LISTA DE ENTREVISTADOS

Os entrevistados foram escolhidos considerando três setores principais, governo e entidades patronais, academia e empresas. Todos os especialistas foram escolhidos considerando sua relação com a educação profissional e/ou sua experiência com a transformação digital. As tabelas abaixo apresentam os nomes dos entrevistados e uma breve descrição de seu campo de atuação. Todos os especialistas foram entrevistados no período de 20/07/2020 a 13/08/2020. O instrumento de pesquisa utilizado para a condução das entrevistas é apresentado no Apêndice C.

Especialistas do governo e entidades patronais

Entrevistado	Cargo e empresa
Adriana Depieri	Coordenadora do GT-Capital Humano da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 . Assessora de Educação Profissional e Tecnológica do MEC
Claudio Goldbach	Diretor da ABII - IoT e Indústria 4.0
Édson Bolfe	Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária
Felipe Morgado	Gerente Executivo de Educação Profissional e Tecnológica – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI – Departamento Nacional
Jamile Sabatini Marques	Diretora de Inovação e Fomento na ABES e Pesquisadora Pós Doc na Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo .
Johannes Klingberg	Diretor executivo - VDI-Brasil - Associação de Engenheiros Brasil-Alemanha
Marcelo Prim	Gerente Executivo para Inovação e Tecnologia – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI – Departamento Nacional
Rozalino Aguiar	Supervisor técnico de assistência técnica e gerencial, SENAR-MA , Produtor Rural.
Sergio Sgobbi Izabella Cesar	BRASSCOM (Brasscom, Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação)

Especialistas da Academia

Entrevistado	Cargo e empresa
Anderson Borille	Coordenador do Centro de Competência em Manufatura (CCM), e diretor de operações do Fraunhofer Project Center no ITA.
Anelise Ramos	Professora Escola Família Agrícola da Serra Gaúcha - EFASERRA (Caxias do Sul)
Cristiane Iata	Mentora de liderança feminina. Doutorado em Lideranças femininas na área de TIC. Head dos Projetos da VP de Talentos na ACATE - Associação Catarinense de Tecnologia
Felipe Menezes	Cofounder da WTF! School .
Michel Rassy	Program Head, ONG Recode . Diretor Associado de Admissões, IESE .
Ricardo Alexandre Diogo	Professor da Engenharia de Controle e Automação (Mecatrônica) - PUCPR . Membro do grupo gestor do programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior (PMG – EUA)
Rodrigo Andreao	Membro GT-Capital Humano da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 . Professor e Pesquisador do Instituto Federal do Espírito Santo .

Especialistas de Empresas privadas

Entrevistado	Cargo e empresa
André Mombach	Coordenador Geral da Cooperativa Girassol
Danilo Cavalcanti Gomes	Fundador do iRoots , <i>marketplace</i> de pequenos produtores. Técnico do SEAPA-RS .
Flavio Souza	Diretor na Valfilm Ind. Com. Plásticos Ltda (Manaus)
Karen Duque	Government Affairs & Public Policy Manager, Google
Paulo Xavier	Membro GT-Capital Humano da Câmara Brasileira da Indústria 4.0. Socio manager para América Latina da Technicolor , coordenador da Comissão de Desenvolvimento Automação e Inovação (CEDAE) do Centro da Indústria do Amazonas (CIEAM)
Ricardo Cardoso	Engenheiro, App Developer, Data Analyst em Saúde e Pesquisador no Hospital Moinhos de Vento
Roberto Gordilho	CEO da Gersaúde , autor livro Maturidade de Gestão Hospitalar e Transformação Digital, Os caminhos para o futuro da Saúde
Ruth Angelina Martins	Video Platforms & Product Development Diversity & Inclusion Leader at Vivo/Telefônica
Silvia Cobo	Digital Advisor - Microsoft . Membro do movimento #SerMulherEmTech
Silvio Meira	Cientista-chefe em The Digital Strategy Company, Fundador do PORTO DIGITAL .



APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA

Descrição geral do entrevistado e sua organização

1. Nome, cargo e área de atuação.
2. Você poderia explicar brevemente sua atuação na digitalização/transformação digital?

Cenário atual do mercado: motivadores e barreiras.

1. Como você enxerga hoje a digitalização no seu setor?
2. Qual o cenário (motivadores e barreiras) no Brasil?
3. Qual está sendo o impacto da Covid-19 no seu setor?
4. Qual a relação entre a digitalização e a sustentabilidade, no seu setor?
5. Qual o papel da digitalização para uma recuperação pós-pandemia, no seu setor?

Cenário atual da educação

- Como o perfil profissional atual atende (ou não) a esse cenário de digitalização?
- Como estes profissionais estão sendo formados ou capacitados atualmente? Qual o papel da formação profissional e ensino superior?
- Quais as deficiências na forma de educação atual em relação à digitalização?
- Como você enxerga a disponibilidade de formação relacionada à digitalização e a procura dessa formação dentro do mercado?
- No seu setor, quais as oportunidades para jovens e mulheres na digitalização? E, particularmente, na região norte?

Cenário futuro do mercado: Tendências e projeções

- Quais são as profissões que estão sendo ou serão mais afetadas pela digitalização no seu setor?
- Existem novas profissões surgindo ou que surgirão no seu setor por causa da digitalização?
- Que proporção de aumento de demanda você prevê para profissionais ligados à digitalização no curto, médio e longo prazo (i.e. 2, 5 e 10 anos)?
- Você prevê a diminuição de demanda por algum tipo de profissional por causa da digitalização? Se sim, qual sua previsão para curto, médio e longo prazo (i.e. 2, 5 e 10 anos)?

Cenário necessário na educação

- Quais ações devem ser tomadas em termos de educação para acelerar a retomada do emprego no pós-Covid-19?
- Como motivar para que mais pessoas (inclusive jovens e mulheres) optem por formação relacionada à digitalização?
- No caso de novas profissões ou habilidades, como este profissional deve ser formado? Ele deriva de alguma profissão já existente?

APÊNDICE D – ANÁLISE DETALHADA DAS PROFISSÕES EMERGENTES POR CADA SETOR

Profissões emergentes no setor de software e TI

Profissões emergentes	Definição	Requisitos de formação	Fonte
Gestor(a) de mídias sociais	Pessoas responsáveis pela imagem, pelo relacionamento e engajamento e pela prospecção de uma empresa nos canais digitais.	Marketing digital, criação de conteúdo, copywriting, gestão, análise de dados, plano de ação, tecnologias digitais, aplicativos	LinkedIn; Experts entrevistados
Programador/coder	Este profissional é capaz de atuar em todas as etapas de desenvolvimento de um site ou aplicativo.	Conhecimento em internet, comunicação; hardware, software.	Experts entrevistados, SENAI (2018)
Especialista em Cloud	Atua na análise dos indicadores do ambiente computacional, verifica a evolução da infraestrutura e otimização destes recursos.	Conhecimento em internet, em redes, programação e software.	Experts entrevistados
Analista de segurança cibernética	Identifica riscos existentes ou em potencial que impactam a segurança de informações; desenvolver controles ou ações para mitigar riscos de segurança de informações.	Monitoramento da rede; previsão de falhas; simulação de ataques; plano de ação; trabalho em equipe	Experts entrevistados, SENAI (2018)
Engenheiro de software	Profissionais capazes de automatizar, centralizar e otimizar todos os processos de uma fábrica e de sua matriz recorrendo a softwares feitos sob medida (customizados).	Habilidade com programação, raciocínio lógico, análise de dados, mentalidade digital, resolução de problemas, comunicação, trabalho em equipe	SENAI (2018)
Especialista em inteligência artificial	Profissional responsável por projetar e criar objetos artificiais, que solucionem problemas ou executem seu trabalho de forma independente, como os carros que se movem sozinhos ou robôs que trabalham na área da logística.	<i>Data science</i> , programação, estatística, <i>storytelling</i> , trabalho em equipe.	WEF (2020)
Cientista de dados	Profissional com forte visão de negócios, juntamente com a capacidade de comunicar os resultados a partir da análise de big data, tanto para os líderes de negócios quanto para seus pares, de uma forma que influencie como uma organização posiciona-se diante dos desafios do mercado.	Cinco conhecimentos primordiais: <i>Machine learning</i> ; <i>deep learning</i> ; linguagem de programação Python; ciência de dados; Inteligência artificial (IA)	WEF (2020); LinkedIn (2020)



Continuação...

Engenheiro de banco de dados	É o responsável por construir a infraestrutura e os sistemas para organização dos dados de uma empresa. Atua no armazenamento, na distribuição e na recuperação dessas informações com foco na otimização do desempenho delas. Em termos gerais, trata-se de um engenheiro de software especializado em backend.	Cinco conhecimentos primordiais: Apache Spark; Apache Hadoop; grandes bancos de dados; Apache Hive; e a linguagem de programação Python	WEF (2020); LinkedIn (2020)
Especialista em Blockchain	Profissional é responsável por reinventar serviços e modelos de negócios e tem como objetivo a automação de contratos	Programação, Modelagem estatística, conhecimento do negócio, comunicação, visualização de dados, capacidade analítica, criatividade.	Experts entrevistados, Sebrae (2019), MIT Courses, E-MEC
Programador de jogos digitais	Profissional que desenvolve e realiza manutenção de games.	Conhecimento em programação, experiência do usuário, storytelling, gerenciamento de projeto	WEF (2020)
Programador multimídia	Elaborador de programas de multimídia, baseando-se nos dados fornecidos pela equipe de análise e estabelecendo os diferentes processos operacionais, para permitir o tratamento automático de dados.	Simulação, modelagem 3D.	WEF (2020)
Desenvolvedor de sistemas	Profissional que desenvolve programas para computadores e outros dispositivos computacionais.	Conhecimento de software, arquitetura de software, experiência do usuário.	WEF (2020)

Profissões emergentes no setor de transformação e serviços produtivos

Profissões emergentes	Definição	Requisitos de formação	Fonte
Analista de transformação digital/Expert em digitalização Industrial	Profissional que sabe como digitalizar processos e tem conhecimentos transversais dos processos da indústria, trazendo conhecimento de direcionamento de o que deve ser feito para dentro da indústria.	Processos da indústria, mapeamento de processos, otimização de processo, indicadores de desempenho, plano de ação, tecnologias digitalização.	Experts entrevistados
Operador digital	Profissional do chão de fábrica com conhecimento básico para análise de dados e operação das máquinas.	Operacional, informática básica, processos, gestão, análise de dados, tomador de decisão simples.	Experts entrevistados
Programador de unidades de controles eletrônicos	Acessar e reprogramar unidades de controle eletrônico por meio de protocolos de comunicação via scanner ou interfaces; diagnosticar e analisar dados de testes para sistemas automotivos, subsistemas ou componentes.	Programação, infraestrutura, comunicação, análise de dados, tomadores de decisão.	INOVA (2015)
Técnico em informática veicular	Inspeccionar ou testar partes para determinar a natureza ou a causa de defeitos ou avarias; instalar equipamentos para testes, motores ou acessório; customizar funcionalidades do veículo, corrigir problemas.	Veículos, manutenção, motores, simulação e análise de testes, programação.	INOVA (2015)



Continuação...

Gestor de trend-innovation	É um profissional com a responsabilidade de integrar o conhecimento do futuro pelas tendências e a inovação em diversas áreas da empresa. Com papel articulador, busca novas formas de fazer as coisas, promovendo redução de custos e tornando processos mais eficientes.	Administração e gestão, inovação, custos, riscos, sustentabilidade, comunicação, gestão de projetos, gestão de recursos.	INOVA (2015)
Profissional de planejamento logístico	Profissional de planejamento e controle logístico da produção e de suprimentos e distribuição.	Curso técnico em PCLP.	Mapa do Trabalho - SENAI (2019)
Profissional de impressão 3D	Um especialista em impressão 3D que fabrica tudo o que uma pessoa precisa – de roupa a alimentos, medicamentos ou peças de decoração, através da evolução que a tecnologia tem permitido.	Tecnologias 3D, materiais de impressão, programação, modelagem 3D, trabalho em equipe, relacionamento com cliente.	INOVA (2015)
Técnico em eletromecânica	Atua na gestão da montagem e da manutenção de sistemas mecânicos, elétricos e automatizados e no desenvolvimento de projetos de sistemas de máquinas e equipamentos industriais.	Curso técnico em Eletromecânica.	Mapa do Trabalho - SENAI (2019)
Condutores de processos robotizados	Preparam e programam robôs para operação. conduzem processos produtivos de operações com robôs; controlam parâmetros de aplicação de materiais e realizam manutenção de rotina em robôs. elaboram documentação técnica (registro de dados de desempenho das máquinas, fichas de controle, etc.).	Ensino superior e curso profissionalizante.	Mapa do Trabalho - SENAI (2019)
Engenheiro de exoesqueletos de propulsão	A propulsão associada à mobilidade reinventa os transportes, a medicina e as profissões de risco. A adoção de tecnologia vestível com foco na propulsão vai requerer um grupo de profissionais especialistas nestas áreas.	Mecânica, engenharia mecânica, propulsão, exoesqueleto, transporte, medicina (anatomia).	SENAI (2018)
Profissional de eletromobilidade	Realizar diagnósticos de motores a combustão interna e/ou elétricos e todas as atividades de manutenções preditiva e preventiva de veículos híbridos.	Veículos à computação, veículos elétricos, mecânica dos veículos, manutenção preventivo.	SENAI (2018)
Mecânico especialista em telemetria	Programar computadores e realizar diagnóstico e reparo em redes eletrônicas.	Programação, redes e conexão de redes eletrônicas.	SENAI (2018)
Especialista de Serviços	Profissional que atua nas operações de empresas de serviços, contemplando o projeto da infraestrutura, dimensionamento e planejamento de operações, controle de qualidade dos processos e otimização de localização de instalações.	Engenharia de Serviços	Mapa do Trabalho - SENAI (2019)



Continuação...

Gestor de economia circular	A produção do lixo pela indústria, que ganha o foco da mídia e da opinião pública, alinhada às políticas de governança gera demanda por este tipo de profissional. Direcionamento correto para os resíduos e a transformação do lixo em fonte de renda são as atividades primordiais do profissional.	Resíduos, transporte, saúde e segurança, tecnologias de monitoramento, tecnologias de melhoria de rotas; tecnologias sustentáveis, gestão, trabalho em equipe	INOVA (2015)
-----------------------------	---	---	--------------

Profissões emergentes no setor de agricultura

Profissões emergentes	Definição	Requisitos de formação	Fonte
Operador de drones	A demanda por drones (aviões não tripulados) em áreas como varejo, correios, segurança, monitoramento, etc., pedirá guias experientes.	Drones, aviação, rotas, velocidade, aceleração.	Experts entrevistados
Técnico em agricultura digital	Técnicos desse nível precisam entender tanto de processos do campo quanto de TICs para encontrar soluções práticas para a produção rural.	Agricultura e plantio, recirculação das águas, plantio inteligente, plantio à distância, tecnologias sustentáveis e tecnologias de digitalização.	SEMESP (2018); Experts entrevistados
Designer de máquinas agrícolas	Trabalhará em busca de soluções seguindo padrões de sustentabilidade ambiental, econômica e social para as máquinas agrícolas.	Desenvolvimento de produto; tecnologias de digitalização; dimensões de sustentabilidade; conhecimento em design.	SEMESP (2018)
Agricultor urbano	Atuará acompanhando e arquitetando a evolução do cultivo de alimentos nas grandes cidades.	Tecnologia de digitalização, plantas e formas de plantio, análise de dados da produção agrícola, relevo e topografia da região.	SEMESP (2018)
Engenheiro Agrônomo Digital	Profissional com conhecimentos de Engenharia Agrônômica e agricultura digital, conhecendo as tecnologias digitais para aplicação conhecendo as tecnologias digitais para aplicação tanto nos processos quanto negócios, assim projetando fazendas com base nas tecnologias digitais.	Tecnologia de digitalização, plantas e formas de plantio, análise de dados da produção agrícola, relevo e topografia da região.	Experts entrevistados
Técnico em agronegócio digital	Profissional focado em negócios a partir do uso de TICs considerando todos os elementos do campo, desde plantio, cuidados com animais e clima para melhorar o agronegócio.	Análise de dados, programação e gestão.	Experts entrevistados
Cientista de dados agrícola	Profissional com conhecimento mercadológico agrícola, conhecimento de softwares, de plantio e de geoprocessamento.	Análise de dados, programação, estatística, mercado agrícola.	Experts entrevistados
Engenheiro de automação agrícola	Profissional especializado na área de automação para a agricultura.	Conhecimento em tecnologias de automação, agricultura e diferentes plantações, processos agrícolas, trabalho remoto, conectividade.	SEMESP (2018)

Profissões emergentes no setor da saúde

Profissões emergentes	Definição	Requisitos de formação	Fonte
Engenheiro hospitalar	Engenheiros com conhecimentos técnicos para lidar com equipamentos hospitalares de alta tecnologia, e TICs, focado na melhoria de processos.	Engenharia, automação, digitalização e programação.	INOVA (2015) e Experts entrevistados
Técnico em telemedicina	Profissional que é parte de uma equipe que oferece diagnóstico e tratamento para os habitantes de áreas mais remotas.	Multimídia, analista de redes e saúde.	INOVA (2015) e Experts entrevistados
Gestor de qualidade de vida	Mapear riscos de problemas de saúde que colaboradores podem desenvolver e melhorar as condições do ambiente de trabalho – promovendo a busca pelo equilíbrio entre a vida pessoal e profissional – é função do gestor de qualidade de vida, uma das profissões do futuro.	Big data, análise de dados, <i>machine learning</i> e medicina do trabalho.	INOVA (2015) e Experts entrevistados
Conselheiro genético	Identificam através de AI e dão suporte para famílias que têm membros com desordens genéticas ou aquelas que podem ter o risco de uma variedade de condições predispostas.	<i>Machine learning</i> e medicina.	Deloitte (2020) e Experts entrevistados
Geomicrobiologistas	Profissionais que unem geologia, ciências do meio ambiente e microbiologia para estudar como micro-organismos podem ajudar a fazer novos medicamentos e diminuir a poluição.	Geologia, farmácia e microbiologia.	INOVA (2015)
Bioinformacionista	Cientistas que trabalharão com informação genética, servindo como uma ponte para cientistas que trabalham com o desenvolvimento de medicamentos e técnicas clínicas.	Farmácia, big data, análise de dados, genética.	INOVA (2015)
Técnico de assistência médica digital	Tem a função de examinar, diagnosticar e gerenciar dados da saúde, fornecendo informações para os demais departamentos e gestores dos hospitais.	Simulação, <i>machine learning</i> , gestão de RH.	Deloitte (2020)
Consultor digital	Profissional que otimiza processos e procedimentos de rotina usando tecnologias de ponta.	Conhecimentos tecnológicos, conhecimentos de medicina, análise de dados.	Deloitte (2019)
Consultor analítico	Profissional que fornece informações especializadas para a equipe de cuidados.	Conhecimentos tecnológicos, conhecimentos de medicina, análise de dados e inteligência artificial.	Deloitte (2019)



Continuação...

Médico gerente de cuidados complexos / integrador de cuidados	Médico gestor da equipe de cuidadores do estado futuro das pessoas, liderando uma equipe de cuidados integrados para pacientes e populações.	Análise de dados e inteligência artificial, comunicação empática de dados, capacidade de alavancar big data e conhecimento externo, conhecimento de medicina e desempenho da equipe.	Deloitte (2019)
Médico procedimentalista	Os procedimentalistas realizam procedimentos diagnósticos ou terapêuticos que serão apoiados pela robótica, permitindo nanocirurgia, intervenções remotas e outras intervenções habilitadas por máquinas.	Conhecimentos tecnológicos; conhecimentos de medicina; habilidades para colaborar em redes.	Deloitte (2019)
Engenheiro de dados da saúde	Profissional com forte base em exatas mais conhecimento da área da saúde com forte atuação em gestão de processos para a tomada de decisão a partir do uso de dados.	Estatística, programação, saúde, processo de saúde	Experts entrevistados
Engenheiro de produção/Gestão de leitos	Profissional focado na utilização de dados para a otimização dos processos hospitalares, layout das salas e filas de salas de cirurgia e áreas de internação.	Processo, gestão, melhoria do processo, filas	Experts entrevistados
Cuidador digital	Profissional responsável por cuidar idosos usando tecnologias digitais e de automação (robôs).	Automação e programação, fisioterapia e saúde geral.	WEF (2020)



Por meio da:

