



## Validação por método Delphi de estudo de prospecção tecnológica com foco em produtos médicos e dispositivos inteligentes para segurança e bem-estar

Isadora Oliveira Leal, Robert Eduardo Cooper Ordoñez – Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp

### Introdução

A saúde é, de fato, uma das maiores preocupações do ser humano. Tal sentimento pode ser justificado pelo fato de a saúde interferir diretamente na qualidade de vida da população, estando presente, por exemplo, no IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), que é uma medida resumida e de longo prazo do desenvolvimento humano. Este, tem como uma de suas dimensões básicas a saúde e de acordo com o ranking 2018 desse índice (UNITED NATIONS, 2018), o Brasil ocupa hoje a 79ª posição.

Outro importante índice que pode ser citado é o IPS (Índice de Progressão Social), definido como a capacidade de uma sociedade atender às necessidades humanas básicas de seus cidadãos, estabelecer os componentes básicos que permitam aos cidadãos e às comunidades melhorar e manter a qualidade de vida e criar as condições para que todos atinjam seu pleno potencial (PORTER et al., 2015). Esse índice tem como uma de suas três dimensões básicas “fundamentos de bem-estar” que tem por sua vez “saúde e bem-estar” como um de seus componentes em que é avaliado se há condições para que os cidadãos tenham vidas saudáveis. O Brasil aparece na 42ª posição no ranking de 2015, enquadrando-se no grupo de países com progresso social médio alto.

Diante de tal cenário fica evidente que, apesar das mazelas e muitos pontos de melhoria ainda presentes, o Brasil é bem classificado no quesito saúde em relação aos demais países do mundo. Visando não só melhorar como também possibilitar ao país manter esse quadro positivo, é preciso viabilizar o desenvolvimento e a atualização do setor industrial brasileiro nessa área, enquadrando-se no cenário já em curso da 4ª Revolução Industrial.

Tais constatações ressaltam a importância de estudar-se os fatores atrelados a produtos médicos e dispositivos inteligentes para segurança e bem-estar que podem ser determinantes para o sucesso dessa indústria, sendo eles capazes de influenciar de forma significativa não só a indústria, mas também a economia e a sociedade como um todo. Para tanto, buscou-se no projeto dos presentes autores da quota 2018/2019 do PIBIC-UNICAMP, intitulado “Estudo de prospecção tecnológica com foco em produtos médicos e dispositivos inteligentes para segurança e bem-estar”, conhecer as tecnologias existentes na literatura, o cenário em que estão inseridas, além de fazer uma busca amostral de patentes, possibilitando a identificação das oportunidades de melhoria do setor. Objetivou-se nessa nova proposta realizar as etapas finais do estudo de prospecção tecnológica referentes à consulta a especialistas por meio da metodologia Delphi constituída por duas etapas. A primeira para validação dos problemas mapeados no primeiro projeto e uma segunda para validar o consenso entre os especialistas respondentes a respeito dos resultados, além de obter informações de propostas de solução/adequação das problemáticas.

### Metodologia

Uma síntese da metodologia baseada em Gil (2002) pode ser vista na Figura 1 sendo que aparece em destaque pelo círculo vermelho a etapa foco do presente estudo. Teve-se ainda como base da metodologia a prospecção tecnológica aplicada através do “Modelo SENAI de Prospecção” (Caruso et al. 2004) com adoção da abordagem Visão (*Foresight*) por se tratar de uma metodologia qualitativa que pode ser definida como a antecipação de possibilidades futuras com base em interação não estruturada entre especialistas, cada um deles apoiado exclusivamente em seus conhecimentos e subjetividades.

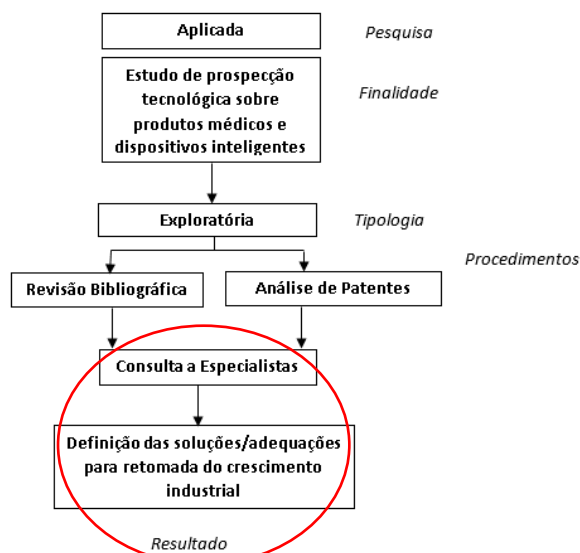


Figura 1: Síntese da metodologia utilizada. Fonte: Elaboração própria.

Tal metodologia tem como instrumentos técnicos os estudos setoriais e os painéis Delphi, foco do presente trabalho. O primeiro consiste na análise/mapeamento das informações encontradas a respeito do tema. Já o segundo pode ser definido como rodadas de questionários apresentados ao grupo de especialistas até a obtenção do consenso, podendo ser do tipo presencial ou virtual (Linstone, 2002).

Para o desenvolvimento do painel Delphi submeteu-se a documentação ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNICAMP) e recebeu-se a aprovação com a identificação do processo dada pelo número CAAE 04165718.4.0000.5404. O envio dos questionários começou ainda no projeto da quota 2018/2019 no início de 2019 com uma amostra de cerca de 30 especialistas da tríplice hélice (academia, indústria e governo).

No projeto atual foram contatadas 75 empresas, das potenciais 574 brasileiras, participantes da 26ª edição da Hospitalar, um dos maiores e mais relevantes eventos do setor da saúde no Brasil realizada em maio de 2019. A seleção das empresas foi feita subjetivamente buscando-se as que tivessem maior ligação ao contexto da indústria 4.0 através da análise de suas atuações e conteúdos de seus sites. Além disso, foram selecionados respondentes de universidades públicas paulistas através da área de atuação dos laboratórios e dos departamentos. Foram selecionados ainda docentes do curso de engenharia biomédica das universidades federais brasileiras. Ao todo, entrou-se em contato com 53 especialistas.

Para a análise das respostas ao primeiro questionário aplicado fez-se uso do método de Lawshe. O procedimento é fundamentado na

aplicação de questionários a especialistas avaliando cada critério do questionário dentre três categorias sendo elas essencial; importante, mas não essencial; e não importante (AYRE; SCALLY, 2017). Por fim, foram feitas pesquisas no site de buscas Google com termos mais livres que buscassem relacionar os produtos médicos aos subtemas resultantes do método Lawshe e ao Brasil.

## Resultados e Discussão

Após o envio eletrônico do primeiro questionário para cerca de 150 especialistas da tríplice hélice, foram obtidas 9 respostas válidas no total. A primeira dimensão tratou do perfil dos respondentes e foi sintetizada na Figura 2. A segunda dimensão refere-se ao ambiente de trabalho dos especialistas e sua síntese também é apresentada por meio da Figura 3.

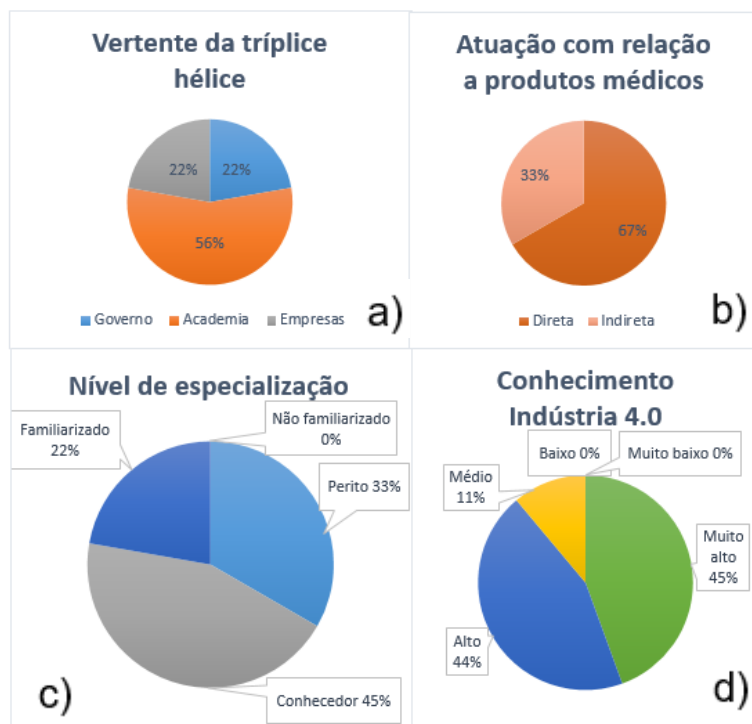


Figura 2: Informações a respeito do conhecimento dos especialistas respondentes a) com relação a vertente da tríplice hélice a que pertencem; b) com relação ao tipo de atuação no que se refere aos produtos médicos; c) com relação aos equipamentos médicos e dispositivos inteligentes; d) com relação a indústria 4.0. Fonte: elaboração própria.

As grandes áreas de influência são a temática da terceira dimensão do questionário. Buscou-se identificar os principais fatores dentro de macrotemas que teriam maior influência no desenvolvimento industrial do setor em estudo. No quesito tecnologia, os fatores mais expressivos, além dos “Sensores/Atuadores” e “IA/IoT” assumidos como importantes pela busca de patentes, foram “Novos materiais”, “Gestão de Big Data”, “Digitalização/Ciberfísico” e “Gestão da Informação e do Conhecimento Tecnológico”. Os respondentes destacaram o *open source design* como fonte

alternativa de conhecimento, a manufatura aditiva como uma tecnologia transformadora, a importância dos sensores e atuadores para o contexto clínico e as demandas por materiais inteligentes ou biomiméticos para a área médica.

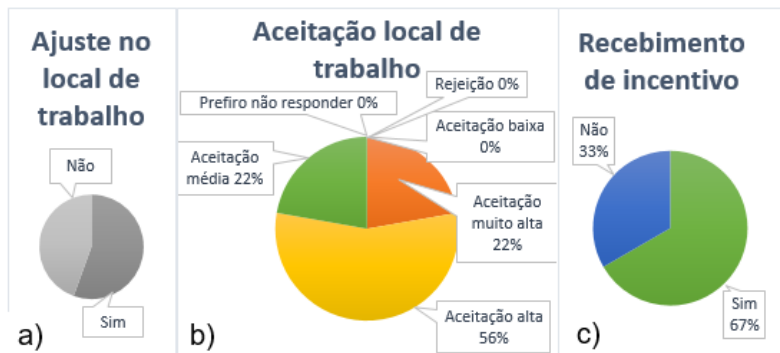


Figura 3: Informações a respeito do ambiente de trabalho dos especialistas respondentes a) com relação a necessidade de ajustes; b) com relação a aceitação; c) com relação ao recebimento de incentivos. Fonte: elaboração própria.

Tratando-se do desenvolvimento de cadeias produtivas, os destaques foram “Análise de lacunas”, “Fortalecimento da tríplice hélice”, “Definição de Tecnologias Prioritárias” e “Mecanismos de Inserção de Novas Cadeias”. As ligações entre os agentes da tríplice hélice foram o destaque nas colocações dos respondentes, sugerindo a criação de verdadeiras redes produtivas com suporte governamental e parcerias entre academia e startups ou empresas de médio e pequeno porte.

Quanto aos recursos humanos, destacam-se “Habilidade em Gerenciamento de Recurso”, “Investimento em educação”, “Habilidade cognitiva” e “Habilidade técnica”. Os especialistas concordam que a capacitação ainda é um ponto deficitário no contexto brasileiro e precisa ser sanada para o desenvolvimento industrial. No quesito regulação a expressividade é dos fatores “Legislação” e “Fomento e Incentivos”. Para os respondentes o desenvolvimento seria facilitado pela desburocratização e maior flexibilização das legislações, permitindo assim tratativas mais eficazes. Por fim, quanto a infraestrutura o destaque foi para “Acesso ao fomento”, “Necessidade de banda larga” e “Acesso a infraestrutura”. Neste quesito os especialistas veem a infraestrutura como algo essencial para o desenvolvimento industrial, sugerindo a possibilidade de parcerias como no caso de laboratórios multiusuários.

A última dimensão abordada no primeiro questionário refere-se às impressões gerais dos especialistas. Questionados a respeito dos entraves éticos ao desenvolvimento dos produtos em estudo, a maior parte dos respondentes acredita que

existem devido a questões burocráticas e de privacidade, com ressalvas de que estas questões podem variar dependendo do tipo de produto em questão. Quanto ao desenvolvimento de produtos levando em consideração o tripé da sustentabilidade, todos os respondentes concordam que é algo possível e destacam que não só é algo possível como também necessário. Por fim, a respeito das soluções para a tratativa dos dados trazidos pelas novas tecnologias, os respondentes não conhecem muitas alternativas mas não descartam a possibilidade de uso do *blockchain* nesse contexto e houve uma sugestão de uso da computação quântica no campo da segurança da informação.

Aplicando-se os critérios de Lawshe para as questões objetivas da dimensão “grandes áreas de influência”, obteve-se que dos 28 subtemas em análise, 4 foram tidos como essenciais, estando inseridos em 2 dos 5 grandes temas. Esses 2 temas, junto com seus 4 subtemas foram: Tecnologia (Gestão de Big Data, Gestão da informação e do Conhecimento Tecnológico) e Recursos Humanos (Habilidade em Gerenciamento de Recursos, Investimento em Educação).

O segundo questionário voltado a obtenção do consenso entre os respondentes teve como foco validar os 4 subtemas indicados como essenciais pelo Lawshe e, por isso, as questões foram bastante semelhantes, assim como o tipo de resposta. Foi enviado, portanto, para os mesmos potenciais respondentes da primeira rodada e solicitou-se que aqueles que colaboraram na primeira, colaborassem novamente. Ao final, obteve-se seis respostas ao todo, ou seja, cerca de 65% dos respondentes da primeira etapa também responderam a segunda.

Os especialistas concordaram que os quatro subtemas são alguns dos principais desafios para o desenvolvimento da manufatura brasileira no que tange a indústria em estudo. Em dois dos subtemas a concordância foi total e nos outros dois parcial, como pode ser visto na Figura 4.

No tema “tecnologia”, para os respondentes que posicionaram-se parcialmente ao subtema “gestão de big data”, a justificativa é que anteriormente a tratativa da gestão de *big data*, o Brasil ainda necessita ultrapassar outras barreiras de desafios básicos como os desencadeados pelo fato de os grandes players da área da saúde serem multinacionais. Além disso, é preciso se atentar, antes da tratativa, a questão da qualidade dos dados obtidos e a privacidade em relação aos pacientes.

Para enfrentar este desafio, os especialistas propuseram desde o investimento na capacitação de profissionais nessa área, aumento da disponibilidade e padronização dos dados médicos e hospitalares, até incentivos ao desenvolvimento de empresas nacionais com tecnologias próprias, criação de protocolos de segurança de dados, além de fomento público e privado em pesquisas básicas ligadas a essa tecnologia envolvendo desde universidades até pequenas e médias empresas de base tecnológica.

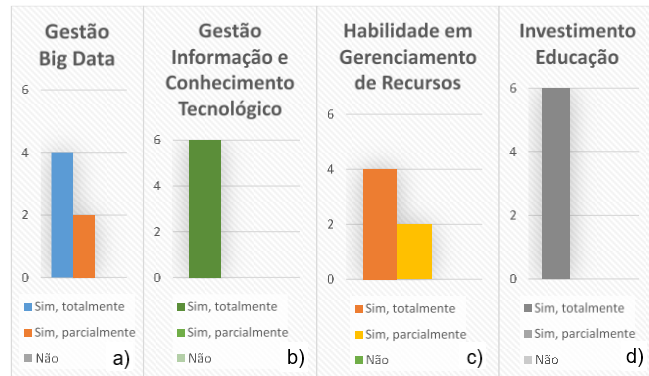


Figura 4: Síntese da quantidade de respostas ao segundo questionário a) com relação ao subtema “gestão de big data”; b) com relação ao subtema “gestão da informação e do conhecimento tecnológico”; c) com relação ao subtema “habilidade em gerenciamento de recursos”; d) com relação ao subtema “investimento em educação”. Fonte: elaboração própria.

O segundo subtema dentro de tecnologia foi “gestão da informação e do conhecimento tecnológico” que obteve 100% de consenso total. As propostas de enfrentamento a este desafio foram a facilitação do acesso a esse tipo de informação por parte de pequenas e médias empresas, automatização de sistemas de gestão de conhecimento, maior integração dos sistemas médicos e uso de ferramentas para extração de informações úteis dos dados, como por exemplo, uso do *big data*.

Partindo para o tema “recursos humanos”, o primeiro subtema abordado foi “habilidade em gerenciamento de recursos” em que a justificativa para as respostas parciais foi embasada no fato de este não ser um assunto novo e estar parcialmente bem estruturado já contando com gestores profissionais fazendo a prática deste gerenciamento. No entanto, destacaram que ainda há espaço para melhorias. Quanto as ações de enfrentamento deste desafio, elas relacionam-se a capacitação profissional, associadas ao aumento de tomada de decisão por parte dos gestores, criação de protocolos mais focados e simplificados, assim como treinamentos contínuos. Em adição, ressaltam a importância da capacitação do profissional quanto aos quesitos de planejamento, gerenciamento e

organização desde os cursos de graduação em complemento aos conhecimentos técnicos.

O segundo e último subtema, relacionado aos recursos humanos, é “investimento em educação” e obteve 100% de concordância total entre os respondentes. No enfrentamento deste desafio foram propostos a promoção do ensino de qualidade, tanto teórico quanto experimental, o investimento em qualificação dos profissionais com a utilização de meios alternativos e tecnológicos para isso, promovendo uma capacitação eficiente, estratégica e prática. Foi proposto um modelo de ensino mais moderno que seja adaptado às realidades e desafios brasileiros. Além disso, falou-se em uma gestão integrada que visa continuidade em todos os níveis educacionais, com planejamento e investimentos continuados de longo prazo.

Visando expandir e complementar as propostas dos especialistas, foi feita uma breve revisão da literatura. No que tange às tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, segundo a CNI (Confederação Nacional da Indústria) (2019), sete de cada dez grandes empresas industriais no Brasil têm a presença, mesmo que isolada, destes recursos. No entanto, são subutilizadas inviabilizando uma competição a nível global.

Neste sentido, o país tem atuado para se desenvolver com iniciativas como a criação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 que consiste em um fórum de discussões formado por atores do governo, empresas e acadêmicos que objetivou analisar o cenário brasileiro e traçar um plano para alavancar o uso das tecnologias digitais (MCTIC, 2019).

Inseridas nesse âmbito, as empresas da saúde demonstram estarem envolvidas com esse processo de atualização tecnológica ao observar-se sua presença notável dentre as empresas que compõem o documento da CNI (2019) “Inovar é desenvolver a indústria do futuro: 30 casos de inovação em pequenas, médias e grandes empresas”. É válido observar ainda que dentre as empresas de saúde que estão entre as 30 de destaque, há a presença de desenvolvedoras de produtos médicos, como é o caso da Gnatus, uma pequena empresa de equipamentos odontológicos e médicos do interior do estado de São Paulo.

Visando quantificar os ganhos da implementação das tecnologias da quarta revolução na matriz produtiva do Brasil, a ABDI (Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial) fez uma



estimativa que indica a possibilidade de se economizar 73 bilhões de reais ao ano (ABDI, 2017). Discriminando esse valor, visualiza-se que ele viria da redução dos custos com reparos que pode chegar a 35 bilhões de reais ao ano, dos ganhos de eficiência produtiva que se referem a uma economia de 31 bilhões de reais e as diminuições no gasto com energia sendo responsáveis pelos 7 bilhões de reais restantes.

De modo a diagnosticar a atual inclusão da indústria 4.0 no contexto brasileiro, destaca-se o estudo feito pela CNI a respeito dos pedidos de patentes ligadas às tecnologias desse novo contexto (BONFANTI, 2020). O levantamento inédito indica que a quantidade de pedidos de patentes de tecnologias da indústria 4.0 no Brasil, na comparação com o total de depósitos, aumentou 11 vezes ao longo da última década, saindo de 5% do total em 2008 para 57% em 2017. Vale ressaltar que o aumento foi bastante significativo nos últimos três anos do período analisado (entre 2015 e 2017) representando quase 75% dos pedidos feitos.

## Conclusões

As respostas obtidas no primeiro questionário passaram por uma avaliação crítica por meio do método de Lawshe e resultaram na síntese que compôs o segundo questionário. Obteve-se concordância em todos os subtemas apresentados na última consulta, sendo que aquelas parciais possuem justificativas com informações complementares e não contrárias. Logo, fica evidente a efetividade das análises feitas já que resultaram em um consenso já na segunda rodada do Delphi.

Quanto as problemáticas, fica evidente, que as maiores lacunas estão relacionadas à tecnologia e recursos humanos, principalmente no que tange à gestão da informação, do conhecimento tecnológico e a tratativa desses dados com ferramentas como o big data, e no que se refere a educação e capacitação de forma ampla dos profissionais contando com habilidades de planejamento, gerenciamento e organização.

O contexto que envolve o setor demonstrou-se propício a retomada do crescimento. O início das ações pode se dar pela adequação das estruturas de ensino visando contemplar não só os conhecimentos técnicos como também o ensino prático e abrangente que cubra ferramentas de planejamento, gerenciamento e organização, além de preparar o profissional para lidar com as novas

tecnologias. Outro ponto seria a tratativa dos dados, tendo como foco inicial a devida coleta (dos dados ou de conhecimento) e estruturação do banco de informações para posterior manejo com extração, inferência e predição de novos conhecimentos. É válido ressaltar que ao longo destes processos é preciso ter atenção às questões éticas, de privacidade e de legislação.

## Referências

- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. Human Development Indices and Indicators: 2018 Statistical Update. UN Plaza, New York, NY 10017 USA: Communications Development Incorporated, Washington DC, USA, 2018. 123 p. Disponível em: <[http://www.hdr.undp.org/sites/default/files/2018\\_human\\_development\\_statistical\\_update.pdf](http://www.hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2018.
- PORTER, Michael E.; STERN, Scott; GREEN, Michael. ÍNDICE DE PROGRESSO SOCIAL 2015. [S.l.: s.n.], 2015. 158 p. Disponível em: <[http://www.progressosocial.org.br/wp-content/uploads/2016/03/IPS-Global\\_FINAL.pdf](http://www.progressosocial.org.br/wp-content/uploads/2016/03/IPS-Global_FINAL.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2018
- GIL, ANTONIO CARLOS. Como elabora projetos de pesquisa. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.
- CARUSO, L. A.; TIGRE, P. BASTOS (Coord.) Modelo SENAI de Prospecção: documento Metodológico. Montevideo: Cinterfor/OIT, 2004. 77 p.
- LINSTONE, H. A. The Delphi Method: techniques and applications. New Jersey: copyright, 2002.
- AYRE, Colin; SCALLY, Andrew John. Critical Values for Lawshe's Content Validity Ratio: Revisiting the Original Methods of Calculation. Measurement And Evaluation In Counseling And Development. p. 79-86. 08 mar. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0748175613513808>>. Acesso em: 03 ago. 2019.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. Brasil se insere na Indústria 4.0, mas é preciso acelerar o passo. 2019. Disponível em: [https://oglobo.globo.com/economia/brasil-se-insere-na-industria-40-mas-preciso-acelerar-passo-24008355?utm\\_source=facebook&utm\\_medium=glab&utm\\_campaign=cni&fbclid=IwAR3w0at9x6QIE-jEwdJJEQbAnkhMIVKYRrdqXQqVHaFpCkx9esIGLOSyqV0](https://oglobo.globo.com/economia/brasil-se-insere-na-industria-40-mas-preciso-acelerar-passo-24008355?utm_source=facebook&utm_medium=glab&utm_campaign=cni&fbclid=IwAR3w0at9x6QIE-jEwdJJEQbAnkhMIVKYRrdqXQqVHaFpCkx9esIGLOSyqV0). Acesso em: 07 fev. 2020.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC; MINISTÉRIO DA ECONOMIA - ME. Plano de ação da câmara brasileira da indústria 4.0 do brasil 2019-2022. 2019. Disponível em: [http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/backend/galeria/arquivos/2019/09/17/Camara\\_I40\\_Plano\\_de\\_AcaoVersao\\_finalrevisada.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/backend/galeria/arquivos/2019/09/17/Camara_I40_Plano_de_AcaoVersao_finalrevisada.pdf). Acesso em: 09 mar. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. Inovar é desenvolver a indústria do futuro: 30 casos de inovação em pequenas, médias e grandes empresas. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. – Brasília: CNI, 2019. 333 p. : il.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. Indústria 4.0 pode economizar R\$ 73 bilhões ao ano para o Brasil. 2017. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/industria-4-0-pode-economizar-r-73-bilhoes-ao-ano-para-o-brasil>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- BONFANTI, Cristiane. Pedidos de patentes da Indústria 4.0 sobem de 5% para 57% do total em 10 anos. 2020. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/politica-industrial/pedidos-de-patentes-da-industria-40-sobem-de-5-para-57-do-total-em-10-anos-mostra-levantamento-inedito-da-cni/>. Acesso em: 23 maio 2020.