

**INSTRUMENTOS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA
INCENTIVO À QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
(INDÚSTRIA VERDE)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Especialista
em Gestão de Políticas Ambientais.

Aluna: Maria Olívia Brandão
Pedro

Orientador: Prof. Vitor Leal
Santana

Brasília – DF

Julho/2020

INSTRUMENTOS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA INCENTIVO À QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (INDÚSTRIA VERDE)

Maria Olívia Brandão Pedro
Escola Nacional de
Administração Pública –
ENAP

Economia. Digital. Meio Ambiente.

Este trabalho analisa a importância da Indústria 4.0, no contexto do impacto ambiental, com foco na transformação digital e na adoção de novos modelos de negócios e tecnologias para o parque industrial brasileiro. A partir da observação dos instrumentos e incentivos atuais, avalia-se a necessidade de novos e eficientes estímulos como forma de oferecer segurança jurídica para destravar investimentos para requalificação e aculturação digital, além da redução de danos causados ao meio ambiente na produção de bens e serviços, necessários para a manutenção e o avanço da economia no Brasil.

Foi realizada pesquisa exploratória com criterioso levantamento de informações e dados de cases (Indústria 4.0 e Cidades Inteligentes e Sustentáveis), Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o Planejamento Estratégico ABDI 2020-2023, para avaliar o potencial de entregas do Brasil no tocante às novas tecnologias que favoreçam a economia circular e a fusão do mundo físico, digital, econômico e ecológico.

A redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) passa necessariamente pela mudança de modelo econômico para permitir uma ampla gama de benefícios para o sistema, pois responde a outros desafios de nossa época, incluindo a perda de biodiversidade, a escassez de recursos, os resíduos e a poluição. Assim a economia circular atua como potencializador de entrega de vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, pois traz no seu escopo o potencial para beneficiar os negócios, a sociedade e o meio ambiente. Apoiado por uma transição para fontes de energias

renováveis e pelo aumento do uso de materiais renováveis, esse conceito reconhece a importância de uma economia que funcione com eficiência em todas as escalas e mantenha o equilíbrio necessário entre a tecnologia, a economia e o meio ambiente.

PUBLIC INSTRUMENTS AND POLICIES TO ENCOURAGE THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION (GREEN INDUSTRY)

Maria Olívia Brandão Pedro
Escola Nacional de
Administração Pública –
ENAP

Economy. Digital. Environment.

This paper analyzes the importance of Industry 4.0, in the context of environmental impact, focusing on digital transformation and adoption of new business models and technologies for the Brazilian industrial park. Based on the observation of current instruments and incentives, the need for new and efficient incentives is evaluated as a way to offer legal security to unlock investments for digital requalification and acculturation, and reduction of damage caused to the environment in the production of goods and services, necessary for the maintenance and advancement of the Brazilian economy.

Exploratory research was conducted with a careful survey of information and case data (Industry 4.0 and Smart and Sustainable Cities) and the status of the 2030 agenda, SDG-9 and SDG-11, to assess what Brazil can deliver, as agreed upon, regarding new technologies that favor the circular economy and the fusion of the physical, digital, economic and ecological world.

The reduction of GHG emissions necessarily means a change in the economic model and allows a wide range of benefits for the system, as it responds to other challenges of our time, including loss of biodiversity, scarcity of resources, waste and pollution. Thus, the circular economy acts as an enhancer for the delivery of several UN Sustainable Development Goals (SDGs), and ABDI's Strategic Planning 2020-2023, because it brings in its scope the potential to benefit business, society and the environment. Supported by a transition to renewable energy sources and by the increase in the use of renewable materials, this concept recognizes the importance of an

economy that works efficiently at all scales and maintains the necessary balance between technology, economy and environment.

INSTRUMENTOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS PARA INCENTIVO A LA QUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (INDUSTRIA VERDE)

Maria Olívia Brandão Pedro
Escola Nacional de
Administração Pública –
ENAP

Economía. Digital. Medio Ambiente.

Ese trabajo analiza la importância de la Industria 4.0 en el contexto del impacto ambiental, con foco en la modificación digital y adopción de nuevos modelos de negocios y tecnologías, para el parque industrial brasileño. A partir de la observación de los instrumentos y incentivos actuales, se evalúa la necesidad de nuevos y eficientes estímulos como una forma de ofrecer seguridad jurídica, para destrabar inversiones para recalificación y aculturación digital, más allá de la reducción de los daños causados al medio ambiente en la producción de bienes y servicios, necesarios para la manutención y avance de la economía en el Brasil.

Fue realizada investigación exploratoria con juicioso levantamiento de informaciones y datos de casos (Industria 4.0 y Ciudades Inteligentes y Sustentables), Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollos Sustentables (ODS), y el Planeamiento Estratégico ABDI 2020-2023, para evaluar lo potencial de entregas del Brasil en lo tocante a las nuevas tecnologías que favorezcan la economía circular y la fusión del mundo físico digital, económico y ecológico.

La reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) pasan necesariamente por el cambio del modelo económico para permitir una amplia gama de beneficios para el sistema, pues responde a otros desafíos de nuestra época, incluyendo la pérdida de biodiversidad, la escasez de recursos, los residuos y la polución. Así la economía circular actúa como potenciador de entrega de varios Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) de la ONU, pues trae en su alcance el potencial para beneficiar los negocios, la sociedad y el medio ambiente. Apoyado por una transición para fuentes de

energía renovable y por el aumento de lo uso de materiales renovables, ese concepto reconoce la importancia de una economía que funcione con eficiencia en todas las escalas e mantenga lo equilibrio necesario entre la tecnología, la economía y el medio ambiente.

Introdução

A ideia de se ter a harmoniosa associação entre inovação, preservação do meio ambiente, geração de empregos e aquecimento da economia pode parecer utópica. Contudo, esta pesquisa trará um olhar sobre como a política industrial atrelada à economia verde pode ser a grande resposta para esse conjunto de interesses elencados acima.

O principal foco do artigo é apresentar os benefícios da adoção da indústria 4.0 na transição para a economia digital e o equilíbrio entre a produção de bens de consumo e o meio ambiente, tendo como pano de fundo a análise e a reflexão quanto a se o estabelecimento de metas, que estejam diretamente relacionadas à dependência de energias renováveis como insumo, é fator primordial e necessário, a geração de energia limpa e racionalização da utilização de matérias-primas. O aspecto energético e a produção de bens e serviços com baixo impacto ambiental precisam ser profundamente estudados e devidamente elaborados pelas cadeias produtivas industriais no Brasil.

Vale ressaltar que os governos mundiais, e não há segredo sobre isso, estão cada vez mais interessados nos benefícios que a energia renovável pode proporcionar, acrescentando crescimento e dinamismo às suas respectivas economias, o que inevitavelmente está atrelado a respeitáveis ganhos econômicos para quem apresentar essa solução.

Os instrumentos e incentivos gerados pelas políticas públicas para a promoção da “Quarta Revolução Industrial”¹ poderão ser os grandes propulsores para promover o desenvolvimento sustentável, uma vez que, no futuro, diversas pesquisas apontam para a definitiva importância de promoção da economia verde e sustentável. Não se trata mais de uma ideia apenas de ambientalistas ou antropólogos, mas sim de uma premissa norteadora, que busca melhorar a eficiência energética e a manutenção de recursos naturais, cada vez mais escassos na produção de bens de consumo, gerando assim esperanças de sobrevivência de gerações futuras, além de ampliar a oferta de empregos, com novas qualificações que estarão simultaneamente relacionadas ao cumprimento das metas ambientais.

Esta pesquisa aborda a questão de sustentabilidade ambiental nos meios de produção industrial, com a apresentação de argumentos que possam incentivar a

¹ A **Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0**, é um conceito desenvolvido pelo alemão Klaus Schwab, diretor e fundador do Fórum Econômico Mundial.

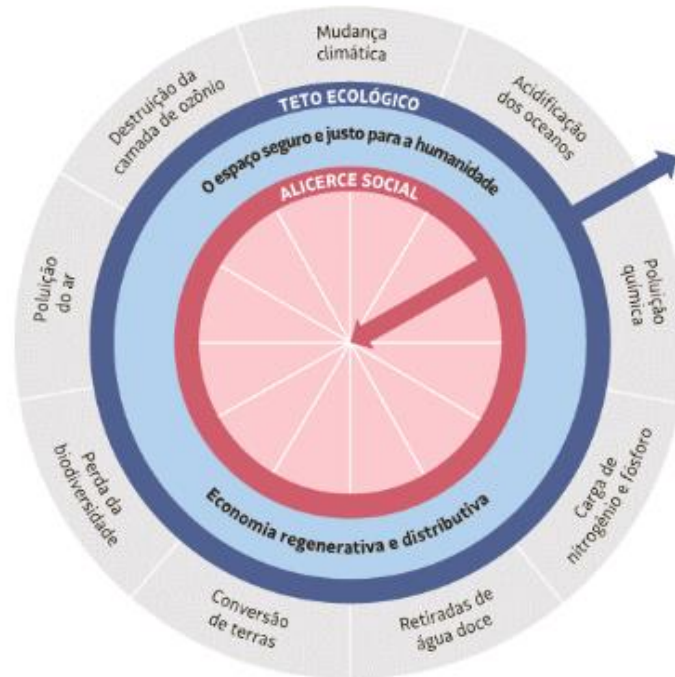
mudança do modelo de produção atual (lastreado na terceira revolução industrial), para o modelo da indústria verde (com foco na Quarta Revolução Industrial, baseada em sustentabilidade e economia circular).

Os argumentos estão contidos na Agenda 2030 do Brasil com a Organização das Nações Unidas (ONU) sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, além do Planejamento Estratégico ABDI 2020-2023 (ABDI, 2020), que contém ações e propostas para o aumento da maturidade digital do setor produtivo brasileiro, promovendo a adoção e a difusão de novas tecnologias e novos modelos de negócio, abordando, por exemplo, temas estratégicos como a indústria 4.0, tecnologias para cidades inteligentes, novos rumos da economia digital e novos modelos de negócios, provendo o setor produtivo industrial de instrumentos e políticas públicas que incorporem a filosofia de tecnologias sustentáveis, e tornando possível a nova rota rumo à “Quarta Revolução Industrial”.

A geração futura: inteligência resiliente focada em tecnologias digitais

Para que o Brasil alcance cenários mais inovadores, tais como a economia circular ou economia *donut* – conceito que pode ser encontrado no trabalho de Raworth (2019), que publicou em 2017, uma analogia com as teorias herdadas, avaliando os pontos positivos e negativos da economia tradicional e apresentou no modelo denominado *donut*, numa forma de transição para que se mantenha ganhos econômicos, sociais e ambientais – entende-se como necessárias mudanças significativas na cultura e nos modelos de negócios, como pode ser visto na figura 1.

Figura 1 – Gráfico do Espaço seguro e justo para a humanidade



Fonte: Raworth (2019).

O objetivo desse modelo de economia, circular ou *donuts*, é prevenir impactos negativos, que podem ser gerados pelas atividades da economia, como a perda de recursos preciosos e naturais para a qualidade de vida e da saúde das pessoas, como a emissão descontrolada de Gases de Efeito Estufa (GEE), poluição do ar, da terra e da água, antes que elas aconteçam. O ponto relevante da economia circular é que há um favorecimento das atividades que preservam o valor na forma de energia, mão de obra e materiais, com transformações importantes nos modelos adotados que envolvem durabilidade, reuso, remanufatura e reciclagem para manter produtos, componentes e materiais circulando na economia, estimulando diversos usos, antes de serem descartados. A economia circular está também associada à indústria 4.0, de forma que com o uso racional, efetivo e sustentável de matérias-primas, temos um grande avanço em direção à “Indústria Verde”. Essa estrutura oferece duas estratégias-chave, cujo principal resultado é a preservação da energia incorporada aos produtos e materiais, além da mudança cultural e no modelo de produção e consumo.

A economia circular, conforme relatório publicado pela Fundação Ellen MacArthur (2019), demonstra que é possível reduzir as emissões globais de CO₂ provenientes de cimento, aço, plástico e alumínio em até 40% ou 3,7 bilhões de toneladas em 2050. Esse processo reforçaria o uso racional dos produtos e materiais em

setores importantes, como mobilidade, construção civil e produção de eletroeletrônicos, sendo soluções econômicas que oferecem benefícios a todo o sistema. A indústria é responsável por cerca de 21% das emissões gerais globais de CO₂, especialmente relacionados à produção de quatro materiais (cimento, aço, plástico e alumínio), que chegam a representar 60% dessas emissões. Portanto a mudança de processos produtivos e modelos de negócios é fundamental para a adaptação e a redução dos efeitos nocivos e inevitáveis da poluição industrial.

Dentro desse contexto, vale refletir também sobre o aspecto da relação que acabou sendo criada entre a pandemia da covid-19 e o meio ambiente², que mostra a possibilidade de adoção de novos modelos de negócios e tecnologias disruptivas para a manutenção da economia. Com a crise causada pela pandemia, foi possível observar o potencial de criatividade, mudança de comportamento do setor produtivo e mudança nos hábitos dos consumidores, que estão mais digitais.

Embora prematuro, pode-se fazer uma pequena analogia sobre a importância dos efeitos causados pela covid-19, que, embora trágica, causou paradoxalmente um bom resultado ao meio ambiente, pois foi possível mensurar a redução significativa da poluição do ar, de aquíferos e dos ruídos, proporcionando mais qualidade de vida urbana. Podem ser citadas imagens fornecidas pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) e pela Agência Espacial Europeia (ESA), as quais apresentam que a redução nas atividades industriais de alguns setores, após a pandemia, fez com que as taxas de gases poluentes apresentassem diminuição na atmosfera. Conforme o Estadão (2020), no Brasil foi possível verificar a redução em duas importantes capitais, como na Região Metropolitana de São Paulo, que é um dos principais polos industriais do país, com 33% diminuição nas emissões de dióxido de nitrogênio, segundo pesquisa do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), e no Rio de Janeiro, onde algumas regiões obtiveram marcas expressivas na qualidade do ar, como o Distrito Industrial de Santa Cruz, no oeste do Estado, com queda de 77% na concentração de NO₂ na atmosfera, conforme apontou o Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Isso é uma demonstração de que a mudança nos hábitos de consumo e uma nova dinâmica na produção de bens e serviços produzem resultados benéficos para a humanidade e, melhor ainda, para o planeta.

² Ressalta-se que, por se tratar de um evento inesperado e muito recente, não existem estudos científicos, trabalhos acadêmicos ou dados históricos no tempo e no espaço para construir um argumento mais sólido.

A abordagem e os argumentos utilizados visam apresentar informações relevantes no âmbito da Economia Digital, caracterizada por incorporar a internet, as tecnologias e os dispositivos digitais nos processos de produção, na comercialização e na distribuição de bens e serviços, e composta por

[...] vários “inputs digitais”. Esses “inputs digitais” incluem equipamentos digitais (hardware, software equipamentos de comunicação e comunicação) e os bens e serviços utilizados na produção. (KNICKREHM; BERTHON; DAUGHERTY, 2020, p. 2, tradução nossa).

É importante que estejam alinhadas com o estímulo e o incentivo à sustentabilidade ambiental, como o modelo do Índice de Maturidade da Indústria 4.0, que se trata de técnica que associa uma metodologia, por meio da qual é possível quantificar e qualificar o status atual de uma Tecnologia, Gestão e Conhecimentos (pessoas), de forma a mostrar a aderência de uso, permitindo criar diretrizes estratégicas para implantação da Digitalização e da Indústria 4.0.

A vertente de sustentabilidade desta pesquisa trata do desafio enfrentado pelas indústrias na destinação e no processamento dos resíduos sólidos em condições econômicas, sociais e ambientalmente sustentáveis, notadamente dos materiais de menor valor comercial. A agenda brasileira para a Indústria 4.0 prevê grandes desafios para o modelo da indústria atual e da economia no Brasil para que possa alcançar e alcançar voos em direção ao futuro.

O Índice Global de Inovação, uma classificação elaborada e publicada anualmente pela Universidade Cornell, pelo *Insead Business School* e pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), de que a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) também são parceiros, visa avaliar critérios de performance de diferentes países no quesito inovação, como o crescimento da produtividade, investimentos em pesquisas, inovação, desenvolvimento entre outros. O *ranking* da tabela abaixo ilustra como o Brasil tem se apresentado em termos de eficiência da inovação em comparação com outros pares, o que demonstra o longo caminho para a melhoria da produtividade e para o desenvolvimento de processos inovadores.

Tabela 1 – Índice Global de Inovação

<i>Posição</i>	<i>País</i>	<i>Pontos</i>
1 ^a	Suíça	67,6
2 ^a	Suécia	63,8
3 ^a	Países Baixos	63,3

4 ^a	EUA	61,4
5 ^a	Reino Unido	60,8
6 ^a	Dinamarca	58,7
7 ^a	Cingapura	58,6
8 ^a	Finlândia	58,4
69 ^a	Brasil	33,1

Fonte: Universidade de Cornell, Insead e OMPI (2017).

No site www.industria40.gov.br é possível conhecer estratégias e impactos da indústria 4.0 no que diz respeito à produtividade, à redução de custos, ao controle sobre o processo produtivo dentre outros, que podem direcionar para a transição e transformação no modelo de produção industrial e de plantas fabris. Nesse contexto, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) elaborou levantamento com estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil e identificou que a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, pode-se chegar a uma economia de R\$ 73 bilhões/ano (este valor foi estimado com base em considerações nos ganhos de eficiência, redução de consumo de energia e na manutenção de equipamentos e máquinas). No mesmo site, verifica-se ainda que, diante do cenário de baixa eficiência em inovação no Brasil e da falta de competitividade frente aos outros países, o Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC), em 2017, instituiu um grupo de trabalho denominado GTI 4.0, para que pudesse ser elaborada uma proposta de agenda nacional sobre essas questões. Esse grupo foi constituído por diversas instituições públicas e privadas, para que houvesse a pluralidade necessária que exige o assunto, com contribuições e debates sobre diferentes pontos de vistas em temas primordiais para a viabilidade de mudanças na estrutura das cadeias produtivas, com a massificação do uso de tecnologias digitais para a transição rumo à Indústria 4.0.

Os limites da abordagem sobre a “Quarta Revolução Industrial” estarão contidos no modelo de produção industrial e em *cases* de sucesso para a instalação de Cidades Inteligentes e sustentáveis no Brasil. Além disso, essa abordagem envolve providências a serem tomadas pelo poder público e relacionadas à criação de marco legal, amparo jurídico e viabilização de infraestruturas necessárias e imprescindíveis para que o setor privado possa adotar e assimilar as mudanças da transformação digital e a adoção de novos modelos de negócios. Tratam-se de mecanismos e políticas que possam permitir ao setor privado caminhar para a “Quarta Revolução Industrial”, com a inserção de mudanças de uma forma colaborativa, ao mesmo tempo em que possibilita a aferição de resultados positivos na geração de riquezas, na qualidade de vida das pessoas, na

manutenção da biodiversidade e do ecossistema ambiental, além de geração de empregos com alto grau de qualificação, com impacto direto para uma melhor distribuição de renda.

Para que se possa prosseguir na elaboração de um pensamento crítico e coerente no argumento a favor da “Indústria Verde”, com a adoção de novas tecnologias que possibilitem uma verdadeira transformação digital e a geração de novas habilidades e requalificação profissional, é muito importante observar o que está pactuado atualmente na agenda de 2030, cujos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável foram adotados de forma unânime pelos 193 países da ONU em 2015, e define 17 objetivos, 169 metas e 244 indicadores a eles associados, como podemos ver na figura abaixo:

Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU (2015).

Das metas elencadas pela ONU, os objetivos 9 e 11, relacionados a “Indústria, Inovação e Infraestrutura” e “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, respectivamente, serão abordados neste artigo de forma mais direta. As figuras abaixo ilustram as diretrizes do Estado brasileiro para o desenvolvimento sustentável nos diversos eixos, além de metas amplas para um conjunto de temas.

Figura 3 – Diretrizes do desenvolvimento sustentável no Brasil



Fonte: Brasil (2018).

É importante ressaltar que a estreita relação entre os dois objetivos mencionados, como forma de demonstrar a inovação nos processos industriais com foco em sustentabilidade, podem acelerar o alcance dessas metas, além de verificar o compromisso assumido pelo Brasil frente à ONU. Para que possam ser alcançadas as metas previstas para 2030, são necessárias estratégias e providências do Brasil, como a construção de infraestruturas resilientes, promoção da industrialização inclusiva e sustentável e fomento à inovação. A perspectiva é entender como a atividade humana e a desmedida produção de bens de consumo e os respectivos resíduos deixados por eles estão interferindo e causando danos e riscos à própria sobrevivência humana.

Segundo o site *Worldometer* (2020), que fornece em tempo real os dados sobre crescimento populacional, econômico, níveis de poluição no mundo, entre outros, pode ser observado que a perda de floresta está próxima a 3 milhões de hectares, as emissões de CO₂ acima de 19 bilhões de toneladas e as substâncias tóxicas liberadas no meio ambiente acima de 5 milhões de toneladas (dados coletados em julho/2020), o que demonstra a real necessidade de encontrarmos a melhor forma de conduzir a produção de bens de consumo, sem o prejuízo irreparável aos seres humanos e ao meio ambiente.

Nessa linha de raciocínio, temos a perspectiva de que uma “*smart city*” ao mesmo tempo em que não pode depender exclusivamente da presença de instrumentalização tecnológica das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nos espaços urbanos, também não deve desligar-se dela, em particular no aproveitamento do potencial das novas gerações de TICs para agregação de valor à

administração pública no cumprimento de metas do desenvolvimento sustentável (NAM, PARDO, 2011). Sabendo-se que a utilização de TICs proporciona a integração em soluções para gestão da energia, da água, da segurança pública, da mobilidade e da gestão de resíduos poluentes, reduzindo impactos negativos ao meio ambiente, é um grande diferencial na gestão dos recursos tecnológicos, econômicos e naturais da vida urbana.

Importante ressaltar que a ABDI (2020) propõe no seu Planejamento Estratégico 2020-2023³, por meio dos seus orientadores estratégicos, que é necessário promover o aumento da maturidade digital do setor produtivo brasileiro de forma sustentável e que questões como a indústria 4.0 e a adoção de novos modelos de negócios são inerentes às cidades inteligentes e sustentáveis. Dada a importância e por ser tão significativa a implementação de um novo ambiente para soluções tecnológicas proposto pelo programa Cidades Inteligentes, a ABDI formalizou convênio em 17 de julho de 2020 com o Estado do Amapá, para que Macapá seja a primeira cidade-piloto do projeto a difundir novas tecnologias para resolver problemas crônicos de trânsito, iluminação, segurança pública, saneamento e coleta, em busca do desenvolvimento sustentável.

Esses são vetores dos mecanismos necessários para a análise e a orientação a governos estaduais e municípios sobre as tecnologias necessárias para a integração com a Quarta Revolução Industrial e a sustentabilidade ambiental, contribuindo para a eficácia da gestão pública e a melhoria da qualidade de vida do cidadão, além de trazer oportunidades para as empresas industriais, de comércio e de serviços.

É importante destacar que a aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação atualmente disponíveis oferecem uma contribuição fundamental à prestação de serviços públicos nas cidades e à resolução de problemas urbanos antigos. Destaque especial no Planejamento Estratégico da ABDI é o foco na transformação digital, que está pautado em uma estratégia de integração de novas tecnologias digitais, para a transição no modo de operar e explorar novas oportunidades de negócios, agregando valor a seus clientes. Nesse sentido, a transformação digital contemplará duas frentes:

- i) a adoção de tecnologias que permitam aumentar a eficiência do negócio atual, e

³ O Planejamento Estratégico é elaborado a cada quadriênio e contém informações sobre o direcionamento das ações relativas à condução e à orientação para o desenvolvimento da indústria no Brasil.

- ii) o desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócios, revisados continuamente em ciclos de experimentação, voltados para a agregação de valor aos clientes.

A perspectiva é que tais premissas e modelos possam trazer redução significativa às emissões de poluentes, pois os recursos naturais, econômicos, humanos e técnicos serão utilizados de forma mais racional, com inovação em diversos setores, maior transparência na destinação de resíduos sólidos, melhor mobilidade urbana e a geração de novos empregos com melhor qualificação e, conseqüentemente, melhor distribuição de renda. A tecnologia utilizada será o catalizador que monitora e integra as condições ideais para a infraestrutura eficiente e eficaz associada à economia circular, num futuro em que poderá ser vista a correlação de sucesso entre diversos setores – economia, governança, tecnologia, qualidade de vida e meio ambiente – que serão construídas com inteligência e ações positivas dos gestores público/privado, que entendam essa nova opção de geração de riquezas e preservação do meio ambiente.

O objetivo é mostrar que as indústrias que se adaptarem e iniciarem esse processo adotarão padrões de gestão com impacto ambiental reduzido e certamente trarão em seu escopo a necessidade de novas qualificações profissionais. Esse processo pode elevar o padrão de profissionais com o conhecimento mais aprofundado em tecnologias digitais, de forma a atender a rotina de serviços e infraestruturas necessárias em uma cidade, tais como o controle de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais); a mobilidade urbana; geração de energia limpa; iluminação inteligente; Construções e Edificações Inteligentes (BIM, na sigla em inglês, *Building Information Modeling*); saúde, educação e qualidade de vida.

Conforme mostra a figura 4, o modelo proposto pela Quarta Revolução Industrial poderá ser aplicado para gerar resultados positivos no curto e médio prazo, considerando o foco em processos inteligentes de gestão e automação.

Figura 4 – Estágios e fases da indústria



Fonte: Salesforce (2018).

A importância de se estimular e incentivar a “Indústria Verde” é pontuada em publicação da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2013) sobre a perspectiva de se obter resultado expressivo em termos de produção industrial e recursos naturais a partir da criação de modelo que utiliza processos que reduzem os impactos ambientais, ao mesmo tempo em que preservam a fonte de matérias-primas e poupam água, energia e os respectivos recursos necessários para a produção e a criação de riquezas para girar a economia. No entanto, entende-se que a tomada de decisão que envolva a mudança da forma de trabalho e dos modelos de negócios e de produção é muito desafiadora, sobretudo por envolver investimento muitas vezes alto, de forma que qualquer avanço nesse sentido pressupõe a quebra de paradigmas.

A nova proposta que chega com a “Quarta Revolução Industrial” oferece reais oportunidades para que possamos continuar a escalada ascendente de desenvolvimento econômico e humano, pois em seu escopo traz expressivo potencial de melhoria para a vida de uma camada da nossa sociedade que atualmente não desfruta dos benefícios da tecnologia e de serviços públicos mais eficientes, e ao mesmo tempo sofre com os efeitos da poluição e do desequilíbrio do ecossistema ambiental.

Diante dessa realidade, a ABDI iniciou em 2017 o direcionamento de esforços e de aprendizado para o setor produtivo, para que fosse iniciado um processo de requalificação digital e adequação a um modelo economicamente viável competitivo e inovador, que poderá trazer excelentes resultados e redução de impactos negativos para todo o ecossistema ambiental e a biodiversidade que possuímos.

A questão para a qual se buscam respostas está lastreada à inovação e à adoção de novos modelos de negócios com uso de tecnologia digital e oportunidades para a

indústria brasileira à luz da agenda de sustentabilidade ambiental nacional e global. Em termos da agenda de sustentabilidade ambiental, destaca-se o compromisso assumido pelo Brasil na Reunião da Organização das Nações Unidas (ONU) realizada em Nova York em 2015, em que chefes de Estado e Governo se comprometeram com os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Global.

O principal ponto está na visão exposta no documento da Agenda 2030 (ONU, 2015), em que se menciona no item 9:

Pre vemos um mundo em que cada país desfrute de um crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável e de trabalho decente para todos. Um mundo em que os padrões de consumo e produção e o uso de todos os recursos naturais – do ar à terra; dos rios, lagos e aquíferos aos oceanos e mares – são sustentáveis. Um mundo em que a democracia, a boa governança e o Estado de Direito, bem como um ambiente propício em níveis nacional e internacional, são essenciais para o desenvolvimento sustentável, incluindo crescimento econômico inclusivo e sustentado, desenvolvimento social, proteção ambiental e erradicação da pobreza e da fome. Um mundo em que o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia são sensíveis ao clima, respeitem a biodiversidade e são resilientes. Um mundo em que a humanidade viva em harmonia com a natureza e em que animais selvagens e outras espécies vivas estão protegidos. (ONU, 2015).

Diante do texto acima, ressaltam-se duas frases de alta relevância para o desenvolvimento desta pesquisa, que são:

Um mundo em que os padrões de consumo e produção e o uso de todos os recursos naturais – do ar à terra; dos rios, lagos e aquíferos aos oceanos e mares – são sustentáveis.

Um mundo em que o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia são sensíveis ao clima, respeitem a biodiversidade e são resilientes. (ONU, 2015).

E aqui podemos identificar claramente o papel da “Indústria Verde” para uma transição mais célere para o desenvolvimento sustentável, pois 2030 está bem próximo.

A sociedade tem vivenciado mudanças estruturais profundas, com a tecnologia avançando cada dia mais sobre nossas vidas laborais, sociais e pessoais, além das mudanças climáticas e da escassez cada vez maior de recursos e espécies (biodiversidade, fauna e flora), aumento das desigualdades e das populações de risco e vulneráveis. Com isso, entende-se que é fundamental um olhar atento e criterioso neste momento de transição, para que possamos vislumbrar e deixar para as gerações futuras a perspectiva de um mundo mais justo e equilibrado, com a economia girando positivamente e com evoluções importantes para a qualidade de vida dos seres humanos e todas as espécies de vida do nosso planeta.

Os propósitos que fundamentam este trabalho de pesquisa é sobre como o Brasil vai absorver e se adaptar à evolução da indústria 4.0, especialmente em sua atuação

mais profunda, no que tange às novas tecnologias que favoreceram a fusão do mundo físico e digital. Além disso, a proposta é analisar como o desenvolvimento de cidades inteligentes impulsiona soluções urbanas inovadoras na área da construção e reabilitação sustentável e das infraestruturas verdes, contemplando materiais inteligentes, novas técnicas construtivas, integração de energias renováveis, reforçando a produção geral de serviços das cadeias industriais existentes e apresentando uma oportunidade para transformar a indústria atual na indústria do futuro, na indústria verde.

Portanto, cabe uma reflexão e análise do que já fizemos na cadeia produtiva industrial brasileira, onde chegamos, e como nossa forma de produzir e gerar riquezas têm afetado o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas. A partir da observação da figura 5, podemos analisar mais detidamente o modelo que escolhemos e pelo qual estamos “pagando um alto preço”.

Figura 5 – Comparativo entre sistemas produtivos

SISTEMA PRODUTIVO INSUSTENTÁVEL	SISTEMA PRODUTIVO MAIS SUSTENTÁVEL
Produção linear (matéria e energia de baixa entropia são transformadas continuamente em formas com alta entropia)	Produção com ciclagem de materiais e energia (reciclar matéria e energia para diminuir ou atrasar o processo de transformação de insumos com baixa entropia em formas de alta entropia)
Visão linear e pontual	Visão sistêmica das interações entre sistemas industriais e meio ambiente
Estudos econômicos sobre matéria e energia	Estudo do fluxo e da transformação de matéria e energia
Manutenção do status quo ou continuidade do processo conforme o padrão (<i>Business As Usual</i>)	Abordagem multidisciplinar para reorientar o processo industrial
Competitividade	Promoção de sinergias

Fonte: Sanches Pereira *et al.* (2007).

A partir da comparação entre os dois sistemas produtivos acima, podemos aprender e definir novos caminhos, sem afetar necessariamente a produção desses mesmos bens. Com a conscientização dos problemas ambientais gerados até nossos dias, é possível mudar nossa “rota” e adentrar em novos modelos de comportamentos sociais e econômicos que tragam produtos e serviços necessários e desejáveis, ao mesmo tempo que tenham um impacto mínimo sobre o meio ambiente.

Precisamos observar que a economia ambiental, que é focada em avaliar os processos de recuperação do meio ambiente, desmistifica assuntos relativos à aplicação de metodologias da ciência econômica tradicional e já vem sendo estudada desde a década de 70, tendo como motivação principal três fatores:

1. O aumento da poluição em países desenvolvidos (especialmente EUA e Japão);
2. O aumento do valor do petróleo e a viabilidade permanente desse recurso natural; e
3. O relatório “*Os Limites do Crescimento*”, que aborda o crescimento exponencial da população e da economia, e faz uma reflexão sobre como manter essa equação e se o meio ecológico teria condições de continuar a suprir a demanda de produção e consumo.

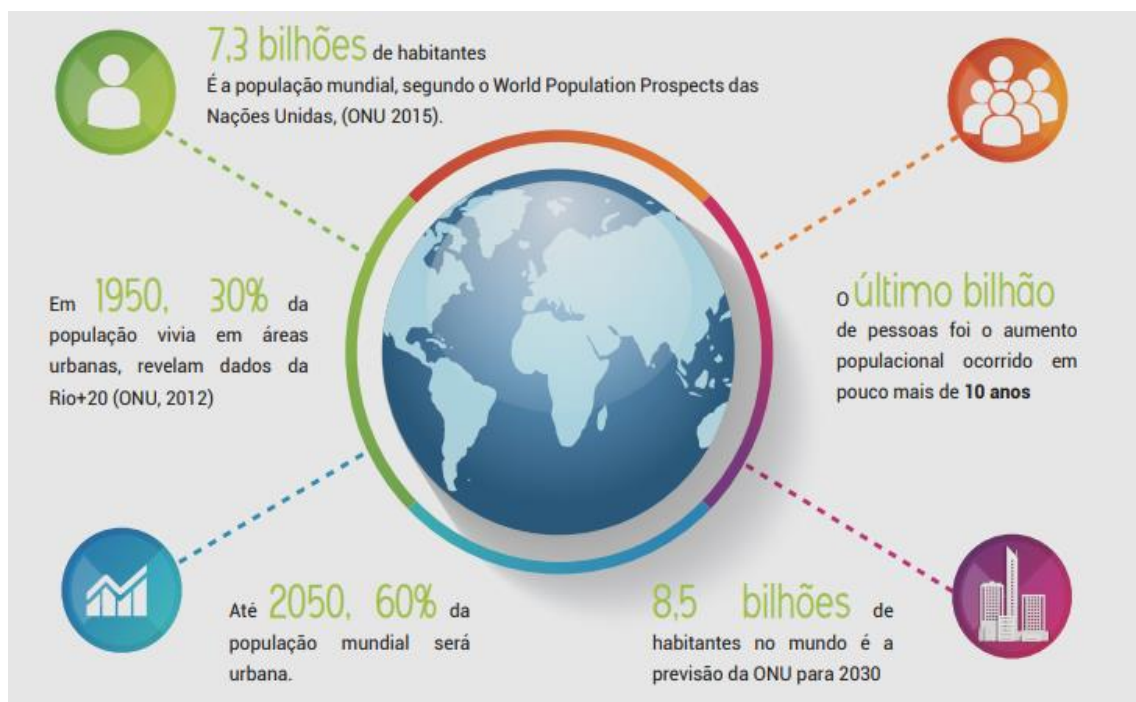
Simultaneamente foi realizada uma análise dos nossos problemas atuais com abordagens consolidadas e vastamente avaliadas pela Economia Ecológica, que tem o propósito de medir os limites de utilização da natureza e do descarte de resíduos no seu ecossistema, compreendendo que os mesmos materiais colhidos na natureza são descartados de forma equivocada, em que a dimensão entrópica do processo econômico é real e totalmente viável. Podemos usar inclusive como exemplo os pesquisadores vinculados à Sociedade Internacional de Economia Ecológica (ISEE), que propuseram a criação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológico (ICMS-Ecológico) para contribuir na nova formação de um sistema global intergovernamental para financiar a proteção da biodiversidade.

Nesse sentido, mostrar que os processos associados à “Quarta Revolução Industrial”, e o modelo de economia e produção propostos por ela, é tão ou mais lucrativo que o modelo utilizado atualmente é fundamental nessa transição. São cada vez mais evidentes os impactos do modelo de produção tradicional e linear sobre o meio ambiente, considerando que os efeitos das mudanças climáticas são noticiados diariamente por veículos jornalísticos, acadêmicos e científicos, demonstrando que os recursos naturais estão em processo constante de degradação, sem dar chances às gerações futuras.

Dessa forma, a utilização de novas tecnologias, limpas e mais sustentáveis, é estratégia fundamental para o atingimento das metas pactuadas pelo Brasil junto à ONU até 2030, para assim conseguir frear os resultados negativos que envolvem toda a população do Brasil e do mundo. Essa mudança se torna ainda mais relevante se considerarmos estimativa da própria ONU de que em 2030 a população mundial

atingirá a marca de 8,5 bilhões de pessoas, conforme figura 6, com impacto direto sobre os níveis de consumo e produção da sociedade.

Figura 6 – Perspectiva e impacto populacional no mundo



Fonte: Depiné (2016).

Para uma reflexão mais aprofundada sobre o modelo de consumo que possuímos e a urgente necessidade de mudança de hábitos, é imprescindível citar a *International Solid Waste Association*, uma associação internacional sediada em Viena, Áustria, não governamental e sem fins lucrativos, que mantém seu foco principal em promover e desenvolver modelos sustentáveis de tratamento dos resíduos sólidos. Essa associação apresentou, em seu relatório anual de 2019, a impressionante marca de produção de lixo eletrônico no mundo, tendo identificado 53,6 milhões de toneladas de equipamentos descartados, o equivalente a 7,3 quilos por habitante/ano.

Ainda nesse relatório, conforme é mencionado por Breternitz (2020), a previsão é de que em 2030 poderá se alcançar a marca de 74 milhões de toneladas de resíduos em todo o mundo, sendo os principais o material plástico e metal barato, que se fossem totalmente reciclados valeriam cerca de 57 bilhões de dólares. Notadamente é significativo o impacto negativo de telas e baterias descartadas sem cuidado (boa parte do pouco que é reciclado é feito de forma manual, sem qualquer cuidado com a saúde

dos trabalhadores envolvidos), que são altamente danosas e podem muitas vezes ser letais para a saúde para o meio ambiente.

Portanto, se não houver uma transição nos padrões de consumo que temos nos dias atuais, que estão pautados na ausência de preocupações tanto do setor produtivo como dos consumidores, com a quantidade de material utilizado nos equipamentos e produtos, o risco é de uma pressão sem precedentes sobre o meio ambiente e seus recursos, com potencial para causar drásticas mudanças climáticas, o esgotamento da biodiversidade e a escassez de recursos naturais, como água e terra para plantio.

Procedimentos metodológicos

A partir de publicações científicas reconhecidamente seguras e da análise histórica das mudanças que ocorreram a partir de 2017, este trabalho observou e manteve o foco em uma pesquisa qualitativa exploratória, baseada na quarta revolução industrial, revolução esta que foi mais direcionada para a sustentabilidade, oferecendo novos modelos de processos produtivos e avaliando o impacto da ação humana sobre o meio ambiente e mudanças climáticas.

Foi amplamente utilizado como fonte de estudo o relatório desenvolvido pela Academia Alemã de Ciência e Tecnologia (ACATECH)⁴, que estabeleceu em 2017 (SCHUH *et al.*, 2017) o primeiro estágio no caminho para o desenvolvimento para a indústria 4.0, com elevados padrões de qualidade e um processo de digitalização eficiente, estimulando a prévia e correta otimização dos processos produtivos e também utilizadas fontes de dados estabelecidos por instituições públicas e privadas, todas renomadas e com experiência no tema sobre Indústria 4.0 e Cidades Inteligentes e Sustentáveis desde 2017, uma vez que para constituir uma cidade inteligente e sustentável são necessárias indústrias com vocação para inovar e preservar o meio ambiente.

A perspectiva é de que a simples adoção de novas tecnologias não garante às empresas aumento de produtividade, sendo imprescindível estar atento às práticas de gestão, pois estas influenciam o desempenho e produtividade das empresas, como pode ser visto no Relatório de Manufatura da *London School of Economics (MANAGEMENT*

⁴ A **Academia Alemã de Ciência e Engenharia** (do alemão *Deutsche Akademie der Technikwissenschaften*) representa os interesses dos alemães, ciências técnicas de forma independente, na autodeterminação e guiada pelo bem comum, em casa e no exterior.

MATTERS, 2014). O referido relatório destaca a importância de se promover a execução de políticas de desenvolvimento industrial, especialmente as que contribuam para a sustentabilidade ambiental e geração de empregos, em consonância com as políticas de comércio exterior e de ciência e tecnologia.

Foram aplicadas diversas análises sobre estudos do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), mapas de monitoramento ambiental e em especial o Plano de Ação 2020 da ABDI, estruturado em torno de dois programas finalísticos:

- i) Programa de Transformação Digital do Setor Produtivo,
- ii) Programa de Adoção e Difusão de Novas Tecnologias e Novos Modelos de Negócios.

A inclusão no estudo do referido Plano de Ação se deve ao fato de que ambos os programas da ABDI estão diretamente associados à necessidade de aumentar a produtividade, a competitividade e os níveis de renda e emprego da economia brasileira, tendo como propulsor o potencial oferecido pelas tecnologias digitais. O Programa de Adoção e Difusão de Novas Tecnologias e Novos Modelos de Negócios tem como objetivo prover ao setor produtivo instrumentos voltados à incorporação e difusão de tecnologias, removendo as barreiras internas às empresas que dificultam a adoção de tecnologias digitais. Por sua vez, o Programa de Transformação Digital tem como objetivo contribuir para a criação de ambiente propício para a transformação digital da economia, removendo as barreiras externas. Os programas convergem e se complementam, ao fornecer ações estruturantes e operacionais com impacto de curto, médio e longo prazos, ao setor produtivo brasileiro (ABDI, 2018).

Avaliação dos resultados encontrados nesta pesquisa

O objetivo principal deste artigo é analisar o conceito da “Quarta Revolução Industrial” com a exploração, organização e relacionamento de dados para verificar os impactos e oportunidades para a indústria brasileira, nos quesitos:

1. A indústria brasileira frente aos desafios advindos da agenda da ONU – ODS 9 e ODS 11 – com ênfase na sustentabilidade ambiental.
2. Analisar as vantagens comparativas da indústria 4.0 para o desenvolvimento de Cidades Inteligentes e Sustentáveis – com o uso de

energias renováveis, tratamento de resíduos sólidos, BIM e inovações tecnológicas – que possam beneficiar a indústria brasileira.

A Sondagem Especial da Indústria 4.0, elaborada pela CNI (2016), apontou que cerca de 43% das indústrias pesquisadas não sabem ou não identificam tecnologias digitais para aumento de produtividade. Já na Sondagem de Inovação da ABDI (2019), 46% das empresas pesquisadas afirmaram não ter estratégias para a indústria 4.0. Essas sondagens vão ao encontro do estudo da Accenture, segundo o qual 57% das empresas não estão preparadas para inovar com tecnologias digitais (KNICKREHM; BERTHON; DAUGHERTY, 2016).

Este artigo também pretende lançar um olhar à bioeconomia, que, conforme a Fiesp (2020), é uma economia sustentável, que reúne todos os setores da economia que utilizam recursos biológicos (seres vivos), com o objetivo de oferecer soluções coerentes, eficazes e concretas para os grandes desafios sociais, como a crise econômica, as mudanças climáticas, substituição de recursos fósseis, segurança alimentar e saúde da população, com o uso de pesquisa em biociências, tecnologias de informação, robótica e materiais. Relacionar a bioeconomia com novas soluções e muitas vezes com soluções disruptivas, de alto valor agregado, poderá, em uma produção industrial de larga escala, proporcionar um significativo avanço socioeconômico para o Brasil.

E diante desses objetivos, foi necessário observar quais instrumentos e incentivos seriam necessários para se alcançar o patamar de um Brasil com tecnologias digitais inseridas na cadeia produtiva industrial.

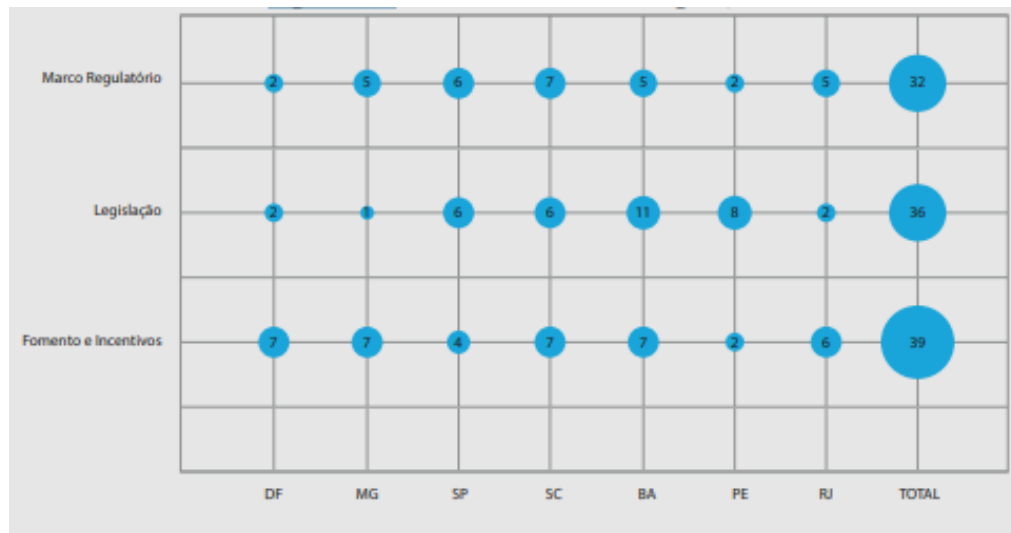
Para tanto, foi feita uma pesquisa no quesito Regulação na Indústria Avançada no Brasil, e observado em 2016, por especialistas em inovação, economia e tecnologia que participaram de um grupo de Força-Tarefa de Manufatura Avançada – liderados pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, que representavam as instituições: ABDI, Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ), Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), CNI, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP),

Fundação CERTI, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Movimento Brasil Competitivo (MBC), SEBRAE e SENAI.

Nessa ocasião foram realizados *workshops*, respectivamente, nas cidades de Brasília, Belo Horizonte, Florianópolis, São Paulo, Salvador, Recife e Rio de Janeiro, que resultaram na publicação do estudo intitulado “Perspectivas de especialistas brasileiros sobre manufatura avançada no Brasil” (BRASIL, 2016), tendo ainda sido coletadas informações específicas no tema sobre Regulação na Indústria Avançada no Brasil.

Para os especialistas, a economia digital está diretamente associada a iniciativas de desregulação, de forma que promova a aceleração do ritmo de adoção e uso de novas tecnologias, viabilizando assim o surgimento de novos modelos de negócios. Foram identificados e propostos 107 desafios e os principais pontos colocados pelos especialistas, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 7– Desafios de regulação para a Indústria 4.0



Fonte: Brasil (2016).

Após criteriosa avaliação e levantamento de dados nas respectivas capitais objeto do estudo, foi possível destacar as seguintes informações:

1. As necessidades de melhoria nos critérios de acesso ao fomento e incentivos foram 39 vezes elencadas como desafios (36%).
2. A modernização da legislação nacional, considerada defasada em alguns aspectos, foram 36 vezes elencadas (34%).

3. A definição de novo Marco Regulatório, com 32 discussões (30%), nas quais se destacou a incompatibilidade de Normas Reguladoras nacionais frente ao surgimento de alternativas tecnológicas para o aumento de competitividade, tais como a utilização de robótica autônoma.

Diante dos levantamentos realizados pelos especialistas sobre a temática Regulação, o subtema Marco Regulatório obteve 49% das propostas, com o maior número de proposições, destacando-se especialmente a necessidade de ajustes na NR12⁵ e de avanços no uso da robótica colaborativa. O aumento e maior acesso a Fomentos e Incentivos obteve 31% das propostas, visando dar conhecimento e criar novos mecanismos de acesso a recursos para desenvolver a manufatura avançada nacional, sendo o segundo maior conjunto de propostas, seguido de mudanças na Legislação, em que os especialistas identificaram necessidades de alterações nas leis trabalhistas brasileiras, com 18% das propostas. O aprofundamento da análise de conceito de Propriedade Industrial obteve 3% das propostas.

A indústria é considerada a maior demandante de soluções para incentivos e instrumentos que apoiem e acelerem a transição para a transformação digital, sendo considerado pelos especialistas que, tanto a intensidade do esforço político-social, para implantar essa proposta, quanto o esforço de desenvolvimento de Capital Intelectual são altíssimos.

Nas discussões sobre a carga tributária, foi mencionada e referenciada a existência da Lei do Bem⁶, mas que possui acesso ainda restrito, pois apenas cerca de mil empresas acessam esse instrumento. Na discussão foi citado como indispensável priorizar os seguintes pontos: reestudo e ampliação dos mecanismos existentes, como a Lei do Bem; desenvolvimento de estudos para quantificação de impactos da desoneração; proposição para redução de cargas tributárias em produtos e setores estratégicos e/ou simplificar tarifação externa dos insumos que contribuem para o desenvolvimento da Indústria 4.0. Portanto, diante dos achados especificados pelos especialistas da força tarefa constituída, entende-se que o movimento mundial da economia digital vem associado a iniciativas de desregulação, de forma que promova a

⁵ NR 12 - Norma Regulamentadora número 12 (NR 12), criada em 8 de junho de 1978 pelo Ministério de Trabalho, tem como objetivo garantir que máquinas e equipamentos sejam seguros para o uso do trabalhador. É considerada a norma mais importante no sentido de regulamentação de segurança e qualidades do trabalho no Brasil.

⁶ A Lei n. 11.196/05, que passou a ser conhecida como “Lei do Bem”, cria a concessão de incentivos fiscais às pessoas jurídicas que realizarem pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica. Sabe-se que o crescimento dos países passa pelo investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

aceleração do ritmo de adoção e uso de novas tecnologias, viabilizando assim o surgimento de novos modelos de negócios (BRASIL, 2016).

Em relação à estratégia para aplicação de tecnologias 4.0 e a instalação de Cidades Inteligentes e Sustentáveis, foi avaliada a priorização das soluções tecnológicas realizada com os parceiros da ABDI no Parque Tecnológico de Itaipu. Entretanto, com a pandemia da covid-19, as reuniões presenciais foram suspensas e retomadas apenas de forma virtual, o que limitou muitos aspectos dessa etapa. Tal fato impactou no prazo da primeira etapa, que foi postergada para julho de 2020.

Com a conclusão das etapas no segundo semestre de 2020, associada à seleção das soluções e realização dos testes do mercado para essas tecnologias, só então será possível de forma conclusiva a comprovação. Isso porque essa análise será feita por um grupo composto majoritariamente por entes públicos, podendo ser visitado e constatado *in loco* os resultados, além de serem verificadas soluções tecnológicas rigorosamente testadas, facilitando assim o processo de aquisição e assimilação das inovações, podendo ser observada inclusive se houve a melhoria dos processos de logística reversa de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU's)⁷ e de reciclagem veicular.

O importante é verificar, no Brasil, o aumento médio da maturidade das políticas públicas, programas ou projetos com foco na transformação digital do setor produtivo, e mensurar o aumento médio da maturidade das políticas públicas, programas e projetos que se candidatarem para inserir processos da indústria 4.0 em sua produção. A expectativa com este estudo é que se evidencie a importância do acompanhamento constante de entes públicos/privados junto aos formuladores de políticas públicas e as instituições financeiras, que, ao liberarem recursos para a cadeia produtiva industrial, observem as adequações da produção industrial e a conscientização coletiva sobre a necessidade de mudança no modelo de geração de produtos e manutenção da economia, além de estimular e contribuir para a geração de uma consciência a respeito da equação preservação da qualidade do meio ambiente, diretamente relacionada com desenvolvimento social e econômico, com ações menos degradantes para o meio ambiente. Imprescindível também é fomentar a adoção de novos modelos de negócios digitais e economia sustentável, para que decisões de hoje possam viabilizar a vida

⁷ Resíduos Sólidos Urbanos (RSU's), segundo a NBR.10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), vulgarmente denominados por lixo urbano, são resultantes da atividade doméstica e comercial das povoações. A composição varia de população para população, dependendo da situação socioeconômica e das condições e hábitos de vida.

amanhã e incentivar um espírito de solidariedade e uma atitude mais responsável com o planeta, pois essas alterações são fundamentais e podem nos conduzir a um futuro mais promissor e equilibrado, tanto na economia como na qualidade de vida das pessoas e especialmente para todo o ecossistema ambiental.

Referências Bibliográficas

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Anexos ao contrato de gestão ABDI 2018-2020**: exercício 2020. Brasília: ABDI, 2018. Disponível em: https://api.abdi.com.br/uploads/files/transparency/_5e15cd30300420.56082419.pdf. Acesso em: 10 jul. 2020.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Sondagem de Inovação da ABDI**. Brasília: ABDI, 2019. Disponível em: <http://sitesinteligencia.abdi.com.br/sites/sondagem-da-inovacao/>. Acesso em: 18 mai. 2020.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Planejamento Estratégico 2020-2023**. Brasília: ABDI, 2020. Disponível em: https://api.abdi.com.br/uploads/files/transparency/_5e8231cbd1dc10.17759316.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

BRASIL. Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Relatório de Atividades 2017-2018**. Brasília: Presidência da República, 2018. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ods/publicacoes/relatorio-cnods-2017-18>. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRASIL. Observatório da Inovação. **Perspectivas de especialistas brasileiros sobre a manufatura avançada no Brasil**. Brasília: MDIC/MCTIC, 2016. Disponível em: <http://homologa.oic.nap.usp.br/wp-content/uploads/2016/11/mdicmctic-perspectivasdeespecialistassobreamanufaturaavanadanobrasil-2016-161129012506.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2020.

BRETERNITZ, Vivaldo José. Mundo bate recorde de produção de lixo eletrônico. **EcoDebate**, 9 jul. 2020. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/07/09/mundo-bate-recorde-de-producao-de-lixo-eletronico/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Água, indústria e sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2013. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4967/20131025113511891782i.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Sondagem especial: indústria 4.0**, Brasília, ano 17, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>. Acesso em: 18 mai. 2020.

DEPINÉ, Ágata. Como se faz uma cidade inteligente. **Via Revista**, ano 1, n. 1, set., 2016. Disponível em: <http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/10/revistaVIA-1ed.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Completando a figura: como a economia circular ajuda a enfrentar as mudanças climáticas. **Material Economics**, v. 3, set. 2019. Disponível em:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Completando-a-Figura.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ESTADÃO. Índices de poluição no mundo caem durante isolamento social. **Summit Mobilidade Urbana 2020**, 13 mai. 2020. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/indices-de-poluicao-no-mundo-caem-durante-isolamento-social/>. Acesso em: 18 mai. 2020.

FIESP. **O que é Bioeconomia**. São Paulo: Fiesp, c2020. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/o-que-e-bioeconomia/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

KNICKREHM, Mark; BERTHON, Bruno; DAUGHERTY, Paul. **Digital disruption: The growth multiplier**. Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth. Accenture Strategy, 2016. Disponível em: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-14/accenture-strategy-digital-disruption-growth-multiplier-brazil.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

MANAGEMENT MATTERS. **Relatório de Manufatura 2014**. Londres: Centre for Economic Performance, 2014. Disponível em: <http://worldmanagementsurvey.org/wp-content/images/2015/06/Manufacturing-Report-2014-EUROPE-PORTUGUESE.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. **Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times**, New York, p. 282-291, jun. 2011. Disponível em: https://inta-aivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/dgo_2011_smartcity.pdf. Acesso em: 10 mai. 2020.

ONU. **Agenda 2030**. Rio de Janeiro: UNIC-Rio, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 18 mai. 2020.

RAWORTH, Kate. **Economia Donut: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo**. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

SALESFORCE BLOG. **O que é Quarta Revolução Industrial?** 18 jan. 2018. Disponível em: <https://www.salesforce.com/br/blog/2018/Janeiro/O-que-e-Quarta-Revolucao-Industrial.html>. Acesso em: 10 jun. 2020.

SANCHES PEREIRA, Alessandro *et al.* Ecologia industrial, produção e ambiente: uma discussão sobre as abordagens de interconectividade produtiva. In: **International Workshop: Advances in Cleaner Production**, 1., 2007, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: Editora da UNIP, 2007.

SCHUH, Günther *et al.* **Industrie 4.0 Maturity Index: Managing the Digital Transformation of Companies (ACATECH STUDY)**. Herbert Utz Verlag: Munich, 2017.

WORLDOMETER. c2020. Disponível em: <https://www.worldometers.info/br/>. Acesso em: 18 mai. 2020.