

CIDADES INTELIGENTES E INDÚSTRIA 4.0: A INFLUÊNCIA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

LUÍSA PASETO¹
MÁRCIA REGINA MARTINS MARTINEZ²
ERICO PRZEYBILOVICZ³

RESUMO

Este artigo tem como objetivo entender teórica-criticamente a influência das Tecnologias da Informação e Comunicação - TICs na indústria e transformação digital das cidades, com foco nas mudanças econômicas e seus impactos para a sociedade. Para isso foi realizada uma revisão narrativa da literatura. O avanço das TICs apresentou em seus resultados possibilidades para a evolução dos modos de produção da indústria, levando ao aumento da produtividade. O conceito de cidade inteligente surge na transformação dos espaços urbanos com narrativas que prometem a melhoria dos serviços urbanos e qualidade de vida aos cidadãos. Este movimento de uso das TICs, como a internet das coisas, *big data*, inteligência artificial e computação em nuvem, perpassa pelas cidades e seus habitantes melhorando a oferta de serviços urbanos, exaltando a qualidade de vida dos cidadãos e culminando no conceito de uma cidade inteligente. Na indústria, maximiza a relação custo x benefício produtivo e surge o conceito de indústria 4.0. Entretanto, há críticas e preocupações a respeito dessa transformação digital que podem trazer impactos adversos como desemprego, ampliação de desigualdades sociais nas cidades e estes fatores precisam ser explorados em pesquisas futuras.

Palavras-Chave: Cidade inteligente; Indústria 4.0; Transformação Digital; Espaço Urbano; TIC.

¹ Doutora em Engenharia Agrícola e pesquisadora no CTI Renato Archer / luisa.paseto@cti.gov.br

² Especialista em Qualidade Industrial e pesquisadora no CTI Renato Archer / marcia.martinez@cti.gov.br

³ Doutor em Administração de Empresas e pesquisador no CTI Renato Archer / erico.przebylovicz@cti.gov.br

SMART CITIES AND INDUSTRY 4.0: THE INFLUENCE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ABSTRACT

This article aims to understand theoretically and critically the influence of Information and Communication Technologies - ICTs in the industry and digital transformation of cities, focusing on economic changes and their impacts on society. For this, a narrative literature review was carried out. The advancement of ICTs presented in its results possibilities for the evolution of the production modes of the industry, leading to increased productivity. The concept of a smart city emerges in the transformation of urban spaces with narratives that promise the improvement of urban services and quality of life for citizens. This movement in the use of ICTs, such as the internet of things, big data, artificial intelligence, and cloud computing, permeates cities and their inhabitants, improving the offer of urban services, extolling the quality of life of citizens and culminating in the concept of a smart city. In industry, the cost-benefit ratio is maximized and the concept of industry 4.0 emerges. However, there are criticisms and concerns about this digital transformation that can have adverse impacts such as unemployment, the expansion of social inequalities in cities and these factors need to be explored in future research.

Keywords: Smart city, Industry 4.0, Digital transformation, Urban space, ICT.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da evolução humana e econômica, a tecnologia vem transformando as relações e atividades inerentes a atividade humana. O setor de produção industrial, em seu primeiro movimento revolucionário, desenvolveu e aperfeiçoou engrenagens como a tecnologia do vapor, conhecida como a primeira revolução industrial. A segunda revolução industrial, inicia-se quando da superação em termos de eficiência das máquinas a vapor, pela utilização de materiais mais potentes e duráveis. Com o domínio da energia elétrica, em meados do século 20, os processos produtivos passam a ser mais precisos e sincronizados, com execução via máquinas e robótica, caracterizando a terceira revolução industrial. Por fim, a revolução digital com a criação de vantagens competitivas disruptivas, dos novos modelos de negócios, das mudanças no comportamento do consumidor e a chegada das *startups*, apresentaram a necessidade de aperfeiçoamento da robótica instalada às tarefas produtivas do cenário para o século XXI.

A utilização da conectividade como ferramenta de operação para decisões rápidas, descentralizadas e que impliquem em menores custos é o mote de gestão perseguido na revolução 4.0. Assim, considera-se em termos de transformações econômicas e produtivas, a indústria 4.0 como uma estratégia importante para as organizações se manterem competitivas no futuro e para o desenvolvimento direto de produtos e serviços (LASI *et al.*, 2014; SCHMIDT *et al.*, 2015; SENDLER, 2013; WANG *et al.*, 2015).

Todo este movimento, entre o uso da internet das coisas, *big data*, inteligência artificial e computação em nuvem, perpassa pelas cidades e seus habitantes, reverberando em desenvolvimento urbano. Tornar uma cidade inteligente significa a possibilidade de troca de dados entre diferentes fontes, por meio de internet das coisas e computação em nuvem, permitindo rapidez nas decisões de governança, e a interconexão de redes de informações, imprimindo inteligência, precisão e otimização às decisões e aplicações de recursos.

Em uma cidade inteligente, o ambiente, a economia e a sociedade estão necessariamente interligados e coexistem em um único ecossistema. A infraestrutura de conectividade é fundamental na disponibilização dos serviços e processos oferecidos. A implantação de um sistema inteligente no município,

representa diversas vantagens em governança e habitabilidade, como: aprimoramento de desenvolvimento dos serviços de transporte; otimização dos serviços de emergência; disponibilização e inclusão de tecnologias em ambientes escolares (THE ELLEN MAC ARTHUR FOUNDATION, 2017). Assim, cidades inteligentes de maneira geral, compartilham da mesma ferramenta de conectividade e integração da indústria 4.0, porém com foco em beneficiar cidadãos e governos.

O presente artigo busca apresentar um entendimento teórico-crítico entre o desenvolvimento das TICs para a indústria 4.0 e para a construção das cidades inteligentes, com foco nas transformações econômicas e seus impactos para o desenvolvimento sustentável. Para isso a pergunta de pesquisa que guiou este trabalho foi entender qual a influência das TICs para a indústria 4.0 e para as cidades inteligentes? Para responder esta indagação, buscamos na literatura sobre indústria 4.0, cidades inteligentes e TICs compreender as sinergias tecnológicas para o avanço de uma cidade inteligente e uma indústria de manufatura avançada 4.0 com seus impactos para a sociedade. Realizou-se uma revisão de literatura narrativa (BOTELHO, CUNHA & MACEDO, 2011) que busca uma compreensão teórica (ROTHER, 2007) do assunto a partir da análise e interpretação crítica dos pesquisadores (BERNARDO, NOBRE & JANETE, 2004).

O presente artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: na primeira seção de introdução apresentam-se os argumentos e a relevância de entender teoricamente a conexão entre o desenvolvimento das TICs, indústria 4.0 e cidades inteligentes; a segunda seção contextualiza conceitos de ação da indústria 4.0 e de cidades inteligentes e alguns desdobramentos na economia das cidades. A seção três apresenta os procedimentos metodológicos, em seguida, a seção quatro destaca os resultados e discussões e, por fim na seção cinco apresentam-se as conclusões e possibilidade de aperfeiçoamento para pesquisas futuras.

2 CONTEXTUALIZANDO INDÚSTRIA 4.0 E CIDADES INTELIGENTES

Esta seção contextualiza a indústria 4.0 e as cidades inteligentes. Ambos os conceitos são recentes e surgiram a partir do uso das TICs, nas empresas e nas cidades. Ainda sem um conceito definido e universal, considera-se a Indústria 4.0, como a incorporação da digitalização à atividade industrial, caracterizada pela

integração e controle da produção, a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual (IEDI, 2018).

As diferentes definições sobre indústria 4.0 nas literaturas pesquisadas (Quadro 1) não apresentam um consenso, nem entre autores, nem entre países (GLAS E KLEEMANN, 2016). Porém, há consenso que não se deve limitar-se à digitalização das empresas, mas também a organização e a coordenação de uma rede de formação de valor, com cadeias de suprimento em intersecção com outros conceitos, como “Fábrica Inteligente”, “Internet das Coisas e Serviços” ou “*Cyber-Physical Systems*” (PLATFORM 4.0; SCHMIDT *et al.*, 2015; SENDLER, 2013; WANG, 2016; KUSIAK, 2017).

Quadro 1. Definições para Indústria 4.0

Definição / Característica	País / Autor
Pensado para reorganizar e coordenar as cadeias de valor. Utiliza a customização das informações dos clientes, em ambientes de <i>big data</i> , para integrar holisticamente processos de produção.	Alemanha; <i>Plattform 4.0</i>
Pensa a superposição de desenvolvimentos tecnológicos que abarcam os produtos e os processos. Apresenta a fusão do sistema físico cibernético, no fluxo de trabalho. Define a incorporação de produtos inteligentes em interação com processos físicos e digitais que transpõem as fronteiras geográficas e organizacionais. Sistemas físicos cibernéticos introduzem a capacidade de computação e armazenamento (mecânico e eletrônico), baseados na <i>Internet</i> como meio de comunicação.	USA/ Schmidt <i>et al.</i> , 2015
É a ligação de produtos e serviços com seus ambientes, por meio de serviços de rede, permitindo o desenvolvimento de novos produtos e ou serviços autônomos (sem intervenção humana).	Alemanha/ Sandler, 2013
É considerado como uma estratégia importante para as organizações se manterem competitivas no futuro, abrange desde o projeto e a implementação dos produtos e serviços competitivos, até a gestão eficaz dos sistemas de produção e logística.	Wang & Zhang, 2016
Dispõe que, uma manufatura inteligente integra os ativos manufatureiros, com sensores, sistemas de computação, tecnologias de comunicação, modelagem de dados, controle, simulação e sistemas preditivos. Para tanto são definidos seis pilares para sua consolidação: tecnologias e processos de manufatura, materiais, dados, engenharia preditiva, sustentabilidade, e compartilhamento de recursos e redes de comunicação.	Kusiak, 2017

Fonte: Adaptado de Glas & Kleemann, 2016

O ambiente empresarial brasileiro entende que para acelerar a adoção de TICs, o governo deve priorizar o desenvolvimento da infraestrutura digital, das cidades e seus principais centros empresariais, principalmente no que tange a otimização das velocidades de banda larga e dos sensores inteligentes (CNI, 2016).

Assim como o conceito indústria 4.0, o debate acadêmico para cidades

inteligentes ainda é fragmentado e difuso (MACADAR et al., 2016; MEIJER e BOLIVAR, 2016; RUHLANDT, 2018). Sendo um termo controverso e criticado na literatura, as cidades inteligentes ganharam proeminência por causa da influência de grandes corporações de tecnologia interessadas em vender soluções tecnológicas para as cidades (SODERSTROM, PAASCHE e KLAUSER, 2014); e a possibilidade de entender a cidade sob uma nova perspectiva, onde a colaboração cidadão-governo mediada pela TIC abre novos paradigmas de pesquisa (PRZEYBILOVICZ et al., 2018b).

O vocábulo cidade inteligente, está relacionado ao conceito de *smart growth*, que é uma estratégia de planejamento que visa tornar as cidades mais compactas, menos vorazes em termos de recursos e consumo de solo (HOLLANDS, 2008; PRZEYBILOVICZ et al., 2018a; VANOLO, 2013). O adjetivo "*smart*" envolve a relação entre o espaço urbano e a inserção de uma camada de TIC e inclui questões tais como, a capacidade de gerar inovação, a transição para formas de governança eletrônica, a aprendizagem social, serviços públicos eletrônicos e a possibilidade de fornecer infraestrutura de TIC para a cidade (HALL e CASTELLS, 1994; HOLLANDS, 2008; KOMNINOS, 2002).

As características comuns aos diferentes conceitos para cidade inteligente são: 1) uma cidade com infraestrutura em rede que permite a eficiência política, em termos de serviços públicos e o desenvolvimento social e cultural; 2) uma ênfase no desenvolvimento urbano dirigido por empresas e atividades criativas para a promoção do crescimento econômico urbano; 3) inclusão social dos vários residentes urbanos e capital social para o desenvolvimento urbano e, 4) o ambiente natural como um componente estratégico para o futuro e sobrevivência na cidade (ALBINO et al., 2015).

Nos países emergentes e em desenvolvimento como o Brasil, uma característica distintiva de uma cidade inteligente é ser sustentável. Soluções sustentáveis devem garantir que as cidades produzam maior valor econômico e social e consumam menos recursos (menos lixo e energia), oferecendo serviços mais adequados à população, como os de transporte, saúde e educação (CUNHA et al., 2016).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este é um trabalho qualitativo e utiliza a revisão de literatura narrativa com estratégia de pesquisa. Foram consultadas fontes de informações bibliográficas eletrônicas para obtenção de resultados de pesquisa de outros autores, com o objetivo de fundamentar teoricamente indústria 4.0 e cidades inteligentes. Dentre as diversas metodologias de revisão de literatura, utilizamos a revisão narrativa pois permite a aquisição e atualização de conhecimento sobre um determinado tema em curto período de tempo para descrever o estado da arte de um assunto específico, sob o ponto de vista teórico (ROTHER, 2007). O objetivo foi analisar criticamente a literatura e, a revisão narrativa permite essa interpretação e análise crítica dos pesquisadores (BERNARDO, NOBRE e JANETE, 2004). De acordo com Cook *et al.*, 1997, existem características específicas que são apresentadas no (Quadro 2) e a aplicação desses requisitos neste estudo.

Quadro 2. Requisitos para revisão bibliográfica narrativa

Item	Revisão narrativa	Aplicação neste trabalho
Tipo de Questão	Ampla	Apresentar um entendimento teórico-crítico entre o desenvolvimento das tecnologias de informação e indústria 4.0 na construção das cidades inteligentes
Fonte de dados	Frequentemente não especificada, potencialmente com viés	Artigos acadêmicos, documentos de fontes especializadas de indústria 4.0 e cidades inteligentes, livros, <i>websites</i>
Seleção dos documentos	Frequentemente não especificada, potencialmente com viés	Variável e não especificada
Avaliação dos documentos	Variável	Os itens incluídos foram avaliados em relação à relevância que o documento/fonte tem para o entendimento de conceitos sobre indústria 4.0 e cidades inteligentes
Análise e síntese	Qualitativa	Análise crítica-interpretativa dos textos e sumarização das principais ideias e argumentos explicitados nos documentos
Inferências	Às vezes baseadas em resultados de pesquisa empírica	Fundamentadas nas citações extraídas dos documentos

Fonte: Adaptado de Cook, Mulrow e Raynes, 1997

Os autores deste artigo declaram ainda que trabalham num grupo de pesquisa focado em políticas públicas para TIC, analisando, discutindo e desenvolvendo instrumentos de política pública relacionadas com TICs e, mais recentemente, com a indústria 4.0 e cidades inteligentes, o que permite um olhar

crítico e aprofundado para discutir de forma interpretativa a literatura sobre os temas desse artigo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados e discussões em relação as TICs em cidades inteligentes, indústria 4.0 e as tendências e impactos no desenvolvimento econômico das cidades do futuro.

4.1 Tecnologias de Informação e Comunicação em Cidades Inteligentes

No contexto de cidades inteligentes, diversas TICs podem ser utilizadas, como: a internet das coisas (IoT) que conecta em rede objetos físicos capazes de reunir e transmitir dados; a computação em nuvem que serve para armazenar e aumentar a eficiência de aplicações e serviços; a inteligência artificial como forma de minerar grandes conjuntos de dados para serem processados, analisados e armazenados (big-data), apoiando a tomada de decisão, a distribuição das informações para a formulação de estratégias governamentais, industriais, acadêmicas entre outros.

As redes de sensores sem fio nas cidades são utilizadas em diversas soluções inteligentes, tais como: mobilidade pública, edifícios inteligentes, monitoramento ambiental, entre outros. No âmbito de governança, uma plataforma inteligente fornece diversos serviços aos cidadãos. As TICs devem ser acessíveis, para inserir pessoas como participantes ativos no papel de consumidores e produtores de dados e serviços em uma cidade inteligente (GAMA *et al.*, 2012; GOODCHILD 2007).

As cidades inteligentes devem compreender sistemas, instrumentos e indicadores aliados às práticas de governo aberto com transparência, participação social e prestação de contas, à Nova Agenda Urbana e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2019) para atingir as metas que os diversos planos propõem.

As TICs não podem incidir apenas pontualmente em um determinado sistema urbano, é necessário um esforço concentrado e continuado de planejamento urbano

e de desenvolvimento de políticas públicas para o uso das novas tecnologias, sendo importante que os governantes e a sociedade estejam atentas aos seus desdobramentos e implicações.

4.2 Indústria 4.0

Os debates brasileiros sobre Indústria 4.0 apontam para a necessidade de definições em novas estratégias de inovação no ambiente empresarial. O governo federal, por meio da segunda versão da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI - 2016-2022 (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC, 2016), elencou cinco desafios para as ações de políticas públicas de ciência e tecnologia, com foco na indústria 4.0, são estes: 1) convergência e integração tecnológica em manufatura avançada para aumento da competitividade; 2) recursos humanos para o desenvolvimento da manufatura avançada; 3) manufatura avançada para fortalecimento das cadeias produtivas; 4) promoção das infraestruturas como instrumento de suporte a iniciativas em manufatura avançada e regulação como indutora da inovação e da mudança tecnológica.

O ambiente empresarial brasileiro entende que para acelerar a adoção de tecnologias digitais no país, o governo deve priorizar o desenvolvimento da infraestrutura digital, principalmente no que tange a banda larga e os sensores inteligentes (CNI, 2016). Questões como, o estabelecimento de marcos regulatórios, de padrões técnicos e transferência e proteção de dados, do ponto de vista empresarial, necessitam de uma regulação universal, envolvendo todos os atores participantes na indústria 4.0.

Os desafios da Indústria 4.0 abarcam necessidades de formação das condições para o desenvolvimento, implantação e manutenção de investimentos contínuos em pesquisa, considerando-se os clássicos conhecimento e tecnologia.

Encontram-se já, algumas movimentações na dimensão econômica - financeira, para a organização das Indústrias Inteligentes. Como exemplo, temos o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que introduziu uma linha para o financiamento de pesquisas, que ajudem na definição de políticas

públicas para a internet das coisas, bem como, o Plano Nacional de Internet das Coisas, Decreto nº 9.854 /2019, cuja a finalidade foi dar mais espaço à internet das coisas no Brasil, implementando e desenvolvendo novas tecnologias enquanto se leva em consideração a livre concorrência e circulação de dados, sem deixar de dar a devida importância à proteção de dados pessoais.

Para a Indústria 4.0, os avanços mais importantes serão alcançados por meio de estratégias de atuação ampla envolvendo toda a cadeia de valor (economia circular). O modelo de economia circular, sintetiza uma série de importantes escolas de pensamento, incluindo a economia de performance; a filosofia de design; a ideia de biomimética; a economia industrial; o capitalismo natural; e a abordagem *blue economy* (THE ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). De maneira que, o conceito circular, deve englobar a eficiência no uso de recursos de produção e principalmente sua disposição, o que deve exigir mudanças no modelo de negócios atuais, em termos de tecnologia e de comportamento interdisciplinar. Modelos abrangentes transformadores para uma cadeia de valor, desde o desenvolvimento, uso, descarte e reuso de produtos.

Como tendência econômica a circularidade, perpassa pelas cidades de maneira a induzir ações sinérgicas em diversos setores como no transporte, na agricultura, na tecnologia, na construção entre outros.

Com relação aos impactos econômicos e sociais derivados da Indústria 4.0, o talento humano será um fator crítico para a produção de bens e serviços, mais do que o capital (SCHWAB, 2016). Levando a um crescimento segregado do mercado de trabalho, em mão de obra com poucas habilidades e baixos salários, e as de altas habilidades e altos salários. A criatividade e inovação no desenvolvimento de produtos deve ser acompanhada de uma forte consciência ambiental na gestão de todo o ciclo de vida dos produtos. É necessário que sejam analisados e quantificados não somente os impactos da inovação tecnológica sobre a produtividade e competitividade das empresas, mas também os decorrentes do possível desemprego e suas consequências, principalmente em países subdesenvolvidos, da motivação dos trabalhadores com relação ao conteúdo do trabalho, da capacitação para lidar com as TICs, enfim de tudo que cerca o mundo do trabalho, que será profundamente transformado. Assim, algumas questões como

flexibilidade no trabalho, o trabalho remoto, cuidados de saúde, as mudanças demográficas e a vida privada das pessoas, precisam ser consideradas em uma análise holística das transformações esperadas.

O ritmo de aderência às transformações, ditará os ganhos em desenvolvimento tecnológico, incentivos regulatórios, novos modelos de negócios, disponibilidade de investimentos e, da disposição dos consumidores e do setor empresarial para um futuro interoperacional e inclusivo.

4.3 Cidades Inteligentes

A cidade inteligente brasileira supera, antigos e novos desafios, com a criação de soluções originais baseadas em tecnologia da informação (CUNHA *et al.*, 2016). Ao refletir sobre a definição apresentada, será difícil imaginar que alguma cidade tenha chegado a se configurar plenamente como *'smart'*. Considera-se, pois, que a cidade inteligente é um modelo ideal a ser atingido. Esse modelo ideal apresenta múltiplos ângulos e focos de atenção, razão pela qual o conceito é por vezes decomposto em diferentes âmbitos. A União Europeia, por exemplo, decompõe tal conceito em seis áreas: governança, economia, mobilidade, meio ambiente, pessoas e vida na cidade (GIFFINGER *et al.*, 2007) (Figura 1).

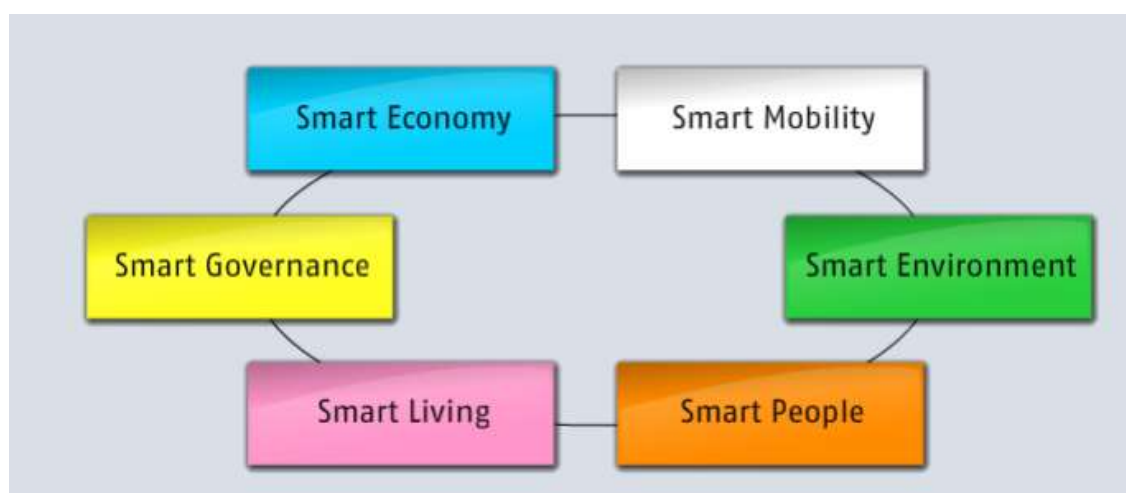


Figura 1. Os âmbitos da cidade inteligente

Fonte: Giffinger, 2007

Essa divisão influenciou empresas e instituições em todo o mundo. Neste trabalho foi analisado especialmente a área econômica. Economia inteligente

incluem-se *e-business* e *e-commerce* em escala urbana, mas também novas formas de produção e entrega de serviços, em que as TICs desempenham papel-chave, assim como os novos modelos de negócio necessários para sua implementação. Incluem-se ainda o incentivo e a criação de *clusters* urbanos e ecossistemas empresariais em torno de negócios digitais e empreendedorismo, baseados na interconexão local e global com os fluxos de bens, serviços e conhecimentos globais (CUNHA *et al.*, 2016).

A dinâmica da economia brasileira está mudando em decorrência da diminuição da indústria e do aumento do setor de serviços. Segundo resultados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2018 o Produto Interno Bruto - PIB brasileiro foi composto majoritariamente pelo setor de serviços (75,8%), seguido pela indústria (18,9%) e pela agricultura (5,3%). Essa não é uma mudança exclusivamente brasileira, mas uma tendência mundial, resultante das inovações tecnológicas e da valorização do conhecimento. Essa mudança, com foco cada vez maior no setor de serviços, somada a fatores como a sociedade em rede, as TICs, a economia circular e a indústria 4.0 entre outros - faz parte da chamada Nova Economia e exige que novos padrões de tributação, inovação ou legislação sejam desenvolvidos para receberem os novos modelos de negócio (CUNHA *et al.*, 2016).

O crescimento econômico das cidades apresenta uma forte correlação com o desenvolvimento de modelos de negócio inteligentes. A inovação tecnológica cria oportunidades para o desenvolvimento econômico urbano, melhora a prestação funcional dos diversos serviços e produtos urbanos, facilita a experiência dos cidadãos nos arredores digitais, estimula a inovação empresarial e ao mesmo tempo supõe uma contribuição à sustentabilidade ambiental, pela economia de custos, tempo e recursos (CUNHA *et al.*, 2016). Em vários modelos de cidades inteligentes, as TICs e soluções digitais desempenham um papel fundamental e catalizador como demonstra a expansão de aplicativos de software, a proliferação de atividades ligadas ao processamento de dados, sua análise e o desenvolvimento de modelos de simulação (ALBINO *et al.*, 2015). Ao redor dos serviços de informação baseados em dados abertos, surgem novos modelos de negócio com impacto direto em múltiplos setores econômicos - como turismo, varejo, lazer e entretenimento, educação e saúde, entre outros -, os quais se materializam principalmente no

desenvolvimento de serviços ou aplicativos por parte de empreendedores e empresas, que supõem um benefício para o cidadão e tentam monetizar o processo por diversas vias.

As TICs para o desenvolvimento da indústria 4.0 e a transformação para cidades inteligentes se manifestam por meio dos avanços e um conjunto de inovações, com um objetivo comum de tornar as máquinas e as cidades eficientes e inteligentes (Quadro 3).

Quadro 3. Sinergia tecnológica: conexões entre Indústria 4.0 e Smart Cities

TICs	Indústria 4.0	Cidades Inteligentes
Internet das Coisas: A hiperconectividade ajudando a melhorar o uso dos objetos e tecnologias	Máquinas gerando relatórios instantâneos de produção para o <i>software</i> de gestão na nuvem	Semáforos inteligentes, sistemas para diminuição de desperdícios de água, transporte e mobilidade urbana
<i>Big Data</i> , grande quantidade de dados coletada e armazenada em rede	Dados que permitem às máquinas trabalharem com maior eficiência. Algoritmos que permitem aos robôs tratarem e aproveitarem grande parte desses dados	Tomada de decisão de políticas públicas com base em dados, possibilidade de otimização dos serviços urbanos
Inteligência artificial - IA é o que permite a tomada de decisão da máquina sem a interferência humana	Tanto na cidade como na indústria a IA alimenta-se da big data e a internet das coisas, permite decisões sem a necessidade da avaliação humana	
Computação em Nuvem: os sistemas são armazenados em servidores compartilhados e interligados pela internet, de modo que possam ser acessados em qualquer lugar do mundo	Permite ultrapassar os limites dos servidores da empresa e ampliar as possibilidades de conectividade entre sistemas, menos custo e de forma mais ágil e eficiente	

Neste sentido, é fundamental apresentar um entendimento sobre o desenvolvimento e uso das TICs indústria 4.0 na construção das cidades inteligentes e os impactos no desenvolvimento econômico das cidades do futuro (Quadro 4).

Quadro 4. Tendências e impactos da transformação digital

	Tendências	Alguns impactos	Referência
Indústria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da produtividade • Qualidade do produto • Redução de custos • Eficiência em investimentos em capital para infraestrutura e tecnologia • Novos modelos de negócios • Valorização de ativos intangíveis • Oportunidades para desenvolvimento de logística reversa • Disseminação de novas tecnologias para as pequenas e médias empresas - PMEs 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencial para formação de mão de obra • Disseminação de novas tecnologias • Robotização e transformação digital • Adaptabilidade do sistema de contratação de mão de obra e prestação de serviço • Flexibilização das normas trabalhistas • Articulação entre os agentes públicos, privados e academia • Padronização e interoperacionalidade em nível nacional e internacional • Desemprego • Transformações tecnológicas com aderência desigual e não inclusiva 	CGEE, 2018; CNI, 2019 Quadro 1 The Ellen MacArthur Foundation, 2017; Wang <i>et al.</i> , 2015, 2016.
TICs	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria da eficiência dos processos operacionais e administrativos (eGOV) • Tomadas de decisão rápidas e inteligentes provindas das análises dos dados obtidos • Novos processos de industrialização e tecnologias utilizadas em todo o ciclo de vida dos produtos e nos processos de descarte e reciclagem de materiais (logística reversa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidades de criação de novos negócios, profissões, e espaço para o surgimento de PMEs, em decorrência da informatização dos produtos • Concentração de riquezas nos países desenvolvedores de tecnologia, e o aumento do desemprego principalmente em países subdesenvolvidos • Limitações técnicas, barreiras linguísticas, déficit de habilidades e outros fatores sociais e de políticas que impedem os cidadãos de acessar a informação e o conhecimento • Privacidades dos dados sensíveis do cidadão, não possuem legislações e práticas efetivas para sua proteção, podendo ser evitado no design e regulamentação na área que utiliza a tecnologia 	Lee <i>et al.</i> , 2014; Kagermann <i>et al.</i> , 2013; Qui, 2009

<p>Cidade Inteligente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incorpora o gerenciamento integrado de dados numerosos, precisos e contextualizados • Enfatiza o potencial do digital como suporte para melhorar as práticas democráticas • As cidades de vanguarda no conceito <i>smart</i> são aquelas que integram os serviços urbanos em sistemas setoriais inteligentes permitindo a unificação da gestão • Rompe silos funcionais e integra o conjunto de sistemas setoriais numa plataforma de gestão integral de cidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Privatização de serviços públicos • Promoção de soluções tecnológicas privilegiando determinados fornecedores • Dados massivos (ou Big Data) devem ser usado com o “consentimento” dos indivíduos. Regulamentação de sua coleta e uso • Não transparência no uso da inteligência artificial • Problemas de privacidade e segurança dos dados dos cidadãos, aumentando desigualdades sociais • Questões éticas e a urgência de estabelecer arcabouços legais e regulatórios 	<p>Instituto Tecnologia e Sociedade, 2018 Cunha <i>et al.</i>, 2016 Albino <i>et al.</i>, 2015 Unesco, 2015 Bouskela <i>et al.</i>, 2016</p>
---------------------------	--	---	--

As transformações digitais tanto nas cidades inteligentes como na indústria 4.0, predispõem impactos positivos e adversos ao longo de seu desenvolvimento e implantação. A autonomia propiciada pelas máquinas e serviços, estimula a sociedade a repensar atitudes e ações no sentido de estabelecer arcabouços regulatórios quanto a utilização da inteligência artificial e consequente diminuição dos impactos adversos.

A utilização de grandes volumes de dados (*big data*) e a privatização de serviços públicos impacta na necessidade de transparência e privacidade pessoal. Os critérios para avaliação de situações cotidianas advindas da inteligência artificial ainda são desconhecidos, tais como contratação de empréstimo bancário, seleção para vagas de emprego", entre outras situações do dia a dia da vida dos cidadãos.

De maneira geral a relativa autonomia conquistada pelas máquinas com inteligência artificial (quando não mais seguem processos de decisão pré-programados pelos humanos e começam a aprender por si mesmas), coloca para a sociedade novas questões éticas e a urgência de estabelecer arcabouços legais e regulatórios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo foi norteado teórica e criticamente pelo entendimento das influências entre o desenvolvimento das TICs indústria 4.0 e para a construção das cidades inteligentes, com foco nas transformações econômicas e seus impactos. Para isso foi realizada uma revisão narrativa da literatura. Os achados iniciais mostram que as TICs possibilitam a evolução dos modos de produção da indústria. A chamada quarta revolução industrial ou indústria 4.0, propicia o aumento da produtividade e ao mesmo tempo traz impactos como a necessidade da flexibilização de normas trabalhistas.

Na transformação do espaço urbano em cidades inteligentes, com a uso das TICs melhora os serviços urbanos e qualidade de vida dos cidadãos. Entretanto, há críticas a essa cidade demasiadamente tecnológica e a dependência e domínio das empresas fornecedoras de tecnologias.

Nas questões econômicas, novas oportunidades de modelos de negócios (economia circular), porém o excesso de automatização pode levar ao

desemprego e ao desenvolvimento econômico desigual e exclusivo. Neste sentido, pode-se inferir que o avanço das TICs influencia nos aspectos da sociedade, como: os meios de produção; o ambiente urbano; a vida das pessoas, tanto de forma positiva como efeitos perversos.

O conjunto de inovações trazido pelas TICs converge para uma disrupção com os modos mais tradicionais de oferta de produtos e serviços e precisam ser escrutinados de forma crítica. Como melhorias nesta pesquisa, pretende-se adicionar uma visão da ética na análise dos efeitos e influências da transformação digital nas tendências e impactos provocados pela indústria 4.0 e pelas cidades inteligentes.

REFERÊNCIAS

ALBINO, V., BERARDI, U., & DANGELICO, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21

BERNARDO, Wanderley Marques; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce; JATENE, Fábio Biscegli. A prática clínica baseada em evidências: parte II - buscando as evidências em fontes de informação. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, São Paulo, v. 50, n. 1, 2004.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*. Belo Horizonte, v.5, n. 11, p. 121-136 · maio-ago. 2011.

BOUSKELA, M., CASSEB, M., BASSI, S., & FACCHINA, M. (2016). The Road toward Smart Cities: Migrating from traditional city management to the smart city (pp. 1-128). Inter-American Development Bank.

CGEE - CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. (2018). Panorama Brasileiro em Manufatura Avançada: Panorama final sobre oportunidades e tendências para o País em manufatura avançada. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018. Disponível em <https://www.cgEE.org.br/documents/10195/734063/3130_Panorama+Final+sobre+oportunidades+e+tendncias+para+o+Pas+em+manufatura+avanada.pdf/ba50ac29-d525-4f66-a2ce-68d8ed03bee6?version=1.1>. Acessado em 2019.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. DESAFIO PARA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL, (2016) e Sondagens, (2019). Câmara Brasileira da Indústria 4.0. Disponível em <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>.

COOK, D. J., MULROW, C. D., & HAYNES, R. B. (1997). Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of internal medicine*, 126(5), 376-380.

CUNHA, M. A., PRZEYBILOVICZ, E., MACAYA, J. F. M., & SANTOS, F. B. P. D. (2016). Smart cities: transformação digital de cidades. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania – PGPC.

GAMA, K, ALVARO A, PEIXOTO E (2012) Em Direção a um Modelo de Maturidade Tecnológica para Cidades Inteligentes - VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) Trilhas Técnicas

GIFFINGER, R. FERTNER, C., KRAMAR, H. & MEIJERS, E. (2007). Smart cities Ranking of European medium-sized cities. Centre of Regional Science, Vienna UT, October 2007

GLAS.H.A. AND KLEEMANN. C.F. (2016) The Impact of Industry 4.0 on Procurement and Supply Management: A Conceptual and Qualitative Analysis. International Journal of Business and Management Invention. ISSN (Online): 2319 – 8028, ISSN (Print): 2319 – 801X. www.ijbmi.org || Volume 5 Issue 6 || June. 2016 || PP—55-66.

GOODCHILD, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, p. 211– 221.

HALL, P., & CASTELLS, M. (1994). *Technopoles of the world: the making of twenty-first-century industrial complexes*. London: Routledge.

HOLLANDS, R. (2008) Will the real smart city please stand up? *Intelligent, progressive or entrepreneurial?* *City*, 12(3), pp. 303–320.

ITS- INSTITUTO TECNOLOGIA E SOCIEDADE. 2018. As cidades inteligentes, ITS Rio. Disponível em <<https://feed.itsrio.org/as-cidades-inteligentes-682a7c36ee47>>

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, (2018). Disponível em <https://www.iedi.org.br/>. Acessado em setembro, 2019

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W., & HELBIG, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Acatech. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1205.8966>

KOMNINOS, N. (2002) *Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*. London: Routledge.

KUSIAK. A, (2017) - Smart manufacturing, *International Journal of Production Research*, 56:1-2, 508-517, DOI: [10.1080/00207543.2017.1351644](https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644). Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>

LASI, H., FETTKE, P., KEMPER, H.-G., FELD, T., & HOFFMANN, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.

LEE, J., KAO, H. A., & YANG, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>

MACADAR, M. A., PORTO, J. B., & LUCIANO, E. (2016). Smart City: a rigorous literature review of the concept from 2000 to 2015. In *Electronic Government and Electronic Participation: Joint Proceedings of Ongoing Research, PhD Papers, Posters and Workshops of IFIP EGOV and EPart 2016*, 23, 203. IOS Press.

MEIJER, A., & BOLÍVAR, M. P. R. (2016). Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392-408.

MCTIC - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES, (2016). *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022*. Disponível em http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf. Acessado em 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, (2019). Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acessado em setembro de 2019.

PLATTFORM 4.0, Von smarten Objekten und Maschinen, disponível em <http://www.plattform-i40.de/>. Acessado em 2019.

PRZEYBILOVICZ, E., CUNHA, M. A., MACAYA, J. F. M., & ALBUQUERQUE, J. P. D. (2018a). A Tale of two" Smart Cities": Investigating the Echoes of New Public Management and Governance Discourses in Smart City Projects in Brazil. In: *Proceedings HICSS*

PRZEYBILOVICZ, E., TOMOR, Z. LELEUX, C. E CUNHA, M. A. (2018b) Smart Citizens: Understanding Their Roles Based on Urban Governance Modes. Apresentado no European Group for Public Administration Conference. Lauseanne, Switzerland, 5-7 setembro 2018.

QUI, J. L. (2009). Working-class Network Society: Communication Technology and the Information rave-less in Urban China. Cambridge, MA; MIT Press.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática X revisão narrativa. Acta paul. enferm., São Paulo, v. 20,n. 2, jun. 2007.

RUHLANDT, R. W. S. (2018). The governance of smart cities: A systematic literature review. Cities, 81(1), 1-23.

SCHWAB, K. (2016) The fourth industrial Revolution. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SCHMIDT, R., MÖHRING, M., HÄRTING, R.-C., REICHSTEIN, C., NEUMAIER, P., & JOZINOVIC, P. (2015). Industry 4.0 Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results. Business Information Systems, 18th International BIS Conference. Posen, Poland.

SENDER, U. (2013). Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM (Systems Lifecycle Management), in Sandler U. (Ed.), Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM, (Springer-Vieweg, Berlin, Heidelberg).

SÖDERSTRÖM, O., PAASCHE, T., & KLAUSER, F. (2014). Smart cities as corporate storytelling. City, 18(3), 307-320.

THE ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2017). Works in Education & Training, Business & Government, Insight & Analysis, Systemic Initiatives and Communications to accelerate the transition to a circular economy. Charity Registration No. 1130306. OSCR Registration No. SC043120. Company No. 6897785. Ellen MacArthur Foundation ANBI

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO A CIÊNCIA E A CULTURA, (2015) As pedras angulares para a promoção de sociedades do conhecimento inclusivas - Acesso à informação e ao conhecimento, liberdade de expressão e ética na Internet global - Estudo Final.

VANOLO, Alberto. Smartmentality: The smart city as disciplinary strategy. Urban studies, v. 51, n. 5, p. 883-898, 2014.

WANG, S., WAN, J., LI, D., AND ZHANG, C. (2015). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook, International Journal of Distributed Sensor Networks, ePublication, Article ID 681806.

WANG, S., WAN, J., LI, D., & ZHANG, C. (2016). Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016.