

Tecnologias para eficiência, inteligência e sustentabilidade urbana: conceitos, fundamentos e aplicações

Programa Nacional de Eficiência em Sustentabilidade Urbana
Departamento de Ciências da Natureza - DECIN
Secretaria de Pesquisa e Formação Científica - SEPEF
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI



Tecnologias para eficiência, inteligência e sustentabilidade urbana: conceitos, fundamentos e aplicações



Jair Messias Bolsonaro

Presidente da República Federativa do Brasil

Marcos Cesar Pontes

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovações

Marcelo Marcos Morales

Secretário de Pesquisa e Formação Científica

Savio Tulio Oselieri Raeder

Diretor do Departamento de Ciências da Natureza

Luiz Henrique Mourão Do Canto Pereira

Coordenação Geral de Ciência do Clima e Sustentabilidade

Daniela Gonçalves Mattar

Tecnologista – Coordenação–Geral de Ciências do Clima e Sustentabilidade

Evaldo Ferreira Vilela

Presidente CNPq

Alisson Alexandre de Araújo

Coordenação Geral do Programa de Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Ubaldo Cesar Balthazar

Reitor da Universidade Federal de Santa Catarina

Sebastião Roberto Soares

Pró-reitor de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina

Edson Roberto de Pieri

Diretor Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina

Gregório Jean Varvakis Rados

Chefe de Departamento de Engenharia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina

Clarissa Stefani Teixeira

Professora da Universidade Federal de Santa Catarina – Coordenadora do projeto que originou o Programa

AUTORES DA PUBLICAÇÃO

Clarissa Stefani Teixeira

Alex do Espírito Santo

Deise Carolina Machado de Souza

Gabriel Vieira Ferrari

Gustavo Bestetti Ibarra

Matheus Humberto Ceballos

Marcus Rocha

Mônica Renneberg Carlesso

PROJETO GRÁFICO

Evelyn Henkel

Mônica Renneberg da Silva Carlesso

DIAGRAMAÇÃO

Mariana Monte Barardi

CAPA

Mônica Renneberg da Silva Carlesso (Peus_Purchases – Freepik.com)

Milena Maredmi Corrêa Teixeira CRB/SC 14/1477

T266t

Tecnologias para eficiência, inteligência e sustentabilidade: conceitos, Fundamentos e aplicações / Clarissa Stefani Teixeira...[et al.]. – São Paulo: Perse, 2021.

93 p.: il.

Disponível em: <http://via.ufsc.br/>

ISBN 978-65-5879-133-1

1. Tecnologias. 2. Eficiência urbana. 3. sustentabilidade urbana. 4. Cidades inteligentes. 5. Inovação. I. Teixeira, Clarissa Stefani. II. Título.

CDU: 621.1.018: 911.375.3



Permitido que se façam download e os compartilhem desde que atribuam crédito ao autor, mas sem que possam alterá-los de nenhuma forma ou utilizá-los para fins comerciais.

Carta de abertura

No mundo pós pandemia de COVID 19, governos, academia, empresas e sociedade civil necessitam trabalhar colaborativamente em busca de um alinhamento estratégico para soluções dos complexos desafios urbanos, tais como: segurança hídrica e sanitária, extrema desigualdade social, resiliência climática, fomento à economia verde de baixo carbono e maior qualidade de vida.

A adoção de instrumentos que incentivem a transição para cidades mais inteligentes e sustentáveis deve levar em conta os aspectos intrínsecos a cada ambiente urbano, atendendo às especificidades de cada cidade, gerando respostas personalizadas e adequadas, reafirmando assim a importância do papel da ciência, tecnologia e inovação para o bem comum.

A dimensão tecnológica, em sinergia com as infraestruturas construída e natural, pretende oferecer diferentes rotas para a resiliência e sustentabilidade urbana, podendo auxiliar governos municipais no enfrentamento das mudanças climáticas, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas.

Agregar valor à produção científica brasileira, orientando esforços de CT&I para o fomento de ecossistemas de inovação urbana, resulta em consideráveis ganhos de eficiência nas dinâmicas urbanas por meio do incremento de tecnologias da informação e comunicação, coordenadas de forma equilibrada junto à infraestrutura natural e construída da cidade, sem perder de vista a articulação entre o desenvolvimento econômico, social, sustentável e urbano inovador.

Com a visão de fomentar o desenvolvimento sustentável por meio da ciência, da tecnologia e das inovações, e com a missão de produzir conhecimento, riquezas e qualidade de vida, o MCTI apoia a presente publicação no intuito de contribuir para a formulação de políticas públicas que favoreçam a implementação de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

Ministro Marcos Pontes

A Secretaria de Pesquisa e Formação Científica (SEPEF) tem envidado esforços para a promoção do desenvolvimento científico, tecnológico e da inovação em ambientes urbanos. No âmbito do Programa de Tecnologias para Cidades Sustentáveis, por meio de pesquisa e formação científica, soluções para inovações urbanas tem sido investigadas, seja por projetos que contemplem Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e tecnologias híbridas (associação de Tecnologias Convergentes e Habilitadoras e SBN), seja pelo apoio ao projeto multilateral “CITInova – Planejamento Integrado e Tecnologias para Cidades Sustentáveis”, financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environment Facility, GEF, na sigla em inglês) e implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Nesse contexto, a presente publicação fornece subsídios técnicos para a formulação e implementação do Programa Nacional de Eficiência em Sustentabilidade Urbana – PNESU, assim como, dos Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana – CESU, projetados para incentivar o emprego de tecnologias e soluções inovadoras com o propósito de promover cidades mais inteligentes e sustentáveis, resultando em ganhos na qualidade de vida da sociedade. Com isso, pretende-se fomentar a implementação de tecnologias de informação e comunicação, combinadas com soluções

de baixo carbono, de forma a delinear sistemas urbanos mais inteligentes e sustentáveis à medida que oferece instrumentos aos tomadores de decisão com o intuito de maximizar o bem-estar na rotina de usuários urbanos.

Com a intenção de limitar os impactos das mudanças climáticas em ambientes urbanos, e promover a razoabilidade das relações entre sociedade e natureza, as soluções de eficiência em sustentabilidade urbana também contribuem para a municipalização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial ao ODS 11, que trata sobre cidades e comunidades sustentáveis; ao ODS 13 que alerta sobre a necessidade de se tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos; e ao ODS 15 que trata sobre a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações tem a satisfação de apoiar a Universidade Federal de Santa Catarina na publicação do presente documento, reconhecido como valioso instrumento didático e de difusão de informação especializada, voltado à formação de pessoal qualificado em eficiência e sustentabilidade urbana.

Secretário Marcelo Morales

Sumário

1

PARA QUEM
QUEREMOS
COMPARTILHAR
CONHECIMENTO?

08



2

CONTEXTUALIZAÇÃO

12



3

A TECNOLOGIA
COMO MEIO E NÃO
FIM DE UMA CIDADE
INTELIGENTE E
SUSTENTÁVEL

17



4

A TRANSVERSALIDADE
E INTEGRAÇÃO DA
TECNOLOGIA NAS
CIDADES
INTELIGENTES E
SUSTENTÁVEIS

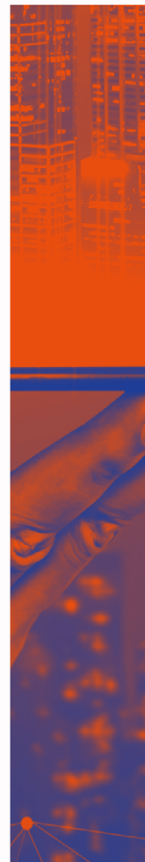
22



5

A INFRAESTRUTURA
DA CIDADE
INTELIGENTE
E SUSTENTÁVEL

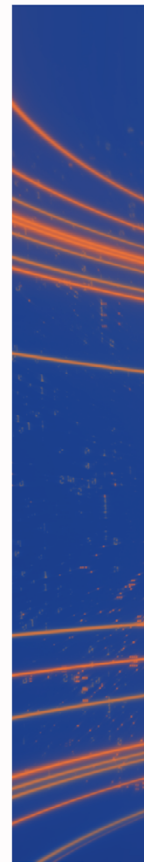
28



6

O FLUXO E
A UTILIZAÇÃO
DOS DADOS

35



7

AS TECNOLOGIAS
DE UMA CIDADE
INTELIGENTE E
SUSTENTÁVEL

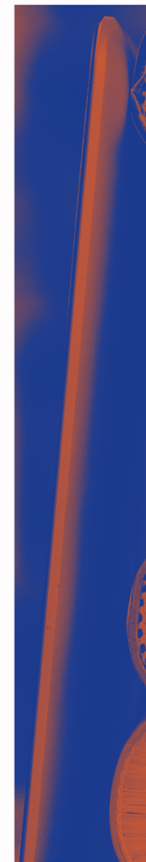
38



8

O USO DA
TECNOLOGIA
SOB OLHAR DA
LEGISLAÇÃO VIGENTE
BRASILEIRA

49



9

REFLEXÕES FINAIS
PARA ENTENDER
A TECNOLOGIA,
O CIDADÃO E A
INTELIGÊNCIA
DAS CIDADES

71



1

PARA QUEM
QUEREMOS
COMPARTILHAR
CONHECIMENTO?



1 PARA QUEM QUEREMOS COMPARTILHAR CONHECIMENTO?

O documento *Tecnologias para eficiência, inteligência e sustentabilidade urbana: conceitos, fundamentos e aplicações* é destinado a subsidiar o Programa de Eficiência em Sustentabilidade Urbana e às equipes que estarão responsáveis por implantar os **Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana** e, conseqüentemente realizar sua operação, manutenção e monitoramento.

Além disso, este guia serve para balizar a **Rede dos Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana (CESU)**, especialistas em cidades inteligentes e sustentáveis e pesquisadores da área. Este guia apresenta informações estratégicas para os diversos atores do ecossistema de inovação das cidades e busca demonstrar a importância não apenas das camadas da infraestrutura de tecnologia, mas também de sua infraestrutura construída e natural. Além disso, este documento apresenta informações relevantes que podem balizar os municípios, seus técnicos e gestores públicos, a serem mais eficientes em sua gestão e conseqüentemente impactar a qualidade de vida do cidadão, a eficiência a sustentabilidade urbana. O documento também apresenta algumas reflexões com vistas ao engajamento do cidadão no uso das tecnologias e aos desafios das cidades.

Os Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana (CESU) surgem para potencializar a adoção de tecnologias e soluções inovadoras que contribuam na qualidade de vida do cidadão e resolvam problemas reais do cenário urbano. O conhecimento do Centro de Eficiência em Sustentabilidade Urbana é centralizado em como as cidades brasileiras podem aplicar, de forma integrada a sua infraestrutura construída e material e suas dimensões, tecnologias ou soluções inovadoras que sejam escaláveis e atuem na eficiência dos serviços e da gestão urbana de forma a facilitar a tomada de decisão de seus gestores. Como proposta de valor, os Centros buscam ser agente viabilização de ações nos territórios brasileiros para o planejamento urbano integrado, oportunizando ambiente real para experimentação de soluções inovadoras escaláveis, comprovadas pela ciência, que atendam os desafios percebidos e assegurem a eficiência em sustentabilidade urbana melhorando as dinâmicas da cidade, a prestação de serviços públicos e a qualidade de vida do cidadão (TEIXEIRA et al., 2021a).

A Rede de Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana tem a missão de atuar no fortalecimento dos Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana e na adesão de municípios para a pauta das cidades inteligentes e sustentáveis buscando sua transformação para a qualidade de vida do cidadão e sua eficiência urbana (TEIXEIRA et al., 2021b).

O documento *Tecnologias para eficiência, inteligência e sustentabilidade urbana: conceitos, fundamentos e aplicações* é uma publicação coordenada pela professora Clarissa Stefani Teixeira, líder do grupo VIA Estação Conhecimento do Departamento de Engenharia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina em conjunto com diversas instituições do ecossistema de inovação brasileiro. Trata-se de um projeto realizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), inicialmente intitulado C,T&I para cidades inteligentes – estudo para implementação de centros de tecnologias aplicadas para a eficiência urbana. O presente documento faz parte de uma série de publicações sobre o tema que envolve o conhecimento acerca das cidades inteligentes e

sustentáveis e sua eficiência urbana, tecnologias para as cidades, as políticas públicas associadas ao conceito das cidades inteligentes e sustentáveis, o panorama brasileiro da legislação de cidades inteligentes e sustentáveis, as práticas internacionais de cidades inteligentes e sustentáveis, a Rede de Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana, a implantação e operação dos Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana e seus macroprocessos, a avaliação da eficiência urbana das cidades inteligentes e sustentáveis e as diretrizes para operacionalização das formações de eficiência em sustentabilidade urbana. O documento faz parte da estratégia nacional de Eficiência em Sustentabilidade Urbana da Secretaria de Pesquisa e Formação Científica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

Políticas públicas associadas ao conceito de sustentabilidade urbana



Guia de implantação e operação dos Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana



Macroprocessos dos Centros de Eficiência Urbana



Guia de operacionalização das formações de eficiência em sustentabilidade urbana



Guia de implantação e operação da Rede de Centros de Eficiência e Sustentabilidade Urbana



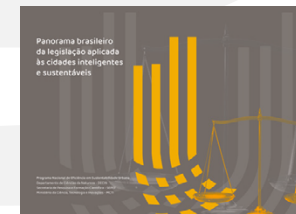
Tecnologias para eficiência, inteligência, e sustentabilidade urbana: conceitos, fundamentos e aplicações



Eficiência urbana em cidades inteligentes e sustentáveis: conceitos e fundamentos



Práticas internacionais das cidades inteligentes e sustentáveis



Panorama brasileiro da legislação aplicada às cidades inteligentes e sustentáveis



Guia de estrutura e instrumentos jurídicos para a atuação dos Centros de Eficiência em Sustentabilidade Urbana

2

CONTEXTUALIZAÇÃO

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde 1990 as iniciativas pautadas em tecnologias ganham espaço e ainda hoje são foco de discussões. Para Šiurytė e Davidavičienė (2016) as tecnologias da informação e comunicação (TICs) são fundamentais para a existência do conceito de cidades inteligentes e sustentáveis.

Uma das vertentes trazidas por Gibson, Kozmetsky e Smilor (1992) diz respeito a significar como o desenvolvimento urbano estava voltado para as TICs (GIBSON; KOZMETSKY; SMILOR, 1992). Anttiroiko (2013) afirma que uma cidade é inteligente quando o tecido urbano e os sistemas urbanos estão ligados por meio das TIC. Ou seja, segundo Šiurytė e Davidavičienė (2016), as tecnologias em uma cidade são aplicadas para criar um sistema mais eficiente, que permite a comunicação e o compartilhamento de informações entre diferentes órgãos municipais e, no âmbito das cidades inteligentes e sustentáveis, isto também é verdadeiro.

Entretanto, o impacto das TICs nas cidades vem sendo discutido amplamente sob diferentes perspectivas (HARRISON et al., 2010; ALAWADHI et al., 2012; AKÇURA; AVCI, 2013; AHUJA; KHOSLA, 2019). Hollands (2014) contextualiza que o futuro do desenvolvimento urbano está intimamente ligado às discussões sobre o impacto que as TICs continuarão a ter sobre a vida dos cidadãos no século 21, e este conceito está mais evidente quando o conceito de cidade inteligente é abordado. Ao redor do mundo, uma série de tecnologias estão sendo usadas para implementar iniciativas de cidades inteligentes (ALAWADHI et al., 2012) e sustentáveis. Entretanto, embora os governos municipais tenham oportunidade de utilizar as tecnologias emergentes, ainda existem muitos desafios para que sejam implementadas com sucesso. Na visão de Akçura e Avci (2013) a implementação de tecnologias de cidades inteligentes e sustentáveis fornece o maior desafio para os governos municipais. Os mesmos autores afirmam que os governos enfrentam uma tarefa difícil ao atender cada vez melhor as cidades e implementar as complexas tecnologias. Somando-se isto, a necessidade de integração entre os diversos sistemas, secretarias e

A cidade inteligente e sustentável é um ecossistema de inovação urbana impulsionado pelo uso de tecnologias da informação e comunicação, as TICs, coordenadas de forma equilibrada junto à sua infraestrutura natural e construída da cidade para aumentar a eficiência urbana, garantir o equilíbrio sociológico, enfrentar os desafios da sustentabilidade, e, conseqüentemente, oferecer melhor qualidade de vida aos cidadãos sem perder de vista a articulação entre o desenvolvimento econômico (DEPINÉ; TEIXEIRA, 2021).

serviços gera cada vez mais desafios para a gestão pública. Especialmente considerando a governança de tecnologia das prefeituras municipais, autores como Maccani et al. (2020) consideram que estas apresentam configurações estruturais diversas. Os mesmos autores ainda indicam que as cidades inteligentes necessitam de uma organização mais arrojada, que deve ir além da estrutura tradicional habilitada por tecnologia no setor público.

Para sua apropriação, diferentes são as visões em termos de planejamento, implantação e uso das TICs no contexto da cidade. Em muitos casos, autores como Ebrahim e Irani (2005) consideram que os desafios dos projetos de tecnologia do governo são principalmente organizacionais e não necessariamente de natureza técnica. Tornar uma cidade inteligente é, portanto, um desafio multidisciplinar (ŠIURYTĖ; DAVIDAVIČIENĖ, 2016), envolvendo os diversos atores do ecossistema de inovação. Outras evidências apontam que o uso de tecnologia para cidades inteligentes, especialmente em países latino-americanos, deve considerar a capacidade de se resolver vários problemas simultaneamente (MARCHETTI; OLIVEIRA; FIGUEIRA, 2019). Porém, embora muitas cidades enfrentem problemas semelhantes em relação ao tráfego, poluição, espaços verdes, pobreza e empoderamento do cidadão, a paisagem urbana difere de uma cidade para outra, criando a necessidade de soluções tecnológicas personalizadas (KUMMITHA, 2020).

Autores como Cunha e Miranda (2013) apontam ainda que os movimentos das TICs no âmbito da política pública e como instrumento essencial para a sua promoção não nascem de demandas internas da sociedade brasileira; antes, surgem pontualmente obedecendo a uma agenda internacional e se desenvolvem, numa ou noutra área, de acordo com os interesses dos diversos atores da sociedade.

Nas práticas urbanas as intervenções de cidades inteligentes vêm sendo criticadas por terem uma inclusão fragmentada (WALRAVENS, 2011) e também com um urbanismo que pode ser considerado também fragmentado (VANOLO, 2014). Autores como Harrison e Donnelly (2011) chegam a falar sobre a necessidade de uma nova política de planejamento urbano quando se pensa em cidades inteligentes. Ainda, o estudo de Camero e Alba (2019), ao revisarem a literatura sobre cidades e tecnologia, indicam que a inclusão de recomendações de políticas e planejamento urbano na literatura são contemplados em poucas publicações, enquanto a maioria delas nem mesmo considere esse problema.

Especialmente na América Latina os desafios para a adoção das TICs estão relacionados à falta de infraestrutura que, na visão de Akçura e Avci (2013), é a **dimensão** mais sensível para as tecnologias. Pellicer

et al. (2013) indicam que as cidades devem melhorar seus serviços e infraestrutura para aumentar qualidade de vida dos cidadãos. Entretanto, há ausência de serviços primários e sustentáveis e os problemas derivados de restrições ambientais econômicas, sociais e políticas também são relatados (MARCHETTI; OLIVEIRA; FERREIRA, 2019). A ideia de uma nova tecnologia envolve não apenas uma solução, mas também a construção de um problema (KUMMITHA, 2020). Leonardi (2011) afirma que quando os inovadores discutem soluções antes de identificar problemas, isso resulta em cegueira para inovação. Consequentemente, quando as inovações focam em soluções ao invés de problemas, se acaba apoiando os próprios quadros tecnológicos das empresas sem conectar

Uma cidade inteligente e sustentável é composta por 11 dimensões compilados pela fusão dos principais sistemas de classificação propostos até o momento na literatura científica: economia, educação, pessoas e comunidades, governança, meio ambiente, mobilidade, segurança, saúde, cultura, infraestrutura e tecnologia. Dentre eles, os dois últimos são considerados transversais. Tecnologia é o fator que torna cada eixo “inteligente”, enquanto infraestrutura, tanto natural quanto construída, é a condição base para a existência de cada eixo (DEPINÉ; TEIXEIRA, 2021).

o quadro tecnológico no contexto do problema e mostrar sua correspondência potencial (KUMMITHA, 2020).

Kitchin (2014) critica os fornecedores de tecnologia de cidades inteligentes que têm promovido tecnologias chamadas de “*one size fits all smart city in a box*”. Kummitha (2020) ainda complementa que essa abordagem não faz nenhum esforço para compreender a singularidade da realidade, das pessoas e da cultura locais. Nesta mesma linha, Vanolo (2016) argumenta que o conhecimento local tem sido negligenciado no desenvolvimento e adoção de tecnologia baseada em cidades inteligentes.

Outro ponto relevante para as cidades inteligentes (SILVA; LEITE; PINHEIRO, 2016) se associa a convergência tecnológica, de serviços e de empresas, esperadas nas cidades (CUNHA, 2004). Os desafios nas cidades fomentam a busca por serviços de melhor qualidade e leva as cidades a iniciarem o processo de *smartization*, um caminho para a integração de tecnologia em todos os aspectos do ambiente urbano para oferecer uma melhor qualidade de vida (BIFULCO et al., 2016). Na prática, é difícil criar um ambiente para compartilhamento de informações, colaboração, interoperabilidade e experiências perfeitas para todos os habitantes em qualquer lugar de uma cidade (NAM; PARDO, 2011), mesmo usando a tecnologia de forma generalizada nas diversas dimensões urbanas.

Convergência tecnológica: capacidade de uso de uma mesma plataforma de rede de telecomunicações para transporte de diferentes serviços, como por exemplo, telefonia, vídeo, música e internet.

Convergência de serviços: decorre da tendência de mercado em prover serviços de telecomunicações com várias finalidades de uso dentro de um mesmo pacote contratual.

Convergência de empresas: resulta da tendência de integração entre corporações com focos em diferentes mercados, em oposição à atuação isolada, com especialização tecnológica, que tradicionalmente prevaleceu no setor.

Por outro lado, Hollands (2015) destaca que as soluções tecnológicas podem, de fato, não ser necessárias para certos problemas urbanos. No entanto, as questões de quando e como os administradores municipais devem se sobrepôr às tendências geradas pelas tecnologias ainda permanecem amplamente sem resposta na literatura.

Nas dinâmicas urbanas são muitas as disparidades encontradas. Cidades latino-americanas, por exemplo, são desenvolvidas de forma desigual e exigem soluções customizadas e diferenciadas das existentes em países desenvolvidos (MARCHETTI; OLIVEIRA; FIGUEIRA, 2019).

Há ainda problematização a nível mundial, argumentada por Hollands (2008), de que as cidades muitas vezes afirmam ser inteligentes, mas não definem o que isso significa, ou oferecem qualquer evidência para apoiar tais indicações. Mesmo com esses desafios o uso da tecnologia é considerado como a espinha dorsal de vários programas de cidades inteligentes (MARCHETTI; OLIVEIRA; FIGUEIRA, 2019), mas como Naisbitt (1982) já antecipava, há efetivo impacto quando houver resposta humana e sua consequente aceitação por parte do cidadão. Por fim, Hollands (2008) considera que o uso de tecnologias de informação deve ser atributo para transformar a vida e o trabalho das pessoas nas cidades.

3

A TECNOLOGIA
COMO MEIO E NÃO
FIM DE UMA CIDADE
INTELIGENTE
E SUSTENTÁVEL



3 A TECNOLOGIA COMO MEIO E NÃO FIM DE UMA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

Por muitos anos houve a percepção de que as cidades inteligentes tinham uma abordagem focada em infraestruturas físicas urbanas e em tecnologia (HALL, 2000; AOUN, 2013).

Em uma visão mais contemporânea, há uma abordagem mais holística que considera que os componentes da cidade são interligados de forma a caracterizar um sistema urbano (GIFFINGER et al., 2007; NAM; PARDO, 2011; LEE; HANCOCK; HU, 2013) pensado nas pessoas. Na visão de Pan et al. (2013) as cidades só podem ser inteligentes se forem capazes de integrar e sintetizar dados para melhorar a eficiência, equidade, sustentabilidade e qualidade de vida humana nas cidades.

De fato, as tecnologias na cidade são responsáveis pela facilitação da transmissão de informação (AHUJA; KHOSLA, 2019). Elas captam dados e transformam em informações úteis para que ações possam ser realizadas com eficiência e objetividade (CHAMOSO et al., 2020). Tecnologias para cidades inteligentes e sustentáveis são os meios que facilitam a comunicação entre sistemas com o objetivo de otimizar a tomada de decisão das partes interessadas, sejam elas gestores públicos, agentes do setor privado ou o próprio cidadão (ÅKESSON; SKÅLÉN; EDVARDSSON, 2008; VILAJOSANA et al., 2013; HELLER;

LIU; GIANNIOU, 2017; NICK; PONGRÁCZ; RADÁCS, 2018; CHAMOSO et al., 2020; PATRÃO; MOURO; ALMEIDA, 2020).

Embora o desenvolvimento tecnológico seja fundamental para o progresso das cidades (NICK; PONGRÁCZ; RADÁCS, 2018; WEBER; ŽARKO, 2019), principalmente das TICs, este permite cada vez mais que hajam conexões entre as diferentes partes interessadas. Ademais, a tecnologia, seja por meio da informatização e/ou digitalização deve, no âmbito da cidade inteligente, proporcionar melhores serviços ao cidadão (HELLER; LIU; GIANNIOU, 2017; VISVIZI; LYTRAS, 2018, VISVIZI; LYTRAS, 2019).

Os serviços estão associados não as tecnologias propriamente ditas, mas sim ao que elas podem proporcionar nas diversas dimensões (BENNER, 2003; GIFFINGER et al., 2007, CARAGLIU; DEL BO; NIJKAMP, 2009), ou seja, as TICs servem como viabilizadoras dos serviços das cidades inteligentes. Para tanto, há

necessidade de que as TICs estejam conectadas às infraestruturas da cidade (HARRISON et al., 2010). Isso permitirá transportar as informações e gerar análises, modelagem, otimização e visualizações operacionais complexas, para melhorar a tomada de decisão e a demonstração de processos críticos e serviços públicos (ODENDAAL, 2003; CHOURABI et al., 2012; KAMEL BOULOS; AL-SHORBAJI, 2014; NICK; PONGRÁCZ; RADÁCS, 2018; CAMERO; ALBA, 2019).

As TICs vêm sendo consideradas como um meio para coletar, armazenar e transportar os dados, informações e sinais para os locais corretos. Problemas nos centros urbanos podem ser evitados, antecipados e mitigados por meio da análise de quantidades de dados disponíveis. Entretanto, estes dados precisam existir ou serem gerados de forma com que sejam passíveis de serem processados e integrados as demais práticas da cidade. Assim, funcionam como meio para facilitar as tomadas de decisão e a melhoria da eficiência das ações realizadas.

O conceito de cidades inteligentes e sustentáveis está relacionado ao gerenciamento de dados e informações e o esforço para maximizar a integração e análise dos dados fornecidos pelas fontes de dados disponíveis (SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018). Soyata et al. (2019) consideram que o suporte à decisão da cidade requer recursos sensoriais ricos e análise de dados. Entretanto, Sta (2016) indica que estes dados

são imperfeitos e ainda podem ser considerados como desafio para a implantação do conceito de cidades inteligentes. O estudo de Matheus, Janssen e Maheshwari (2018) destacou desafios que são associados a dados insuficientes e de baixa qualidade, falta de compreensão dos dados, análise e interpretação deficiente, confusão sobre os resultados e imposição de uma visão pré-definida. Esses desafios podem levar a conexões erradas, decisões incorretas e proporcionam uma baixa confiança no governo. Assim, ao pensar a tecnologia deve-se entender que um dos maiores problemas enfrentados para que os serviços estejam orientados às necessidades reais dos cidadãos se pautam pela realidade existente nas cidades.

O contexto apresentado por Desdemoustier, Crutzen e Giffinger (2018) considera que a implementação de tecnologias e, principalmente a TIC na infraestrutura da cidade, são promovidas a fim de aumentar a eficácia e **eficiência na cidade**. Porém, a construção de uma cidade inteligente, mesmo que por vezes associada a implantação de sensores, redes e sistemas inteligentes (HOLLANDS, 2008; DEAKIN, AL WAER, 2011; NAM, PARDO, 2011; KOMNINOS; PALLOT; SCHAFFERS, 2013) não é suficiente para se tornar inteligente e sustentável e depende de outros fatores que vão além dos tecnológicos. Ainda, o próprio conceito de cidade inteligente e sustentável está longe de se limitar à aplicação de tecnologias para as cidades (ALBINO; BERARDI; DANGELICO, 2015). Hollands (2008), Santinha e Anselmo de Castro (2010), Deakin e

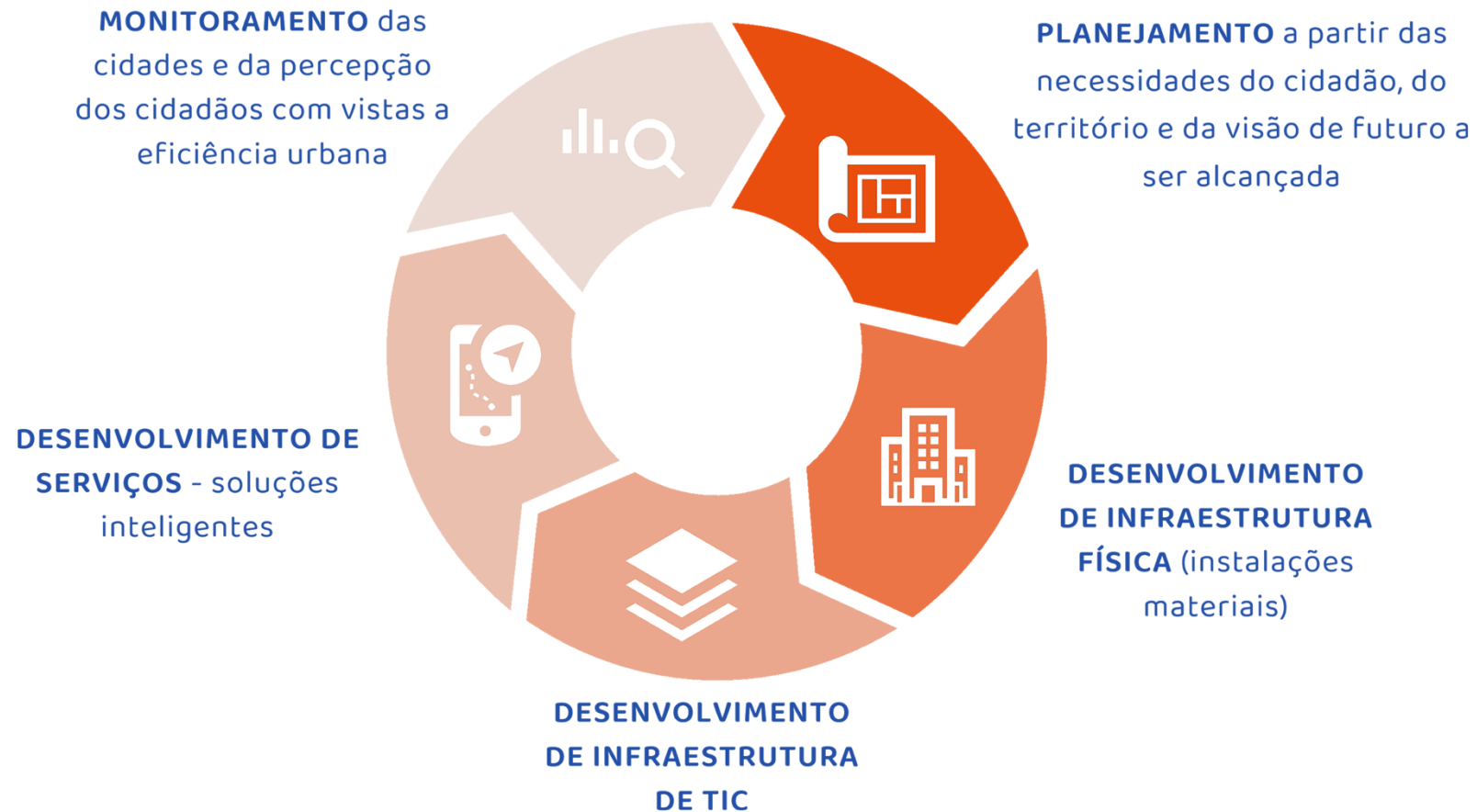
Al Waer (2011), Nam e Pardo (2011), Schaffers et al. (2011) e Komninos, Pallot e Schaffers (2013) enfatizam que as TICs ou outras tecnologias devem ser consideradas como um meio para alcançar os objetivos ao invés de um fim em si mesmo. Uma cidade não pode se tornar inteligente e sustentável apenas com o uso de tecnologia (NAM; PARDO, 2014). Na verdade, para Neirrottiet al. (2014) a tecnologia por si só, é insuficiente para construir uma cidade inteligente e sustentável de sucesso. A visão de Sánchez–Corcuera et al. (2019) indica que a tecnologia é um acréscimo importante, mas não a base de uma cidade inteligente e sustentável.

A eficiência urbana se refere à eficiência nas operações, gestão e recursos da cidade durante um determinado período de tempo e sob determinadas condições, tendo sua avaliação possibilitada pela razão entre entradas e saídas de insumos em cada fator ou função urbana e que, quando em conjunto, refletem a eficiência na cidade. Em uma cidade inteligente e sustentável, a eficiência urbana é o resultado da aplicação de tecnologias da informação e comunicação, as TICs, a diversos domínios urbanos para melhorar seu desempenho e gestão em busca da sustentabilidade (DEPINÉ; TEIXEIRA, 2021).

Como a cidade pode ser considerada um sistema complexo, sua complexidade se deve à imprevisibilidade dos indivíduos e suas inter-relações. Como sistemas complexos, as cidades têm comportamentos imprevisíveis e, quando algumas ações são configuradas, reações e feedbacks podem ser obtidos. Cabe destacar a necessidade de avaliações constantes, a partir de um monitoramento, dos serviços e seus impactos nas dinâmicas urbanas e na percepção do cidadão.

Os serviços inteligentes nos vários domínios da vida cívica, podem ser projetados e entregues por meio do planejamento adequado, avanço da infraestrutura física, infraestrutura de TIC e implantação de soluções inteligentes (LEE; HANCOCK; HU, 2013; KELLY, 2016; AHUJA; KHOSLA, 2019; KUMAR, et al., 2020). Neste ínterim, a construção de infraestrutura urbana inteligente oferece oportunidades em larga escala para desenvolvedores de serviços e usuários (SÁNCHEZ et al., 2013). Por isso, Kumar et al. (2020) consideram as etapas de planejamento, desenvolvimento de infraestrutura física, e de infraestrutura de TIC para o desenvolvimento de serviços disponibilizados para os cidadãos (Figura 1).

Figura 1: Implantação de soluções inteligentes.



Fonte: Adaptado de Kumar et al. (2020).

A visão de Cohen e Money (2017) corrobora com essas informações indicando que cidades estão investindo em sua infraestrutura principalmente para melhorar o desempenho dos serviços municipais

relevantes. Assim, o monitoramento das práticas instaladas no território permite a verificação de sua eficiência urbana e da percepção dos cidadãos para com sua qualidade de vida e cidade.

4

A TRANSVERSALIDADE
E INTEGRAÇÃO DA
TECNOLOGIA NAS
CIDADES
INTELIGENTES
E SUSTENTÁVEIS



4 A TRANSVERSALIDADE E INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA NAS CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS

As tecnologias em sinergia com a infraestrutura construída e natural devem atuar na integração verticalizada ou horizontalizada das dimensões das cidades inteligentes e sustentáveis. Neste contexto, as tecnologias potencializam a inovação na busca da eficiência do ambiente urbano.

A tecnologia é parte integrante de todos os processos de uma cidade inteligente (VILAJOSANA et al., 2013; KAMEL BOULOS; AL-SHORBAJI, 2014) e sustentável, sendo considerada como um dos fatores essenciais das iniciativas de cidades inteligentes (HOLLANDS, 2008) e sustentáveis e estruturante no processo de transformação da cidade em uma cidade inteligente (VILAJOSANA et al., 2013; ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014; KELLY, 2016; CHAMOSO et al., 2018; LYTRAS; VISVIZI, 2018; WEBER; ŽARKO, 2019) e sustentável. Para Sánchez-Corcuera et al. (2019) a tecnologia é usada como um suporte e não como o principal motivador da inteligência.

A visão de Desdemoustier, Crutzen e Giffinger (2018) traz que municípios são muito mais complexos do que a abordagem tecnológica. Os autores indicam que territórios cobrem muitas outras dimensões que não

apenas à infraestrutura de tecnologia. Nicolas, Kim e Chi (2019) observaram que a infraestrutura para a tecnologia tem um nível de influência elevado considerando diversas dimensões da cidade. Assim, segundo Sta (2016) e Desdemoustier, Crutzen e Giffinger (2018) as cidades utilizam as TICs para ampliar sua eficiência no uso dos recursos da cidade, para maximizar a qualidade de vida da população.

Uma cidade inteligente e sustentável pode ser vista como uma coleção de tecnologias aplicadas aos mais variados tipos de componentes de infraestrutura e serviços (WASHBURN; SINDHU, 2010). Portanto, as TICs são um conjunto de ferramentas para suporte à governança e gestão dos mais variados setores das áreas urbanas e metropolitanas (AHUJA; KHOSLA, 2019; ANTTIROIKO; VALKAMA; BAILEY, 2014; KELLY,

2016). Harrison e Donnelly (2011) mostram a necessária integração da aplicação de sistemas de informação complexos para integrar operacionalização de infraestrutura urbana e serviços, sendo esta uma das principais frentes da atuação das tecnologias no âmbito das cidades inteligentes e sustentáveis.

A cidade inteligente é um conceito que agrega interconectividade com diversos aspectos do funcionamento de uma cidade, incluindo questões de governança, participação e representação; economia; energia; mobilidade; viver e bem-estar; e, meio ambiente (ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011; EREMIA; TOMA; SANDULEAC, 2016; SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018; AHUJA; KHOSLA, 2019; VISVIZI; LYTRAS, 2019; CHARMOSO et al., 2020), dentre outros. Assim, ela pode ser considerada integradora e transversal a todas as dimensões da cidade, assim como sua infraestrutura material. Portanto, o que torna uma cidade inteligente é o uso combinado de sistemas de software, hardware e tecnologias de rede, para melhorar os serviços em diversas áreas.

Sta (2016, p. 4) considera que as cidades inteligentes se associam ao conceito de “uma cidade moderna que usa infraestrutura de informação inteligente para garantir a sustentabilidade e a competitividade das diferentes funções urbanas, integrando diferentes

dimensões do desenvolvimento urbano e investimentos para reduzir o impacto ambiental e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos”. Na visão de Ismagilova et al. (2019), como resultado, é importante que as cidades inteligentes sejam capazes de sustentar os aspectos ligados as diferentes dimensões com a ajuda da tecnologia. Sánchez-Corcuera et al. (2019) indicam que as cidades inteligentes devem se utilizar das TICs como ferramentas para melhorar seu desempenho em vários domínios. Na visão de Kummitha (2018) as tecnologias digitais ajudam as prefeituras e municípios a lidar de forma eficiente com os problemas decorrentes das mudanças nas paisagens urbanas.

Portanto, as TICs estão envolvidas na governança e na gestão das cidades, onde são usadas como ferramentas e recursos, em todos os setores, para melhorar a qualidade de vida da população, alcançar o desenvolvimento sustentável e criar um contexto urbano mais aberto e inovador por meio da participação de vários atores (HOLLANDS, 2008; HARRISON et al., 2010; ANTHOPOULOS; TOUGOUNTZOGLU; 2012; MONZON, 2015; KELLY, 2016; BRAUN et al., 2018; SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018; NICOLAS; KIM; CHI, 2019; VISVIZI; LYTRAS, 2019).

Outro ponto de atenção diz respeito a necessidade de integração de todos os elementos que compõem uma

cidade. Portanto, mesmo que a cidade possa ter TICs incluídas em todos os setores, se o sistema não for integrado, em todas as suas dimensões, a cidade não pode ser considerada inteligente (SÁNCHEZ-CORCUERA, et al., 2019). Weiss (2019) indica que as tecnologias devem ser i) integráveis, ii) interoperáveis e iii) escaláveis. Além disso, outro ponto de atenção é a necessidade da **integração verticalizada e horizontalizada** para a verdadeira existência de uma cidade inteligente (CUNHA, 2016) e sustentável. As atuações devem considerar práticas tanto dentro de uma dimensão (verticalizada) quanto intersetorialmente (horizontalizada). A integração depende também da presença de infraestruturas e estas são heterogêneas, pertencentes e mantidas por empresas separadas e potencialmente concorrentes de autoridades administrativas o que se configura como mais um desafio para a implementação de soluções inovadoras que elevem o status da cidade e impactem a qualidade de vida do cidadão. Neste mesmo sentido, o estudo de Ranchod (2020) mostrou que administradores nas cidades sul-africanas não adquiriram as habilidades necessárias para gerar e integrar as tecnologias para a tomada de decisões. Na visão de Nam e Pardo (2011) a falta dessas competências muitas vezes resulta no fracasso do projeto das cidades inteligentes.

Verticalidade: a cidade inteligente precisa agir dentro de uma dimensão de forma unificada e conectada. A verticalidade significa que cada área funcional, associada normalmente a um departamento administrativo ou secretaria municipal (pasta municipal), tratou de integrar todos os serviços em um sistema que aplica tecnologia à prestação de determinadas funções públicas, e também aperfeiçoa sua exploração e gestão (CUNHA, 2016). Assim, para as cidades inteligentes e sustentáveis é esperada que haja verticalidade como passo essencial e que esta verticalidade esteja considerando além das próprias tecnologias da informação e comunicação a infraestrutura material do território.

Horizontalidade: a cidade também precisa, além de estar unificada e conectada dentro de uma dimensão, agir de forma horizontal atuando intersetorialmente e facilitando a sinergia entre os diferentes departamentos administrativos ou secretarias municipais (pastas municipais). Assim, para as cidades inteligentes e sustentáveis é esperada que haja horizontalidade como passo fundamental e que esta horizontalidade esteja considerando as nove dimensões de uma cidade inteligente e sustentável, e tendo as tecnologias da informação e comunicação a infraestrutura material do território como transversais de suas sinergias e conexões.

Sánchez–Corcuera et al. (2019) reforçam essa indicação na explicação de que as cidades são observadas sob diferentes definições que são baseadas em dados, dimensões, tecnologias e suas integrações dos sistemas (Figura 2). Assim, para os autores as tecnologias devem estar atuando em alguma dimensão da cidade, onde há dados disponíveis para análises e interpretações e, conseqüentemente, estes devem estar integrados em seus elementos.

Figura 2: O olhar da cidade baseado em dados, dimensões, tecnologia e integração dos sistemas.



Fonte: Elaborado a partir de Sánchez–Corcuera et al. (2019).

O conceito específico de cidades inteligentes, segundo Petroló, Loscrì e Mitton (2014) é justamente graças à integração de serviços e infraestrutura usando dispositivos inteligentes para monitoramento e controle. Dameri (2016) considera que só com a cooperação entre TICs é que pode haver benefícios adequados aos cidadãos. Harrison et al. (2010) apontam que a arquitetura orientada a serviços ao cidadão é princípio básico para uso de tecnologias em cidades inteligentes.



5

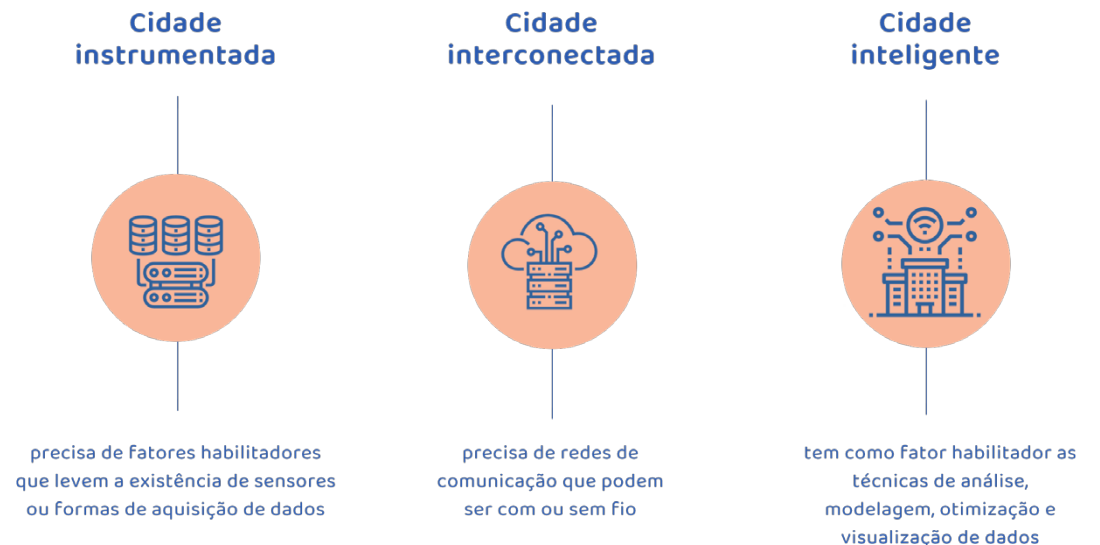
A INFRAESTRUTURA DA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

5 A INFRAESTRUTURA DA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

A concepção do paradigma das cidades inteligentes tem tratado do contexto da urbanização e do uso das tecnologias (SÁNCHEZ-CORCUERA et al., 2019).

Entretanto, diante das mudanças nas dinâmicas urbanas e das inovações constantes ainda faltam informações de como forma de organizar o conhecimento sobre as tecnologias no âmbito das cidades inteligentes e, mais que isso, sobre como as aplicações irão efetivamente impactar o cidadão (SANT'ANNA, 2017). Harrison et al. (2010) consideram três características essenciais que constituem o conceito de cidade inteligente, sendo uma cidade instrumentada, interconectada e inteligente (Figura 3). Instrumentada pois precisa de fatores habilitadores que levem a existência de sensores ou formas de aquisição de dados. Interconectadas pois precisa de redes de comunicação que podem ser com ou sem fio e inteligente que tem como fator habilitador as técnicas de análise, modelagem, otimização e visualização de dados.

Figura 3: Características essenciais para o conceito de cidade inteligente.



Fonte: Adaptado de Harrison et al. (2010).

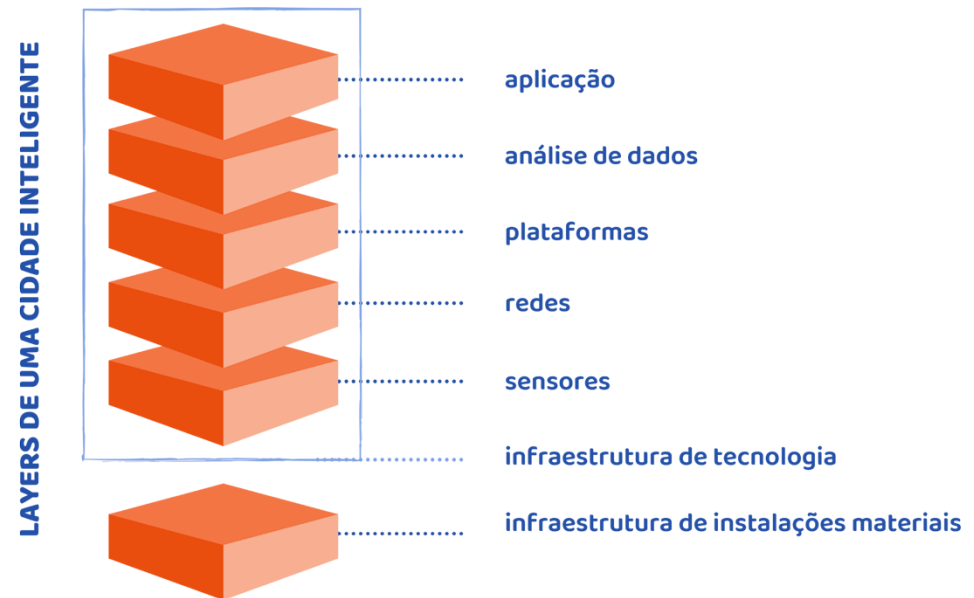
Sánchez–Corcuera et al. (2019) nesta mesma linha concordam com três características essenciais das cidades inteligentes, sendo: i) os dados quase em tempo real obtidos a partir de sensores físicos e virtuais, ii) a interconexão entre diferentes serviços e tecnologias dentro da cidade e, iii) a inteligência a partir da análise dos dados e do processo de otimização e visualização.

Como já descrito anteriormente, as iniciativas de cidade inteligente dependem das tecnologias, ou seja, hardware, software e tecnologias de rede integradas e aplicadas a infraestrutura e serviços da cidade. Isto para que sejam oferecidos dados aos sistemas de informação que interpretados, indicam uma consciência do mundo físico em tempo real e permitem que sejam realizadas análises avançadas para ajudar as pessoas na tomada de decisão (HARRISON et al., 2010). Entretanto, deve-se atentar para a conhecida retórica do investimento em infraestruturas de tecnologias da informação como primeiro passo para “transformar” (ou rotular) cidades em cidades inteligentes e sustentáveis. Estas práticas, segundo Sant’Anna (2017) ganham cada vez mais espaço, tanto no Poder Executivo quanto no Legislativo. Além disso, o autor ainda chama a atenção para a implantação de infraestruturas e

serviços de inteligência que refletem a agenda de seus proponentes, gestores e investidores, nem sempre alinhadas ao interesse público.

Assim, muito se discute sobre a infraestrutura de uma cidade. Em termos de discussão das cidades inteligentes, dois tipos de infraestrutura são considerados sendo, i) aquela infraestrutura associada às instalações materiais (DAMERI, 2014; ANTHOPOULOS, 2015; 2011; HARRISON; DONNELLY, 2011; MOHANTY; CHOPPALLY; KOUIGIANOS, 2016; SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2019; AHAD et al., 2020) e ii) aquela associada à própria tecnologia (MOHANTY; CHOPPALLY; KOUIGIANOS, 2016; SILVA; KHAN; HAN, 2018; APPIO; LIMA; PAROUTIS, 2019) de apoio a vida urbana, assim como ilustra a Figura 4.

Figura 4: Layers de uma cidade inteligente e sustentável.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ahad et al. (2020) reforçam que a cidade deve propiciar que a TIC seja fundida com a infraestrutura tradicional existente de uma cidade, que é então coordenada e gerenciada usando tecnologia digital. Para os autores, essa ideia de cidades está lentamente, mas com segurança, se tornando realidade, já que muitos países ao redor do mundo estão adotando essa ideia e criando seus próprios modelos de cidades inteligentes. Na visão de Nam e Pardo (2011) a criação de cidades inteligentes deve ser encarada como um processo contínuo de harmonização entre o mundo físico e o mundo virtual, que contemple todos os subsistemas do sistema urbano, orientando-se à prestação de serviços e ao desenvolvimento socioeconômico e não apenas encarado como uma revolução tecnológica para resolver um fenômeno particularmente localizado.

Jalali, El-Khatib e Mcgregor (2015) destacam diferentes arquiteturas na implementação de aplicações e serviços específicos para cidade, argumentando que desenhar uma arquitetura geral que possa ser amplamente difundida é uma tarefa difícil dada a diversidade de dispositivos, tecnologias e serviços que podem estar associados ao sistema.

Especificamente considerando a infraestrutura de tecnologia, pode-se dizer que para a construção de cidades inteligentes há dependência de fatores

relacionados à sua disponibilidade e desempenho (NICK; PONGRÁ CZ; RADÁ CS, 2018). A disponibilidade está relacionada com qualidade e acessibilidade do serviço disponível. Já o desempenho está relacionado com a capacidade de processamento, análise e velocidade de transmissão de dados.

Outro ponto relevante, diz respeito a própria infraestrutura de telecomunicações no Brasil. Yigitcanlar e Han (2010) indicam que devido ao desenvolvimento tecnológico, as redes de telecomunicações estão migrando rapidamente de sistemas cabeados para sistemas sem fio e digitais. No entanto, a questão de como a nova tecnologia converge e se entrelaça com a infraestrutura física existente como estradas, sistemas de abastecimento de energia, água e esgoto e segurança ainda permanece sem resposta (YIGITCANLAR; HAN, 2010). Isso traz ceticismo por sua aplicação mais ampla nas áreas urbanas existentes, sendo a adaptação um grande desafio devido ao alto custo e dificuldades na implementação.

Assim, o adequado tratamento das questões referentes ao compartilhamento de infraestrutura é fundamental para permitir que as redes de telecomunicações cresçam na velocidade e amplitude necessárias para atender as crescentes demandas por tecnologias da informação e comunicação. O documento de competição da Anatel (2020) do Brasil indica

preocupação em como o setor de telecomunicações vai conseguir suportar o crescimento da demanda por conectividade e garantir a viabilidade do sistema, uma vez que, o aumento no consumo de informação tem ampliado a pressão sobre a capacidade da infraestrutura de telecomunicações, que vem assumindo um perfil de alta exigência quanto à sua confiabilidade, resiliência, ubiquidade e velocidade de transmissão.

Harrison et al. (2010) definem que o trabalho de uma cidade inteligente é conectar a infraestrutura física da cidade a sua infraestrutura de tecnologia da informação. É apenas com esta estrutura integrada que se permitirá às cidades reunir, integrar, analisar, otimizar e tomar decisões com base em dados operacionais detalhados. Os mesmos autores consideram que a cidade inteligente é a cidade consciente que coleta, processa e analisa os dados das interações, comunicações ou transações digitais disponíveis, para adaptar e otimizar as operações dos serviços da cidade de forma preditiva, com a capacidade de recomendar ou ajudar na tomada de decisões imediatas dos atores sociais que compõem a cidade. Frente a esta definição os autores consideram que a cidade inteligente potencializa a inovação na busca da eficiência do ambiente urbano.

Os *layers*, ou camadas, da cidade inteligente, na infraestrutura de tecnologia da cidade, são **sensores**,

redes, plataformas e aplicações. Os sensores são os dispositivos que detectam e capturam dados e informações (HOLLANDS, 2008; ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011; CHOURABI et al., 2012; SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018) e interagem com a infraestrutura de instalações materiais da cidade.

De maneira geral, os dispositivos elétricos, eletrônicos, mecânicos ou digitais (SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018) que podem ou não estar conectados a objetos como smartphones, smartwatch, semáforos e etc., são considerados como sensores. Estes têm a função de relatar a ocorrência de algum evento, seja ele a presença de algum objeto em determinado local, e/ou estágio de um processo ou ação. Existem vários sensores que detectam e capturam dados do mundo real, além de rastrear, identificar e interagir com pessoas e o próprio ambiente (HOLLANDS; 2008; ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011; CHOURABI et al., 2012;); SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018). Estes sensores geralmente estão conectados a dispositivos pessoais, nós de borda, dispositivos móveis, eletrodomésticos, câmeras, smartphones, equipamentos médicos, web e outros sistemas similares de aquisição de dados, incluindo redes sociais (HOLLANDS, 2008; ALLWINKLE; CRUICKSHANK, 2011; CHOURABI et al., 2012; SARKHEYLI; SARKHEYLI, 2018; AHAD, et al., 2020) que capturam, agregam, processam e transferem os dados (FARAHANI et al., 2018). Além disso, alguns autores

(GOODCHILD, 2007; SHETH, 2009) consideram ainda que o próprio cidadão pode ser utilizado como sendo um sensor, já que se torna uma fonte de dados a serem capturados. Os sensores são a aplicação básica para que qualquer tipo de cidade inicie um processo de cidade inteligente, uma vez que todas as atividades (HALL, 2000) de uma cidade são passíveis de coleta de dados e análise (BARNS, 2018).

A camada de **redes** compreende o caminho que leva os dados para serem processados e analisados. As redes de comunicação, com e sem fio, suportam a integração dos dados coletados em uma plataforma de comunicação, assim como a comunicação das informações entre os diferentes serviços da cidade (HARRISON et al. 2010). Assim, os tipos de rede de internet das coisas, por exemplo, devem ser considerados uma vez que dependem de variáveis como a distância de conexão e do consumo de energia. A comunicação com as redes dependerá da definição de protocolos, que consideram como os dados são enviados para a internet, com suas camadas de arquitetura do sistema.

Segundo a Anatel (2020) a definição de infraestrutura de rede não se limita apenas à componentes eletrônicos, mas também inclui elementos passivos, como locais físicos e torres, necessários para operar a rede. Em sentido amplo, chama-se de infraestrutura passiva os elementos considerados geradores de insumos

para a prestação do serviço de telecomunicações, com destaque para os seguintes produtos: torres, postes e dutos. Os postes são considerados uma modalidade de infraestrutura de suporte para redes de distribuição aérea por meio de cabos cobertos fixados em espaçadores, com possibilidade de compartilhamento entre operadoras de rede. Já as torres são um tipo de modalidade de infraestrutura de suporte a estações transceptoras de radiocomunicação com configuração vertical sendo também passível de compartilhamento entre operadoras de rede. Por sua vez, os dutos são uma modalidade de infraestrutura de suporte do tipo tubular e subterrânea que fornece uma rota para vários cabos, sendo geralmente utilizado em áreas externas e passível de compartilhamento entre operadoras de rede.

As **plataformas** são estruturas físicas ou virtuais que facilitam as tecnologias (VISVIZI; LYTRAS, 2019). Em função das cidades serem sistemas complexos e apresentarem uma quantidade significativa de dados, o *big data* é frequentemente citado (BATTY, 2013). Entretanto, outras possibilidades de plataforma são encontradas. Especificamente tratando do *big data*, pode-se dizer que é este o termo utilizado para denominar grandes conjuntos de dados que precisam ser processados e armazenados. Suas características estão associadas ao grande volume de dados; variedade de fontes de dados, o que aumenta a complexidade

de análise; velocidade, devido à grande quantidade e diversidade de fontes de dados, é exigida alta velocidade de processamento; veracidade, informações reais e fidedignas; valor, transformação destes dados em informação útil e aplicável. O *big data* está enriquecendo as experiências de como as cidades funcionam e oferece novas oportunidades de interação social e tomada de decisão baseada no conhecimento e proporciona uma melhor forma de intervir nas cidades (BATTY, 2013).

Já a camada de **análise de dados** é necessária para extrair, processar e entender as informações a partir de uma grande quantidade de dados gerados (CHANG, 2018). A capacidade analítica das autoridades de uma cidade implica na necessidade de softwares analíticos, sistemas de controle embutidos, soluções complexas de engenharia e gerenciamento, reconhecimento e processamento de textos, imagens e vídeo, dentre outros recursos (KUMAR, et al., 2020).

A **aplicação** é feita no âmbito das dimensões da cidade inteligente e sustentável fornecendo assim serviços ao cidadão. As aplicações devem considerar as respostas que estão ocorrendo no cenário urbano. Por isso, é importante que a tomada de decisão seja realizada de forma rápida, uma vez que o valor dos dados é mais alto quando as tomadas de decisões são

feitas em tempo real e com respostas proativas (LI et al., 2017). Ainda, na camada de aplicação é possível realizar entrada de dados, que podem ser off-line, de identificação, localização, registros e cadastros.

Com as camadas deve-se ter atenção para os chamados capacitadores técnicos para a infraestrutura de tecnologia. Mesmo com as indicações de Šiurytė e Davidavičienė (2016) que relatam que as TICs são as próprias tecnologias capacitadoras básicas da cidade inteligente, Nicolas, Kim e Chi (2020) apresentam cinco capacitadores sendo: disponibilidade, desempenho, acessibilidade, segurança e a adoção das TICs. No âmbito da segurança, Elmaghraby e Losavio (2014) indicam ainda que o cerne das preocupações gira em torno de três áreas para a proteção, sendo: i) privacidade e confidencialidade das informações, ii) a integridade e autenticidade das informações e a disponibilidade de informações para seu uso e serviços. Autores como Armin et al. (2017), Khatoun e Zeadally (2017), Li e Liao (2018) indicam ainda que para as cidades inteligentes um ponto recorrente se associa a segurança cibernética. Assim, ter a preocupação em atender estes capacitadores é basilar para a verdadeira implantação de uma cidade inteligente e sustentável.

6

O FLUXO E A UTILIZAÇÃO DOS DADOS

6 O FLUXO E A UTILIZAÇÃO DOS DADOS

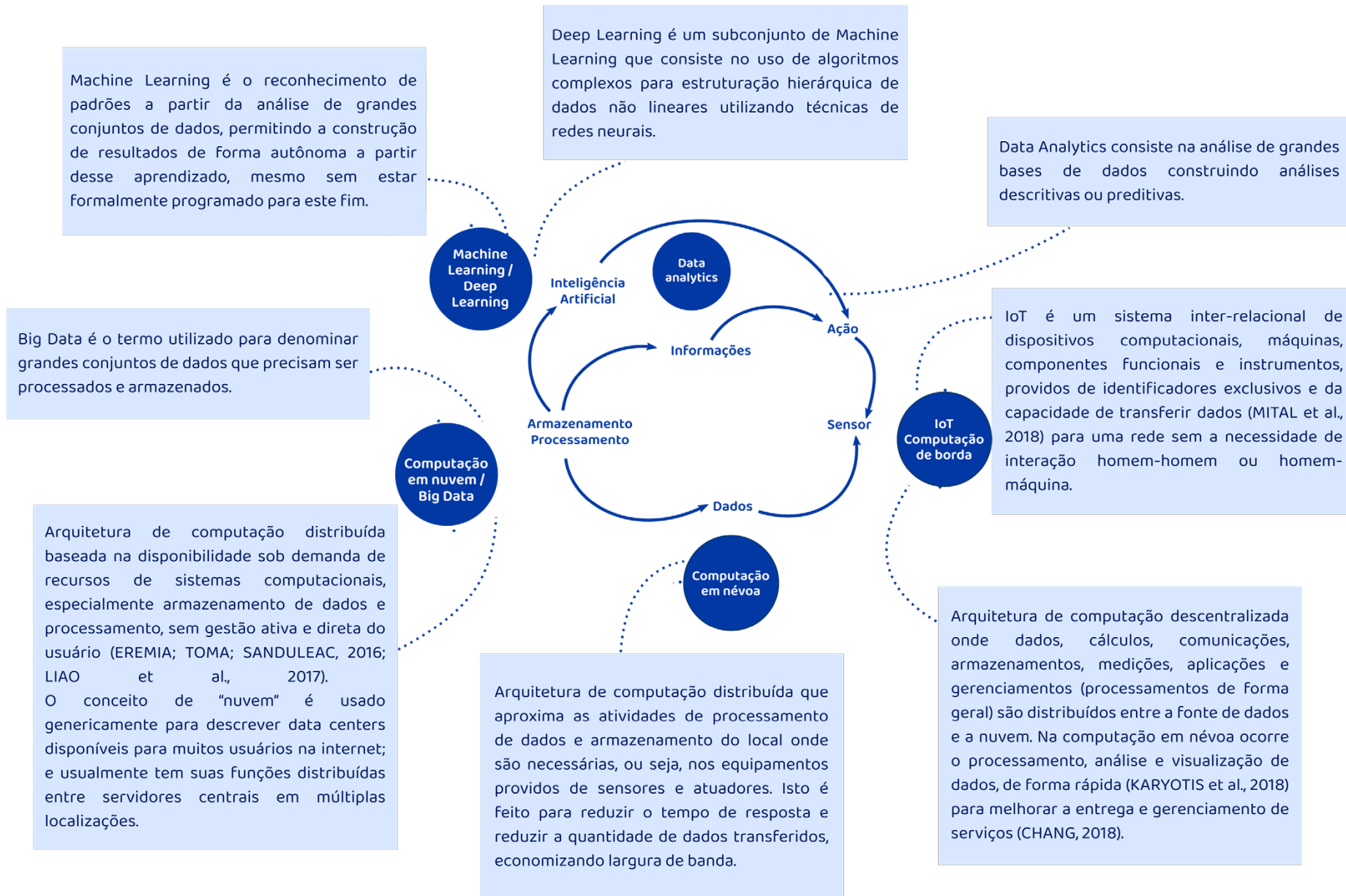
De acordo com os diferentes tipos de dados coletados e atividades dentro do conceito de cidades inteligentes e sustentáveis, mudanças podem ocorrer em diversas áreas em conformidade com as dimensões de uma cidade (WASHBURN; SINDHU, 2010; BULU, 2014; GUPTA; PANAGIOTOPOULOS; BOWEN, 2020).

Os diferentes tipos de aplicações dos dados requerem estratégias alternativas para a sua tomada de decisão. Por exemplo, o controle de tráfego requer ações imediatas, em tempo real, já as questões relacionadas ao meio ambiente são passíveis de um maior tempo para a ação (AL NUAIMI et al., 2015). Da mesma forma, Batty (2013) discute os dados de transporte, por exemplo, que podem ser analisados de minuto em minuto por muitos anos ou ainda apenas no dia. Assim, cada cidade tem a sua forma de trabalhar com os dados obtidos e informações geradas (POZDNIAKOVA, 2019). Porém um caminho comum para o fluxo de dados é retratado na Figura 5.

A utilização dos dados provenientes das infraestruturas nas cidades inteligentes é o que possibilita a tomada de decisão para a constante melhora na qualidade de serviços prestados aos cidadãos (POZDNIAKOVA, 2019). Ainda, além de serem capturados, os dados são armazenados e também podem ser posteriormente usados para previsões de cenários. Para tanto, existem arquiteturas de operação

como a computação em borda (MITAL et al., 2018), névoa (CHANG, 2018; KARYOTIS, et al., 2018), nuvem (EREMIA; TOMA; SANDULEAC, 2016; LIAO, et al., 2017). Além disso, sistemas inter-relacionais como a internet das coisas (IoT) podem ser utilizados para permitir automatização de muitas respostas e serviços à comunidade e viabilizar a aprendizagem com os próprios dados da cidade.

Figura 5: Exemplo de fluxo de dados em cidades inteligentes e sustentáveis.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

7

AS TECNOLOGIAS
DE UMA CIDADE
INTELIGENTE E
SUSTENTÁVEL



7 AS TECNOLOGIAS DE UMA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

A tecnologia continua a remodelar as economias e as sociedades em meio à quarta revolução industrial, ou a disrupção de ritmo exponencial causada pela possibilidade de bilhões de pessoas conectadas por dispositivos móveis, com poder de processamento sem precedentes, capacidade de armazenamento e acesso ao conhecimento. Essas possibilidades serão multiplicadas por tecnologias emergentes avanços em campos como inteligência artificial, robótica, internet das coisas, veículos autônomos, impressão 3-D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica. A interação de tecnologia e inovação já influenciou os padrões de urbanização e está preparado para moldar ainda mais o futuro das cidades (WORLD CITIES REPORT 2020, 2020).

São diversas as tecnologias encontradas nas cidades inteligentes e sustentáveis. Na visão de Kobayashi et al. (2017) as cidades que se reinventam devem se atentar à inclusão social e tecnologias verdes, aliadas à gestão inteligente do território para o desenvolvimento

urbano sustentável de novos territórios. Os estudos vêm sendo realizados principalmente com foco em descobrir as tendências tecnológicas a partir de patentes (TUMELERO, et al., 2015; SILVA, FELIZARDO; DUTRA, 2020; ISEKI; FIGUEIREDO, 2021) e publicações (AHAD et al., 2020; CAMERO; ALBA, 2020).

Especificamente no caso das publicações, o estudo de Camero e Alba (2020) encontraram que os 10 principais países em termos de contribuição em cidades inteligentes e tecnologias da informação são: China (316 publicações), Itália (272), Estados Unidos (217), Espanha (187), Índia (119), Alemanha (118), Reino Unido (117), França (104), Japão (97) e Austrália (76). Para os autores, estas contribuições representem quase 60% do total.

O estudo de Ahad et al. (2020) elencou as principais tecnologias facilitadoras em uma cidade inteligente. Assim como ilustra o Quadro 2, as tecnologias facilitadoras das cidades inteligentes são: a internet das coisas, big data, os dispositivos sensoriais – sensores (*sensory devices*), sistema físico cibernético (*cyber*

physical system), as TICs, a inteligência artificial, o blockchain, computação em nuvem/borda (*cloud/edge computing*), a tecnologia 5G, e as tecnologias geoespaciais (*geospatial technology*), assim como ilustra o Quadro 1.

Quadro 1: Tecnologias facilitadoras das cidades inteligentes.

Tecnologia facilitadora	Descrição sobre a tecnologia
Dispositivos sensoriais	Os dispositivos sensoriais são capazes de detectar dados de fenômenos do entorno ou evento e passar essas informações para os gateways de rede para processamento posterior.
Internet das coisas	A coleção de tais dispositivos de sensores incorporados é conectada entre si e capaz de se comunicar uns com os outros, bem como o ambiente externo. Este processo é denominado como internet das coisas.
Big data	A taxa na qual os dados são gerados na era atual requer novas tecnologias para seu processamento e gerenciamento. As tarefas de análise, como análise preditiva e manutenção preditiva são possíveis com a ajuda de big data.
Sistema ciberfísico	Um CPS típico é uma coleção de redes, entidades e dispositivos (físico e virtual), processamento, gerenciamento, cálculos e processos físicos relacionados. Pode ser considerado um termo genérico que engloba todos os aspectos de computação, processamento, rede e armazenamento.
Tecnologias da informação e comunicação	As tecnologias da informação e comunicação atuam como um <i>backbone</i> para fornecer todos os serviços necessários para criar uma conexão entre as entidades participantes dentro do ecossistema da cidade inteligente. Isso inclui tecnologias de rede, autenticação, mecanismos de autorização e privilégios de acesso em consulta com protocolos de segurança.
Rede de sensor Wireless	As RSSFs permitem detecção avançada, tradução e transmissão de dados, tornando-os um componente essencial de uma estrutura de cidade inteligente. Além disso, são usados ativamente para a tomada de decisões em gerenciamento de aplicações variadas em uma cidade inteligente.

Quadro 1: Tecnologias facilitadoras das cidades inteligentes. (continuação)

Tecnologia facilitadora	Descrição sobre a tecnologia
Protocolos de segurança	A segurança e a privacidade estão no centro de qualquer ecossistema de cidade inteligente. Deve ser assegurado que todas as entidades (usuários, sistemas, subsistemas, processos, etc.) devem ser protegidas em todos os momentos. O clássico das técnicas de segurança não é capaz de cobrir todos os aspectos e cenários de uma cidade inteligente devido a várias restrições visíveis. Escalabilidade, heterogeneidade, potência, armazenamento e recursos computacionais e novos mecanismos de segurança estão sendo desenvolvidos para cobrir a natureza diversa dos atuais requisitos de segurança de uma cidade inteligente.
Inteligência artificial	Os dados gerados por uma cidade inteligente não valem nada a menos que sejam analisados para derivar sentido e informações valiosas. A inteligência artificial (IA) facilita o processamento e análise dos dados gerados de máquina para máquina em uma configuração de cidade inteligente. Tomada de decisão preditiva e preventiva, insights holísticos de configurações intra e inter sistema são possíveis com a ajuda de aprendizado de máquina e tecnologias de aprendizado.
<i>Blockchain</i>	A tecnologia <i>blockchain</i> permite o gerenciamento de dados distribuídos e conectividade autônoma ponto a ponto entre dispositivos IoT. A incorporação de <i>blockchain</i> no ambiente de cidade inteligente garante segurança, fluxo de dados transparente, robusto, imutável e autenticado.
Computação em nuvem e computação de borda	A tecnologia de computação em nuvem (<i>cloud computing</i>) tem contribuído para soluções econômicas e mais rápidas em termos de operação de plataformas, software, infraestruturas. Os usuários não são obrigados a investir muito dinheiro na configuração de infraestrutura física e podem ser disponibilizados como um serviço de qualquer provedor de serviços em nuvem. A computação de borda (<i>edge computing</i>) permite que os usuários tenham um desempenho rápido e mais leve com cálculos na borda de uma rede, em vez de exigir transferir todos os dados na nuvem para processamento, tornando o tempo de resposta muito mais rápido e faz com que o sistema tenha a tomada de decisão quase em tempo real.

Quadro 1: Tecnologias facilitadoras das cidades inteligentes. (continuação)

Tecnologia facilitadora	Descrição sobre a tecnologia
Tecnologia 5G	A tecnologia 5G oferece maior flexibilidade e permite informações para promover a participação cívica em uma cidade inteligente. Oferece aprimorada conectividade, permite que mais dados sejam coletados e analisados, tornando-se um catalisador para a mudança digital em um ambiente de cidade inteligente. O 5G é capaz de melhorar a experiência pública e criar ambientes urbanos inteligentes por meio de infraestrutura avançada e sustentável, acessibilidade e igualdade.
Tecnologia geoespacial	A tecnologia geoespacial (<i>geospatial technology</i>) auxilia no processo de planejamento urbano em um sistema de cidade inteligente. Um dos grandes desafios para o desenvolvimento do planejamento da cidade é reunir a localização precisa das entidades subjacentes e os dados geográficos para auxiliar na tomada de decisão em tempo real. Estas tecnologias desempenham um papel vital no desenvolvimento da infraestrutura da cidade inteligente, fornecendo uma colaboração e coordenação eficiente entre os vários processos e diferentes aspectos do sistema da cidade inteligente.

Fonte: Adaptado de Ahad et al. (2020).

Santo e Ferrari (2020) ao analisarem artigos científicos sobre cidades inteligentes e tecnologias observaram 286 registros. Em alguns casos, os autores encontraram mais de uma tecnologia sendo abordada em cada artigo. Foram 13 tecnologias referenciadas, sendo IoT com a maior quantidade (173 artigos), *big data* (114 artigos) e *business intelligence* (56 artigos), inteligência artificial (56 artigos), computação em nuvem (41 artigos), *cyber physical system* (15 artigos), dentre outros. Camero e Alba (2020) indicam que o foco tecnológico, considerando as publicações científicas, está atualmente em tecnologias facilitadoras, como a

internet das coisas e *big data*.

Coelho e Santos (2019) realizaram estudo e apresentaram alguns grupos de tecnologias para melhorar a qualidade de vida em cidades inteligentes. Os autores consideraram a qualidade de vida associada as dimensões de saúde, educação, ambiente, segurança, participação cívica, acessibilidade de serviços, mobilidade e cultura e a utilização tecnológica sob os sensores, sistemas e aplicações de uma cidade inteligente. As informações elaboradas pelos autores podem ser visualizadas no Quadro 2.

Quadro 2: Tecnologias utilizadas para a melhoria da qualidade de vida em cidades inteligentes.

	Sensores	Sistemas	Aplicações	Outras
Saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos vestíveis; • Dispositivos internos; • Dispositivos externos; • Sensores de ruído e monitorização de quedas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de monitorização; • Sistemas inteligentes (inteligência artificial); • Sistemas de informação hospitalar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações de m-Health; • Aplicações de literacia na saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impressão3D; • Infraestrutura digital; • Telemedicina; • Ibeacons; • Drones.
Educação	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de bullying e vaping; • Sensores inteligentes utilizados de forma educacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de gestão escolar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações educativas; • Aplicações de auxílio ao estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas colaborativas; • Robot educacional; • Realidade Virtual e aumentada.
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de ar; • Sensores de energia; • Sensores de estufa; • Sensores de iluminação pública; • Sensores de monitorização de água; • Sensores de gestão de resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de gestão da água, de rega e meteorológicos; • Sistemas de monitorização de águas residuais; • Sistemas de gestão inteligente de resíduos urbanos; • Rede elétrica inteligente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações de gestão de resíduos; • Aplicações de rede elétrica inteligente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis Solares/ aerogeradores; • Drones.

Quadro 2: Tecnologias utilizadas para a melhoria da qualidade de vida em cidades inteligentes. (continuação)

	Sensores	Sistemas	Aplicações	Outras
Segurança	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de gases perigosos; • Sensores de localização; • Sensores perimetrais; • Sensores de ruído; • Sensores de disparo; • Sensores de infravermelhos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de iluminação pública inteligente; • Sistema de detecção de disparos de armas de fogo; • Novos sistemas de apoio de emergência; • Sistemas biométricos; • Sistemas de monitorização e bloqueio de sinais; • Sistemas de vigilância e de detecção de padrões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicativos de emergência; 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos de visão noturna; • Câmaras corporais; • Drones; • Programas de prevenção de crime baseados em dados; • Realidade aumentada; • Segurança física (pilaretes semiautomáticos e automático).
Participação cívica		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de votação online (orçamento participativo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações móveis de solicitação de serviços ou reparos; • Aplicações de fornecimento de serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas digitais; • Fóruns de discussão.
Acessibilidade de serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de localização. 		<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações de informação ao cidadão e aos turistas; • Aplicações de localização para pessoas com deficiências; • Aplicações que permitem a comunicação entre municípios e cidadãos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso gratuito a redes de Wi-fi; • Pontos de informação turísticos, espalhados pela cidade; • Redes de apoio social; • IBeacons; • Dados Abertos.

Quadro 2: Tecnologias utilizadas para a melhoria da qualidade de vida em cidades inteligentes. (continuação)

	Sensores	Sistemas	Aplicações	Outras
Mobilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de distribuição de veículos; • Sensores de estacionamento; • Sensores de estradas; • Sensores de congestionamento e trânsito 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de gestão inteligente de lugares de estacionamento; • Sistemas de gestão inteligente de tráfego e da sinalização semafórica; • Sistema de gestão inteligente dos transportes públicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações de estacionamento, que divulguem lugares disponíveis e meios de pagamento; • Aplicações de transportes públicos; • Aplicações de informação atualizada do tráfego automóvel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Veículos autónomos e elétricos; • Transportes públicos elétricos e não tripulados; • Locais de carregamento de veículos elétricos.
Cultura	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de temperatura, fumo e humidade para bibliotecas, museus e outros ambientes sensíveis; • Sensores e supercomputadores que respondam a vários tipos de estímulos como sons, calor e movimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema inteligente de iluminação e de equipamentos eletrônicos (arte interativa); • Sistemas de vigilância. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações que permitam aceder a transmissões de espetáculos; • Aplicações para compra de bilhetes; • Aplicações que permitem a interatividade entre os internautas e a forma de arte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Websites que permitam visitas virtuais, em formato HD, em museus; • Áudio guias dos espaços; • Tecnologia que permita o acesso a pessoas invisuais.

Fonte: Coelho e Santos (2019).

No caso das patentes, Shapiro (2020) indica que estas são um meio de prever o futuro das cidades inteligentes. Tumelero et al. (2015) consideram que as inovações tecnológicas para as cidades inteligentes emergem como uma nova indústria. O depósito de patentes sobre cidades inteligentes e sustentáveis tem aumentado desde 2010 (KOBAYASHI et al., 2017). Silva, Felizardo e Dutra (2020) indicam que o crescimento do

número de patentes na área de cidades inteligentes pode fornecer vantagens competitivas aos seus detentores, uma vez que tais tecnologias podem gerar retorno econômico. Para Van Den Busse e Kolk (2019) as empresas de TIC estão cada vez mais desenvolvendo e comercializando tecnologia de cidades inteligentes em todo o mundo.

Iseki e Figueiredo (2021) demonstraram que mundialmente o ritmo do desenvolvimento tecnológico é acentuado. Porém, são poucas organizações brasileiras identificadas entre aquelas que reiteradamente avançam na fronteira dos campos tecnológicos analisados. O estudo de Santo e Ferrari (2020) indicou que no Brasil apenas 1071, das 143.242 patentes concedidas encontradas, foram protegidas e isto representa uma oportunidade relevante de negócio, visto que segundo Shapiro (2020) as patentes garantem a exclusão legal ao divulgar uma ideia ou invenção.

Em contrapartida, para empresas multinacionais, há oportunidades para desenvolver e comercializar inovações tecnológicas para facilitar a criação de cidades inteligentes, visto que a implantação de tecnologia da informação e comunicação é comumente considerada um princípio central das cidades inteligentes (VAN DEN BUSSE; KOLK, 2019).

No que se refere a oportunidades, cabe destacar o reduzido número de pedidos de patentes relacionado a técnicas de comunicação elétrica e comunicação sem fio, e relacionada à mobilidade urbana, por exemplo (ISEKI; FIGUEIREDO, 2021). No estudo de Kobayashi et al. (2017) cerca de 55,11% das patentes obtidas na

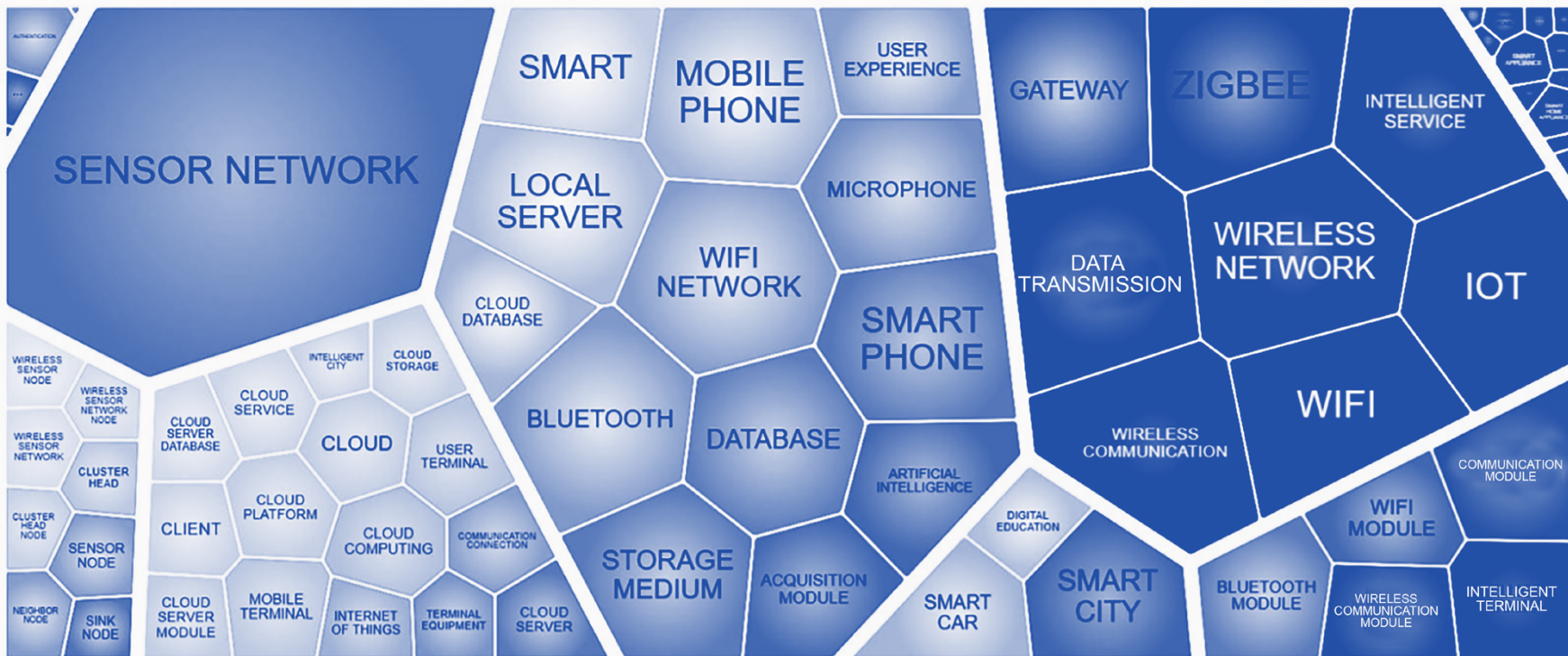
pesquisa de cidades inteligentes foram sobre redes de comunicação sem fio.

O estudo de Silva, Felizardo e Dutra (2020) constatou que a maior parte de pedidos de patentes está nas áreas de física e eletricidade, com destaque para as subclasses de ‘cômputo, cálculo e contagem’, ‘sinalização’, que estão dentro da seção de física e ‘técnicas de comunicações elétricas ou por rádio’, dentro da seção de eletricidade. Já o estudo de Iseki e Figueiredo (2021) apresentou predominância das tecnologias baseadas em redes de comunicação sem fio e sistemas de controle de tráfego. Tumelero et al. (2015) indicaram três rotas tecnológicas pelos domínios das patentes. As duas principais são domínios das TICs, sendo: i) infraestrutura de redes sem fio e de transmissão de informação digital, ii) de sistemas de controle geral e de tráfego, e de processamento de dados e, iii) conexão digital com as TICs emergindo nos domínios de novos desenvolvimentos tecnológicos em: mitigação ou adaptação às mudanças climáticas, *smart buildings*, iluminação eficiente e *smart grids*. Porém, segundo os mesmos autores, as rotas identificadas são de baixa maturidade tecnológica e portadoras de futuro.

Santo e Ferrari (2020) indicaram conceitos relacionados as buscas patentárias nos últimos 20 anos

com destaque para algumas tecnologias e aplicações dentre elas algumas das quais já foram observadas anteriormente, tais como IoT (24251 patentes), computação em nuvem (*cloud computing*) (124485 patentes), inteligência artificial (3770 patentes). A Figura 6 ilustra a clusterização.

Figura 6: Clusterização dos conceitos associados a buscas patentárias.



Fonte: Santo e Ferrari (2020).

O estudo de Pellicer et al. (2013) apresentou resultados para patentes na classificação corresponde às atuais linhas de trabalho das cidades em seu compromisso de apoiar a economia e o crescimento dos

negócios por meio de avanços em TICs. Em resumo, os autores destacam as principais atividades são: sistemas de controle de tráfego, tratamento de água, águas residuais e sistemas de esgoto; melhoria da eficiência

energética em aquecimento elétrico e iluminação; métodos para separação de sólidos e para reciclagem de resíduos municipais, e desenvolvimentos relacionados com eficiência e construções e edifícios sustentáveis. Além disso, os autores citam sistemas de processamento ou métodos especialmente adaptados para o setor administrativo, comercial, financeiro e gerencial.

Os países mais atuantes na atividade de proteção patentária envolvendo tecnologias para cidades inteligentes foram a Alemanha, a China, os Estados Unidos e o Japão (ISEKI; FIGUEIREDO, 2012). Nesses países, há um pequeno número relativamente frequente de grandes multinacionais, corporações e conglomerados do ramo de eletrônicos e veículos terrestres e aéreos, que realiza parte significativa dos pedidos de proteção patentária ao longo do tempo (ISEKI; FIGUEIREDO, 2021). Pellicer et al. (2013) e Silva, Felizardo e Dutra (2020) também indicaram China como sendo líder de patentes em cidades inteligentes. Para Potančok e Preto (2020) a futura tecnologia patenteada de cidade inteligente será constantemente produzida e exportada da China.

Superar a concentração das maiores empresas depositantes e acelerar o ritmo do desenvolvimento tecnológico parecem ser os principais desafios para as

organizações brasileiras que almejam gerar tecnologias para as cidades inteligentes (ISEKI; FIGUEIREDO, 2021). Autores como Santo e Ferrari (2020) encontraram 241884 patentes de invenção (sendo apenas 37,20% concedidas, 39,72% pendentes, 15,76% prescritas e 6,86% revogadas) na temática de cidades inteligentes e relataram que 9% destas patentes pertencem aos 10 maiores depositantes em número de patentes. Estes achados são evidenciados por autores como Iseki e Figueiredo (2021) que indicam que os campos tecnológicos relacionados a cidades inteligentes foram consistentemente explorados por um grupo de empresas multinacionais cuja composição variou pouco ao longo do tempo. O World Cities Report 2020 (2020) considera que as empresas de tecnologia estão cada vez mais oferecendo vendas de produtos e serviços inteligentes para governos municipais, outras empresas e até ofertam diretamente aos cidadãos. As estimativas variam amplamente no tamanho do mercado global das cidades inteligentes. A demanda global por cidades inteligentes, por sua vez, está crescendo rapidamente, de US \$ 622 bilhões em 2017 para US \$ 1 trilhão em 2019. Espera-se que chegará a US \$ 3,48 trilhões em 2026. Estes números indicam um setor importante e em crescimento que é visto como uma oportunidade para empresas de tecnologia.

8

O USO DA
TECNOLOGIA SOB
OLHAR DA
LEGISLAÇÃO
VIGENTE BRASILEIRA

8 O USO DA TECNOLOGIA SOB OLHAR DA LEGISLAÇÃO VIGENTE BRASILEIRA

O World Cities Report 2020 considera que as cidades devem construir capacidades regulatórias e políticas para lidar com os desafios encontrados e negociar o que é do interesse público, idealmente, adotando estruturas fortes para direitos digitais e o desenvolvimento.

No Brasil, o estabelecimento da tecnologia precisa considerar diversos dispositivos legais, como a Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal (BRASIL, 2016), o Sistema Nacional para a Transformação Digital (BRASIL, 2018), a Política Nacional de Governo Aberto (BRASIL, 2019a), o Plano Nacional de Internet das Coisas (BRASIL, 2019b), a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (BRASIL, 2019c) e a Estratégia de Governo Digital (BRASIL, 2020). Assim, há necessidade de considerar a **legislação vigente brasileira** para planejar, implantar e operar o conceito de cidades inteligentes nos municípios. Estas questões dizem respeito não apenas a política urbana, mas também aos planos setoriais que impactam as ações no território, respeitando ainda a Constituição da República Federativa do Brasil que apresenta inclusive a necessidade de orçamento para a operação. O Quadro 3 ilustra algumas legislações brasileiras que balizam as informações do cidadão e as práticas em âmbito governamental e demais iniciativas com vistas a tecnologia em âmbito Federal.

Para conhecer sobre a legislação vigente brasileira a ser considerada no âmbito das cidades inteligentes acessar “Panorama Brasileiro da Legislação Aplicada às Cidades Inteligentes e Sustentáveis”.

Quadro 3: Algumas legislações que balizam as informações do cidadão e as práticas em âmbito governamental e demais iniciativas com vistas a tecnologia em âmbito Federal.

Disposição	Dispositivo
Lei Geral de Telecomunicações (BRASIL, 1997)	Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997
Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal (BRASIL, 2016a)	Decreto 8.777, de 11 de maio de 2016

Quadro 3: Algumas legislações que balizam as informações do cidadão e as práticas em âmbito governamental e demais iniciativas com vistas a tecnologia em âmbito Federal. (continuação)

Disposição	Dispositivo
Políticas públicas de telecomunicações (BRASIL, 2018a)	Decreto Nº 9.612, de 17 de dezembro de 2018
Gestão e os direitos de uso de dados abertos (BRASIL, 2016b)	Decreto 9.903, de 08 de julho de 2019 que altera o Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016
Sistema Nacional para a Transformação Digital e estabelece a estrutura de governança para a implantação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (BRASIL, 2018b)	Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018
Política Nacional de Segurança da Informação (BRASIL, 2018c)	Decreto nº 9.637, de 26 de dezembro de 2018
Rede Nacional de Governo Digital (BRASIL, 2019a)	Portaria nº 23, de 4 de abril de 2019

Quadro 3: Algumas legislações que balizam as informações do cidadão e as práticas em âmbito governamental e demais iniciativas com vistas a tecnologia em âmbito Federal. (continuação)

Disposição	Dispositivo
Portal único “gov.br” e dispõe sobre as regras de unificação dos canais digitais do Governo federal (BRASIL, 2019b)	Decreto nº 9.756, de 11 de abril de 2019
Procedimentos para unificação dos canais digitais e define regras para procedimento de registro de endereços e sítios eletrônicos na internet e de aplicativos móveis do Governo Federal (BRASIL, 2019c)	Portaria nº 39, de 9 de julho de 2019
Governança no compartilhamento de dados no âmbito da administração pública federal e institui o Cadastro Base do Cidadão e o Comitê Central de Governança de Dados. (BRASIL, 2019d)	Decreto nº 10.046, de 9 de outubro de 2019
Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (BRASIL, 2019e)	Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019

Quadro 3: Algumas legislações que balizam as informações do cidadão e as práticas em âmbito governamental e demais iniciativas com vistas a tecnologia em âmbito Federal. (continuação)

Disposição	Dispositivo
Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (BRASIL, 2019f)	Lei nº 13.853 de 8 de julho de 2019 altera a Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018
Política Nacional de Governo Aberto (BRASIL, 2019g)	Decreto nº 10.160, de 9 de dezembro de 2019
Estabelece a técnica e os requisitos para a digitalização de documentos públicos ou privados, a fim de que os documentos digitalizados produzam os mesmos efeitos legais dos documentos originais (BRASIL, 2020a)	Decreto nº 10.278, de 18 de março de 2020 - regulamenta o disposto no inciso X do caput do art. 3º da Lei nº 13.874, de 20 de setembro de 2019, e no art. 2º-A da Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012
Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022 (BRASIL, 2020b)	Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020
Princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública e altera a Lei nº 7.116, de 29 de agosto de 1983, a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (Lei de Acesso à Informação), a Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, e a Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017 (BRASIL, 2021a)	Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021

Quadro 3: Algumas legislações que balizam as informações do cidadão e as práticas em âmbito governamental e demais iniciativas com vistas a tecnologia em âmbito Federal. (continuação)

Disposição	Dispositivo
Princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública e altera a Lei nº 7.116, de 29 de agosto de 1983, a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (Lei de Acesso à Informação), a Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, e a Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017 (BRASIL, 2021a)	Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021
Estratégia brasileira de inteligência artificial e seus eixos temáticos (BRASIL, 2021b)	Portaria GM nº 4.617, de 06 de abril de 2021
Marco legal das startups e do empreendedorismo inovador; e altera a Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2021c).	Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para conhecer outras legislações acessar: “Políticas Públicas Associadas ao Conceito de Sustentabilidade Urbana”.

A **Lei Geral de Telecomunicações** (BRASIL, 1997) dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995). Em conformidade com o Art. 2º o Poder Público tem o dever de:

- I. garantir, a toda a população, o acesso às telecomunicações, a tarifas e preços razoáveis, em condições adequadas;
- II. estimular a expansão do uso de redes e serviços de telecomunicações pelos serviços de interesse público em benefício da população brasileira;
- III. adotar medidas que promovam a competição e a diversidade dos serviços, incrementem sua oferta e propiciem padrões de qualidade compatíveis com a exigência dos usuários;
- IV. fortalecer o papel regulador do Estado;

- V. criar oportunidades de investimento e estimular o desenvolvimento tecnológico e industrial, em ambiente competitivo;
- VI. criar condições para que o desenvolvimento do setor seja harmônico com as metas de desenvolvimento social do País.

Em seu Art. 73 a Lei estabelece o direito à utilização do compartilhamento de infraestruturas de forma não discriminatória e a preços e condições justos e razoáveis. Dois anos mais tarde é lançado o **Decreto nº 9.612, de 17 de dezembro de 2018** que em seu Art. 2º indica como objetivos gerais das políticas públicas de telecomunicações (BRASIL, 1997):

- I. promover:
 - a. o acesso às telecomunicações em condições econômicas que viabilizem o uso e a fruição dos serviços, especialmente para:
 1. a expansão do acesso à internet em banda larga fixa e móvel, com qualidade e velocidade adequadas; e
 2. a ampliação do acesso à internet em banda larga em áreas onde a oferta seja inadequada, tais como áreas urbanas desatendidas, rurais ou remotas;

- b. a inclusão digital, para garantir à população o acesso às redes de telecomunicações, sistemas e serviços baseados em tecnologias da informação e comunicação – TIC, observadas as desigualdades sociais e regionais; e
 - c. um mercado de competição ampla, livre e justa;
- II. proporcionar um ambiente favorável à expansão das redes de telecomunicações e à continuidade e à melhoria dos serviços prestados;
- III. garantir os direitos dos usuários dos serviços de telecomunicações;
- IV. estimular:
- a. a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico e produtivo; e
 - b. as medidas que promovam a integridade da infraestrutura de telecomunicações e a segurança dos serviços que nela se apoiam; e
- V. incentivar a atualização tecnológica constante dos serviços de telecomunicações.

Além disso, com o Decreto (BRASIL, 1997) fica evidenciado que, conforme Art. 6º o Ministério da Ciência,

Tecnologia, Inovações e Comunicações promoverá a implantação de infraestrutura e de serviços baseados em TIC destinadas ao desenvolvimento de cidades digitais e inteligentes, por meio das seguintes iniciativas:

- I. implantação da infraestrutura e dos serviços baseados em TIC prioritariamente em cidades com inexistência de redes de acesso de alta capacidade, com vistas à promoção da melhoria da qualidade, à oferta de novos serviços aos cidadãos e ao aumento da eficiência dos serviços públicos;
- II. conexão dos órgãos e dos equipamentos públicos locais entre si e com a internet, por meio de infraestrutura de rede de alta capacidade;
- III. estímulo de parcerias entre o Poder Público local e entidades privadas para promover a sustentabilidade das redes de infraestrutura e de serviços baseados em TIC;
- IV. oferta de pontos públicos de acesso à internet para uso livre e gratuito pela população;
- V. estímulo ao compartilhamento de dados de acesso público por meio das TIC e seu uso de forma colaborativa entre o Poder Público e a sociedade, na busca de soluções inovadoras para desafios locais; e

- VI. fomento ao desenvolvimento local por meio do estímulo à inovação e ao empreendedorismo social e digital, baseados no uso das TIC.

A **Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal** (BRASIL, 2016a) define regras para disponibilização de dados abertos governamentais no âmbito do Poder Executivo Federal. Ela é constituída por uma série de documentos normativos, de planejamento e de orientação. Os principais instrumentos que regulam a Política são o **Decreto 8.777, de 11 de maio de 2016** que institui a Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal, o **Decreto 9.903, de 08 de julho de 2019** que altera o **Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016**, para dispor sobre a gestão e os direitos de uso de dados abertos, e a Resolução nº 3 do Comitê Gestor da INDA (CGINDA) que aprova as normas sobre elaboração e publicação de Planos de Dados Abertos, conforme disposto no Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016. O órgão responsável pela gestão e monitoramento da Política é a Controladoria-Geral da União (CGU), por meio da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos.

Em conformidade com o art. 1º do **Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016** (BRASIL, 2016a) o objetivo da Política de Dados Abertos do Poder Executivo federal é:

- I. promover a publicação de dados contidos em bases de dados de órgãos e entidades da

administração pública federal direta, autárquica e fundacional sob a forma de dados abertos;

- II. aprimorar a cultura de transparência pública;
- III. franquear aos cidadãos o acesso, de forma aberta, aos dados produzidos ou acumulados pelo Poder Executivo federal, sobre os quais não recaia vedação expressa de acesso;
- IV. facilitar o intercâmbio de dados entre órgãos e entidades da administração pública federal e as diferentes esferas da federação;
- V. fomentar o controle social e o desenvolvimento de novas tecnologias destinadas à construção de ambiente de gestão pública participativa e democrática e à melhor oferta de serviços públicos para o cidadão;
- VI. fomentar a pesquisa científica de base empírica sobre a gestão pública;
- VII. promover o desenvolvimento tecnológico e a inovação nos setores público e privado e fomentar novos negócios;
- VIII. promover o compartilhamento de recursos de tecnologia da informação, de maneira a evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na disseminação de dados e informações; e

- IX. promover a oferta de serviços públicos digitais de forma integrada.

No Decreto fica instituído o Plano de Dados Abertos (PDA) que é um documento orientador para as ações de implementação e promoção de abertura de dados de cada órgão ou entidade da administração pública federal, obedecidos os padrões mínimos de qualidade, de forma a facilitar o entendimento e a reutilização das informações. A gestão da Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal, conforme Art. 5º, será coordenada pela Controladoria-Geral da União, por meio da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA). As diretrizes para a elaboração de um PDA podem ser acessadas no Manual para Elaboração de Planos de Dados Abertos (BRASIL, 2016a).

O monitoramento da Política é realizado por meio do **Painel de Monitoramento da Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal** com o objetivo de permitir que a população verifique se os órgãos da administração direta, autárquica e fundacional estão cumprindo as disposições da Política de Dados Abertos, a partir da análise dos seguintes aspectos:

1. Publicação do Plano de Dados Abertos (PDA) em conformidade com o Decreto 8.777, de 2016 e Resolução nº 3 da CGINDA;

2. Disponibilização das bases de dados no Portal Brasileiro de Dados Abertos, conforme previsto nos cronogramas dos Planos de Dados Abertos (PDAS) dos órgãos.

Considerando seus desdobramentos em âmbito estadual e municipal não são estabelecidas obrigações legais. Entretanto, o **Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016** (BRASIL, 2016a) traz informações importantes acerca das diretrizes da Política de Dados Abertos Poder Executivo Federal, conforme Art.3º, a saber:

- I. observância da publicidade das bases de dados como preceito geral e do sigilo como exceção;
- II. garantia de acesso irrestrito às bases de dados, as quais devem ser legíveis por máquina e estar disponíveis em formato aberto;
- III. descrição das bases de dados, com informação suficiente para a compreensão de eventuais ressalvas quanto à sua qualidade e integridade;
- IV. permissão irrestrita de reuso das bases de dados publicadas em formato aberto;
- V. completude e interoperabilidade das bases de dados, as quais devem ser disponibilizadas em sua forma primária, com o maior grau de granularidade possível, ou referenciar as bases

primárias, quando disponibilizadas de forma agregada;

- VI. atualização periódica, de forma a garantir a perenidade dos dados, a padronização de estruturas de informação e o valor dos dados à sociedade e atender às necessidades de seus usuários; e
- VII. designação clara de responsável pela publicação, atualização, evolução e manutenção de cada base de dado aberta, incluída a prestação de assistência quanto ao uso de dados.

O **Decreto 9.903, de 08 de julho de 2019** altera o Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016, que institui a Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal, para dispor sobre a gestão e os direitos de uso de dados abertos. O documento estabelece, conforme Art. 4º que os dados disponibilizados pelo Poder Executivo federal e as informações de transparência ativa são de livre utilização pelos Poderes Públicos e pela sociedade. No § 1º fica autorizada a utilização gratuita das bases de dados e das informações disponibilizadas nos termos do disposto no inciso XIII do caput do art. 7º da Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, e cujo detentor de direitos autorais patrimoniais seja a União, nos termos do disposto no art. 29 da referida Lei (BRASIL, 2016b).

Outro importante estabelecimento com vistas ao conceito de cidades inteligentes diz respeito ao **Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018** que institui o **Sistema Nacional para a Transformação Digital** e estabelece a estrutura de governança para a implantação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital. Este Decreto, visa à harmonização das iniciativas do Poder Executivo federal ligadas ao ambiente digital, com o objetivo de aproveitar o potencial das tecnologias digitais para promover o desenvolvimento econômico e social sustentável e inclusivo, com inovação, aumento de competitividade, de produtividade e dos níveis de emprego e renda no País (Art 1, § 1º, BRASIL, 2018b). Ainda o § 2º traz dois eixos temáticos, sendo I eixo habilitador e II eixos de transformação digital, assim como segue:

- I. Eixos habilitadores
 - a. infraestrutura e acesso às tecnologias de informação e comunicação: objetiva promover a ampliação do acesso da população à internet e às tecnologias digitais, com qualidade de serviço e economicidade;
 - b. pesquisa, desenvolvimento e inovação: objetiva estimular o desenvolvimento de novas tecnologias, com a ampliação da produção científica e tecnológica, e buscar soluções para desafios nacionais;

- c. confiança no ambiente digital: objetiva assegurar que o ambiente digital seja seguro, confiável, propício aos serviços e ao consumo, com respeito aos direitos dos cidadãos;
 - d. educação e capacitação profissional: objetiva promover a formação da sociedade para o mundo digital, com novos conhecimentos e tecnologias avançadas, e prepará-la para o trabalho do futuro; e
 - e. dimensão internacional: objetiva fortalecer a liderança brasileira nos fóruns globais relativos a temas digitais, estimular a competitividade e a presença das empresas brasileiras no exterior, e promover a integração regional em economia digital; e
- II. Eixos de transformação digital
- a. transformação digital da economia: objetiva estimular a informatização, o dinamismo, a produtividade e a competitividade da economia brasileira, de forma a acompanhar a economia mundial; e
 - b. cidadania e transformação digital do Governo: tornar o Governo federal mais acessível à população e mais eficiente em prover serviços ao cidadão, em consonância com a Estratégia de Governo Digital. (Redação dada pelo Decreto nº 10.332, de 2020).

Da mesma forma que o **Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016** (BRASIL, 2016a), o **Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018** (BRASIL, 2018b) não estabelece regramento para estados e municípios. No entanto, no mesmo Decreto fica entendido que o propósito da transformação digital no governo é torná-lo mais dinâmico e próximo da população, de forma a utilizar as tecnologias digitais para catalisar forças sociais e dinâmicas produtivas, para benefício da sociedade. O Estado deve se inserir de maneira eficaz no ambiente digital, com atendimento eficiente ao cidadão, integração de serviços e políticas públicas e transparência. Além disso, conforme Art. 4º fica criado o Comitê Interministerial para a Transformação Digital – CITDigital, ao qual compete a articulação com instâncias similares de outros países, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Assim, é recomendável que municípios e estados iniciem movimentos em prol da abertura de dados para a sociedade, pois facilitará o monitoramento da eficiência urbana.

A **Política Nacional de Segurança da Informação** (BRASIL, 2018c), conforme **Decreto nº 9.637, de 26 de dezembro de 2018** tem como objetivo:

- l. contribuir para a segurança do indivíduo, da sociedade e do Estado, por meio da orientação das ações de segurança da informação, observados os direitos e as garantias fundamentais;

- II. fomentar as atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de inovação relacionadas à segurança da informação;
- III. aprimorar continuamente o arcabouço legal e normativo relacionado à segurança da informação;
- IV. fomentar a formação e a qualificação dos recursos humanos necessários à área de segurança da informação;
- V. fortalecer a cultura da segurança da informação na sociedade;
- VI. orientar ações relacionadas a:
 - a. segurança dos dados custodiados por entidades públicas;
 - b. segurança da informação das infraestruturas críticas;
 - c. proteção das informações das pessoas físicas que possam ter sua segurança ou a segurança das suas atividades afetada, observada a legislação específica; e
 - d. tratamento das informações com restrição de acesso; e

- VII. contribuir para a preservação da memória cultural brasileira.

Neste Decreto, fica definido no Art. 5º que os instrumentos da Política Nacional de Segurança da Informação são: I – a Estratégia Nacional de Segurança da Informação; e II – os planos nacionais.

A **Portaria nº 23, de 4 de abril de 2019** dispõe sobre diretrizes, competências e condições para adesão à **Rede Nacional de Governo Digital** (BRASIL, 2019a). O Art. 1º indica que os entes federados poderão aderir à Rede Nacional de Governo Digital – Rede Gov.Br, de natureza colaborativa, com a finalidade de promover a colaboração, o intercâmbio, a articulação e a criação de iniciativas inovadoras relacionadas à temática de Governo Digital no setor público. Conforme § 1º a adesão de que trata o caput dar-se-á mediante assinatura de Termo de Adesão pela autoridade máxima competente do Poder Executivo em nível estadual, distrital ou municipal, conforme modelo disposto no Anexo a esta Portaria. Assim, § 2º As atividades específicas de atuação de cada ente federado na Rede Gov.Br poderão ser estabelecidas mediante plano de trabalho, quando couber (BRASIL, 2019a).

O **Decreto nº 9.756, de 11 de abril de 2019** institui o **portal único “gov.br”** e dispõe sobre as regras de unificação dos canais digitais do Governo federal. Com o Art. 1 fica instituído o portal único “gov.br”, no

âmbito dos órgãos e das entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional do Poder Executivo federal, por meio do qual informações institucionais, notícias e serviços públicos prestados pelo Governo federal serão disponibilizados de maneira centralizada. Para fins deste Decreto, consideram-se canais digitais os portais na internet e os aplicativos móveis que contenham informações institucionais, notícias ou prestação de serviços do Governo federal (Art. 2). Assim, haverá migração de conteúdo dos portais da administração pública federal para o portal único sob domínio gov.br (BRASIL, 2019b).

A **Portaria nº 39, de 9 de julho de 2019** dispõe sobre os procedimentos para **unificação dos canais digitais** e define regras para procedimento de registro de endereços e sítios eletrônicos na internet e de aplicativos móveis do Governo Federal (BRASIL, 2019c). Conforme Art. 3º o portal único “gov.br”, instituído pelo Decreto nº 9.756, de 2019, tem como objetivos:

- I. centralizar em uma única plataforma o acesso a informações institucionais, notícias e serviços públicos prestados pelo Governo Federal;
- II. entregar aos usuários de serviços públicos uma experiência simplificada, padronizada e única ao acessarem informações ou serviços dos canais digitais do Governo Federal; e

- III. otimizar os recursos de infraestrutura e a manutenção dos canais digitais com foco na eficiência e economicidade dos gastos públicos.

Ainda em 2019, foi instituído por meio do **Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019** o **Plano Nacional de Internet das Coisas** e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (BRASIL, 2019e). Conforme Art. 3º são objetivos do Plano Nacional de Internet das Coisas:

- I. melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços, por meio da implementação de soluções de IoT;
- II. promover a capacitação profissional relacionada ao desenvolvimento de aplicações de IoT e a geração de empregos na economia digital;
- III. incrementar a produtividade e fomentar a competitividade das empresas brasileiras desenvolvedoras de IoT, por meio da promoção de um ecossistema de inovação neste setor;
- IV. buscar parcerias com os setores público e privado para a implementação da IoT; e

- V. aumentar a integração do País no cenário internacional, por meio da participação em fóruns de padronização, da cooperação internacional em pesquisa, desenvolvimento e inovação e da internacionalização de soluções de IoT desenvolvidas no País.

Em conformidade com o Art. 4º o ato do Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações indicará os ambientes priorizados para aplicações de soluções de IoT e incluirá, no mínimo, os ambientes de saúde, de cidades, de indústrias e rural. Assim, fica evidente que as cidades são foco do Plano Nacional de Cidades. Mais que isso, no Art. 5º ficam estabelecidos os seguintes temas que integrarão plano de ação destinado a identificar soluções para viabilizar o Plano Nacional de Internet das Coisas: I – ciência, tecnologia e inovação; II – inserção internacional; III – educação e capacitação profissional; IV – infraestrutura de conectividade e interoperabilidade; V – regulação, segurança e privacidade; e VI – viabilidade econômica. Assim, considerando as dimensões das cidades inteligentes observa-se que a economia, educação, segurança e a camada de tecnologia estão diretamente em evidência para a IoT (BRASIL, 2019e).

O **Decreto nº 10.046, de 9 de outubro de 2019** dispõe sobre a governança no compartilhamento de dados no âmbito da administração pública federal e institui o **Cadastro Base do Cidadão** e o Comitê

Central de Governança de Dados (BRASIL, 2019d). O Decreto estabelece as normas e as diretrizes para o compartilhamento de dados entre os órgãos e as entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional e os demais Poderes da União, com a finalidade de:

- I. simplificar a oferta de serviços públicos;
- II. orientar e otimizar a formulação, a implementação, a avaliação e o monitoramento de políticas públicas;
- III. possibilitar a análise das condições de acesso e manutenção de benefícios sociais e fiscais;
- IV. promover a melhoria da qualidade e da fidedignidade dos dados custodiados pela administração pública federal; e
- V. aumentar a qualidade e a eficiência das operações internas da administração pública federal.

Além disso, no mesmo Decreto fica instituído, conforme o Art. 16 o Cadastro Base do Cidadão. O Cadastro Base do Cidadão será composto pela base integradora e pelos componentes de interoperabilidade necessários ao intercâmbio de dados dessa base com as bases temáticas, e servirá como base de referência de

informações sobre cidadãos para os órgãos e entidades do Poder Executivo federal (BRASIL, 2019d). Conforme Art. 16, o Cadastro Base do Cidadão tem a finalidade de:

- I. aprimorar a gestão de políticas públicas;
- II. aumentar a confiabilidade dos cadastros de cidadãos existentes na administração pública, por meio de mecanismos de manutenção da integridade das bases de dados para torná-las qualificadas e consistentes;
- III. viabilizar a criação de meio unificado de identificação do cidadão para a prestação de serviços públicos;
- IV. disponibilizar uma interface unificada de atualização cadastral, suportada por soluções tecnológicas interoperáveis das entidades e órgãos públicos participantes do cadastro;
- V. facilitar o compartilhamento de dados cadastrais do cidadão entre os órgãos da administração pública; e
- VI. realizar o cruzamento de informações das bases de dados cadastrais oficiais a partir do número de inscrição do cidadão no CPF.

O **Decreto nº 10.160, de 9 de dezembro de 2019** institui a **Política Nacional de Governo Aberto** e o Comitê Interministerial de Governo Aberto, no âmbito do Poder Executivo federal, que será operacionalizada por meio de planos de ação constituídos por iniciativas, ações, projetos, programas e políticas públicas que ampliem a transparência, o acesso à informação, a melhoria na prestação de serviços públicos e o fortalecimento da integridade (BRASIL, 2019g). As diretrizes da Política Nacional de Governo Aberto, conforme Art. 2º, visa:

- I. aumento da disponibilidade de informações sobre as atividades governamentais, incluídos os dados sobre os gastos e o desempenho das ações e dos programas do Governo federal;
- II. fomento à participação social nos processos decisórios;
- III. estímulo ao uso de novas tecnologias que fomentem a inovação, o fortalecimento da governança pública e o aumento da transparência e da participação social na gestão e na prestação de serviços públicos; e
- IV. aumento dos processos de transparência, de acesso a informação e da utilização de tecnologias que subsidiem esses processos.

Os planos de ação nacionais sobre governo aberto contemplarão iniciativas, ações, projetos, programas e políticas públicas destinadas (Art. 3º):

- I. ao aumento da transparência;
- II. ao aprimoramento da governança pública;
- III. ao acesso às informações públicas;
 - à prevenção e ao combate à corrupção;
- IV. à melhoria da prestação de serviços públicos;
- V. à eficiência administrativa; e
- VI. ao fortalecimento da integridade pública.

Da mesma forma que os decretos anteriores, **Decreto nº 10.160, de 9 de dezembro de 2019** não menciona ações aos estados e municípios. Entretanto, em conformidade com os benefícios de tal Decreto para o conceito de cidades inteligentes indica-se que os municípios tenham preparação para atuar com práticas de governo aberto.

A **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)** – Redação dada pela **Lei nº 13.853, de 2019**, que altera a

Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018, dispõe em seu Art. 1º sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural. Diferentemente das demais legislações a LGPD indica que as normas gerais contidas na Lei são de interesse nacional e devem ser observadas pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios (BRASIL, 2019f). Desta forma, a disciplina da proteção de dados pessoais tem como fundamentos, conforme Art. 2º:

- I. o respeito à privacidade;
- II. a autodeterminação informativa;
- III. a liberdade de expressão, de informação, de comunicação e de opinião;
- IV. a inviolabilidade da intimidade, da honra e da imagem;
- V. o desenvolvimento econômico e tecnológico e a inovação;
- VI. a livre iniciativa, a livre concorrência e a defesa do consumidor; e

VII. os direitos humanos, o livre desenvolvimento da personalidade, a dignidade e o exercício da cidadania pelas pessoas naturais.

A LGPD segue os princípios de finalidade, adequação, necessidade, livre acesso, qualidade dos dados, transparência, segurança, prevenção e não discriminação (BRASIL, 2019f). O Art. 6º explica esses princípios:

- I. finalidade: realização do tratamento para propósitos legítimos, específicos, explícitos e informados ao titular, sem possibilidade de tratamento posterior de forma incompatível com essas finalidades;
- II. adequação: compatibilidade do tratamento com as finalidades informadas ao titular, de acordo com o contexto do tratamento;
- III. necessidade: limitação do tratamento ao mínimo necessário para a realização de suas finalidades, com abrangência dos dados pertinentes, proporcionais e não excessivos em relação às finalidades do tratamento de dados;
- IV. livre acesso: garantia, aos titulares, de consulta facilitada e gratuita sobre a forma e a duração do tratamento, bem como sobre a integralidade de seus dados pessoais;

V. qualidade dos dados: garantia, aos titulares, de exatidão, clareza, relevância e atualização dos dados, de acordo com a necessidade e para o cumprimento da finalidade de seu tratamento;

VI. transparência: garantia, aos titulares, de informações claras, precisas e facilmente acessíveis sobre a realização do tratamento e os respectivos agentes de tratamento, observados os segredos comercial e industrial;

VII. segurança: utilização de medidas técnicas e administrativas aptas a proteger os dados pessoais de acessos não autorizados e de situações acidentais ou ilícitas de destruição, perda, alteração, comunicação ou difusão;

VIII. prevenção: adoção de medidas para prevenir a ocorrência de danos em virtude do tratamento de dados pessoais;

IX. não discriminação: impossibilidade de realização do tratamento para fins discriminatórios ilícitos ou abusivos;

X. responsabilização e prestação de contas: demonstração, pelo agente, da adoção de medidas eficazes e capazes de comprovar a observância e o cumprimento das normas de proteção de dados pessoais e, inclusive, da eficácia dessas medidas.

Assim, cabe ao controlador e ao operador do tratamento dos dados estar em conformidade com a legislação vigente quando da disponibilidade de serviços ao cidadão ou ainda quando da interação com o titular dos dados (BRASIL, 2019f).

O **Decreto nº 10.278, de 18 de março de 2020** regulamenta o disposto no inciso X do caput do art. 3º da Lei nº 13.874, de 20 de setembro de 2019, e no art. 2º-A da Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, para estabelecer a técnica e os requisitos para a digitalização de documentos públicos ou privados, a fim de que os documentos digitalizados produzam os mesmos efeitos legais dos documentos originais (BRASIL, 2020a). Aplica-se, conforme Art. 2º, o disposto neste Decreto aos documentos físicos digitalizados que sejam produzidos:

- I. por pessoas jurídicas de direito público interno, ainda que envolva relações com particulares; e
- II. por pessoas jurídicas de direito privado ou por pessoas naturais para comprovação perante:
 - a. pessoas jurídicas de direito público interno; ou
 - b. outras pessoas jurídicas de direito privado ou outras pessoas naturais.

O **Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020** institui a **Estratégia de Governo Digital** para o período

de 2020 a 2022, no âmbito dos órgãos e das entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências (BRASIL, 2020b). Para a consecução dos objetivos estabelecidos na Estratégia de Governo Digital, os órgãos e as entidades elaborarão os seguintes instrumentos de planejamento (Art. 3º):

- I. Plano de Transformação Digital, que conterá, no mínimo, as ações de:
 - a. transformação digital de serviços;
 - b. unificação de canais digitais; e
 - c. interoperabilidade de sistemas;
- II. Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação; e
- III. Plano de Dados Abertos, nos termos do disposto no Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016.

Mais recentemente, a Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021 estabelece os princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública e altera a Lei nº 7.116, de 29 de agosto de 1983, a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (Lei de Acesso à Informação), a Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, e a Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017 (BRASIL, 2021a).

Conforme Art. 3º da Lei são princípios e diretrizes do Governo Digital e da eficiência pública:

- I. a desburocratização, a modernização, o fortalecimento e a simplificação da relação do poder público com a sociedade, mediante serviços digitais, acessíveis inclusive por dispositivos móveis;
- II. a disponibilização em plataforma única do acesso às informações e aos serviços públicos, observadas as restrições legalmente previstas e sem prejuízo, quando indispensável, da prestação de caráter presencial;
- III. a possibilidade aos cidadãos, às pessoas jurídicas e aos outros entes públicos de demandar e de acessar serviços públicos por meio digital, sem necessidade de solicitação presencial;
- IV. a transparência na execução dos serviços públicos e o monitoramento da qualidade desses serviços;
- V. o incentivo à participação social no controle e na fiscalização da administração pública;
- VI. o dever do gestor público de prestar contas diretamente à população sobre a gestão dos recursos públicos;
- VII. o uso de linguagem clara e compreensível a qualquer cidadão;
- VIII. o uso da tecnologia para otimizar processos de trabalho da administração pública;
- IX. a atuação integrada entre os órgãos e as entidades envolvidos na prestação e no controle dos serviços públicos, com o compartilhamento de dados pessoais em ambiente seguro quando for indispensável para a prestação do serviço, nos termos da Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais), e, quando couber, com a transferência de sigilo, nos termos do art. 198 da Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 (Código Tributário Nacional), e da Lei Complementar nº 105, de 10 de janeiro de 2001;
- X. a simplificação dos procedimentos de solicitação, oferta e acompanhamento dos serviços públicos, com foco na universalização do acesso e no autosserviço;
- XI. a eliminação de formalidades e de exigências cujo custo econômico ou social seja superior ao risco envolvido;
- XII. a imposição imediata e de uma única vez ao interessado das exigências necessárias à prestação dos serviços públicos, justificada

exigência posterior apenas em caso de dúvida superveniente;

XIII. a vedação de exigência de prova de fato já comprovado pela apresentação de documento ou de informação válida;

XIV. a interoperabilidade de sistemas e a promoção de dados abertos;

XV. a presunção de boa-fé do usuário dos serviços públicos;

XVI. a permanência da possibilidade de atendimento presencial, de acordo com as características, a relevância e o público-alvo do serviço;

XVII. a proteção de dados pessoais, nos termos da Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais);

XVIII. o cumprimento de compromissos e de padrões de qualidade divulgados na Carta de Serviços ao Usuário;

XIV. a acessibilidade da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, nos termos da Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 (Estatuto da Pessoa com Deficiência);

XV. o estímulo a ações educativas para qualificação dos servidores públicos para o uso das tecnologias digitais e para a inclusão digital da população;

XVI. o apoio técnico aos entes federados para implantação e adoção de estratégias que visem à transformação digital da administração pública;

XVII. o estímulo ao uso das assinaturas eletrônicas nas interações e nas comunicações entre órgãos públicos e entre estes e os cidadãos;

XVIII. a implantação do governo como plataforma e a promoção do uso de dados, preferencialmente anonimizados, por pessoas físicas e jurídicas de diferentes setores da sociedade, resguardado o disposto nos arts. 7º e 11 da Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais), com vistas, especialmente, à formulação de políticas públicas, de pesquisas científicas, de geração de negócios e de controle social;

XIX. o tratamento adequado a idosos, nos termos da Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003 (Estatuto do Idoso);

XX. a adoção preferencial, no uso da internet e de suas aplicações, de tecnologias, de padrões e de formatos abertos e livres, conforme disposto no inciso V do caput do art. 24 e no art. 25 da Lei

nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet); e

XXI. a promoção do desenvolvimento tecnológico e da inovação no setor público.

Conforme Portaria GM nº 4.617, de 06 de abril de 2021 fica estabelecida a Estratégia brasileira de inteligência artificial e seus eixos temáticos (BRASIL, 2021b).. A finalidade desta portaria, conforme seu Art. 1º é:

- I. nortear as ações do Estado brasileiro em prol do fortalecimento da pesquisa, desenvolvimento e inovações de soluções em Inteligência Artificial, bem como, seu uso consciente, ético para um futuro melhor; e
- II. garantir a inovação no ambiente produtivo e social na área de Inteligência Artificial, capaz de enfrentar os desafios associados ao desenvolvimento do País, nos termos do disposto na Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004.

A Lei Complementar nº 182 de 01 de junho de 2021 (BRASIL, 2021c), institui o marco legal das startups e do empreendedorismo inovador; e altera a Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006 que:

- I. estabelece os princípios e as diretrizes para a atuação da administração pública no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
- II. apresenta medidas de fomento ao ambiente de negócios e ao aumento da oferta de capital para investimento em empreendedorismo inovador; e
- III. disciplina a licitação e a contratação de soluções inovadoras pela administração pública.

Esta Lei é pautada, conforme Art. 3º (BRASIL, 2021c), pelos seguintes princípios e diretrizes:

- I. reconhecimento do empreendedorismo inovador como vetor de desenvolvimento econômico, social e ambiental;
- II. incentivo à constituição de ambientes favoráveis ao empreendedorismo inovador, com valorização da segurança jurídica e da liberdade contratual como premissas para a promoção do investimento e do aumento da oferta de capital direcionado a iniciativas inovadoras;
- III. importância das empresas como agentes centrais do impulso inovador em contexto de livre mercado;

- IV. modernização do ambiente de negócios brasileiro, à luz dos modelos de negócios emergentes;
- V. fomento ao empreendedorismo inovador como meio de promoção da produtividade e da competitividade da economia brasileira e de geração de postos de trabalho qualificados;
- VI. aperfeiçoamento das políticas públicas e dos instrumentos de fomento ao empreendedorismo inovador;
- VII. promoção da cooperação e da interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas, como relações fundamentais para a conformação de ecossistema de empreendedorismo inovador efetivo;
- VIII. incentivo à contratação, pela administração pública, de soluções inovadoras elaboradas ou desenvolvidas por startups, reconhecidos o papel do Estado no fomento à inovação e as potenciais oportunidades de economicidade, de benefício e de solução de problemas públicos com soluções inovadoras; e
- IX. promoção da competitividade das empresas brasileiras e da internacionalização e da atração de investimentos estrangeiros.

Um dos avanços que cabem ser ressaltados, especialmente com vistas à eficiência urbana, diz respeito ao Capítulo V que estabelece os Programas de Ambiente Regulatório Experimental (sandbox regulatório). Assim, conforme Art. 11 os órgãos e as entidades da administração pública com competência de regulamentação setorial poderão, individualmente ou em colaboração, no âmbito de programas de ambiente regulatório experimental (sandbox regulatório), afastar a incidência de normas sob sua competência em relação à entidade regulada ou aos grupos de entidades reguladas (BRASIL, 2021c).

Conforme Art. 2º, para os efeitos desta Lei Complementar (Lei Complementar nº 182 de 01 de junho de 2021), considera-se :II – ambiente regulatório experimental (sandbox regulatório): conjunto de condições especiais simplificadas para que as pessoas jurídicas participantes possam receber autorização temporária dos órgãos ou das entidades com competência de regulamentação setorial para desenvolver modelos de negócios inovadores e testar técnicas e tecnologias experimentais, mediante o cumprimento de critérios e de limites previamente estabelecidos pelo órgão ou entidade reguladora e por meio de procedimento facilitado (BRASIL, 2021c).

O órgão ou a entidade da administração pública com competência de regulamentação setorial, conforme legislação (BRASIL, 2021c), deverá dispor sobre o funcionamento do programa de ambiente regulatório experimental e estabelecerá:

- I. os critérios para seleção ou para qualificação do regulado;
- II. a duração e o alcance da suspensão da incidência das normas; e
- III. as normas abrangidas.

Importante destacar que nesta legislação também são estabelecidas as formas de contratações de soluções inovadoras pelo estado (Capítulo VI; BRASIL, 2021c).

Assim, em âmbito federal se observam diversos dispositivos que fomentam a transparência e a transformação digital. Porém, poucas são as diretivas estabelecidas para estados e municípios, o que de um lado dá liberdade para a atuação nos estados e municípios e, por outro, baliza as ações com vistas a digitalização, abertura de dados e uso de tecnologias, como a IoT.

O World Cities Report 2020 (2020) relata um crescente reconhecimento de que, embora as cidades possam servir como plataformas de inovação, criatividade e conhecimento geração, os governos municipais também podem ser inovadores aproveitando e, em alguns casos, criando, novas tecnologias, bem como o desenvolvimento inovações legais e institucionais para melhorar e transformar o governo, seus processos e a entrega de serviço. Porém, deve-se ter atenção para que o ritmo imposto pelas mudanças não ultrapasse a capacidade dos sistemas regulatórios e capacidades municipais em gerir os riscos associados às novas tecnologias.

9

REFLEXÕES FINAIS PARA ENTENDER A TECNOLOGIA, O CIDADÃO E A INTELIGÊNCIA DAS CIDADES



9 REFLEXÕES FINAIS PARA ENTENDER A TECNOLOGIA, O CIDADÃO E A INTELIGÊNCIA DAS CIDADES

Os cidadãos são o maior recurso de uma cidade (WORLD CITIES REPORT 2020, 2020).

O conceito de adoção de tecnologia para garantir um estilo de vida fácil e eficiente não é novo. Desde tempos a humanidade vem integrando tecnologia nos processos diários para atingir algum nível de automação e tomar decisão (AHAD, et al., 2020). Para uma cidade se transformar em cidade inteligente, a tecnologia (principalmente as tecnologias de TIC) desempenha um papel importante (NAM; PARDO, 2011; JOSHI et al., 2016; NICOLAS; KIM; CHI, 2019; ŠIURYTĖ; DAVIDAVIČIENĖ, 2016). O World Cities Report 2020 (2020) indica que aproveitando essas tecnologias de forma adequada é uma maneira de fazer a cidade inteligente em termos de ser mais eficiente, ágil e capaz de fornecer melhores e novos serviços essenciais.

Entretanto, é visto em muitos estudos que o real sucesso das cidades inteligentes depende da qualidade de serviços ao cidadão (WALRAVENS, 2012; FIETKIEWICZ; MAINKA; STOCK, 2017; CLEDOU; ESTEVEZ; SOARES

BARBOSA, 2018). Por outro lado, Letafaia (2015) considera que os principais problemas que impedem a transformação são um foco na tecnologia em vez da prestação de serviços, um curto prazo para a proposição e a visão pouco clara do futuro. O autor ainda cita a falta de liderança política e coordenação e a falta de um plano claro.

Ismagilova et al. (2019) chamam a atenção para o cidadão e suas interações como sendo importantes na eficácia operacional das cidades inteligentes. Na visão de Sánchez-Corcuera et al. (2019) a cidade deve interagir com os seus cidadãos por meio de interfaces digitais, permitindo um acesso instantâneo à informação necessária, em vez de utilizar soluções tradicionais. Šiurytė e Davidavičienė (2016) consideram que a verdadeira inteligência da cidade é a habilidade para atender às necessidades de seus cidadãos. Tecnologias devem, em primeiro lugar, servir as pessoas para que possam transmitir suas necessidades e expectativas. Saint (2014) indica que para tornar as cidades realmente inteligentes para o futuro, é preciso ter certeza de que a tecnologia é usada para entregar o que as pessoas desejam e necessitam, agregando valor real à forma como a vida é vivida nas cidades.

Dentro do contexto de cidades, há uma dependência da criação de serviços que irão avançar e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, mas isso depende na verdade do nível de adoção dos serviços inteligentes. Alguns dos fatores que levam a inteligência são indicados como a facilidade de uso percebida, o valor percebido e eficiência percebida (BELANCHE-GRACIA; CASALÓ-ARIÑO; PÉREZ-RUEDA, 2015; CHATTERJEE; KAR; GUPTA, 2018; CHONG et al., 2018; EL-HADDADDEH et al., 2018). Yeh (2017) ainda indica que o serviço de cidade inteligente baseado em TIC deve se concentrar na qualidade do serviço, nos conceitos de inovação e na proteção da privacidade dos usuários. Da mesma forma, o World Cities Report 2020 (2020) indica que as cidades precisam facilitar a inovação e a tecnologia de baixo para cima (*bottom up*) para que seja possível beneficiar residentes e resolver problemas urgentes, protegendo privacidade e dados do cidadão.

As cidades devem ser pensadas para os cidadãos e não podem usar a tecnologia como fim. As tecnologias são meios para que os cidadãos possam ter uma melhor qualidade de vida e devem estar interligando as dimensões da cidade para fornecer ao cidadão uma melhor experiência de uso dos serviços e infraestrutura municipais. Esta experiência apresenta algumas barreiras que, dentre elas, pode ser citado o próprio uso das tecnologias pelo cidadão. O World Cities Report 2020 (2020) considera que as fronteiras tecnológicas

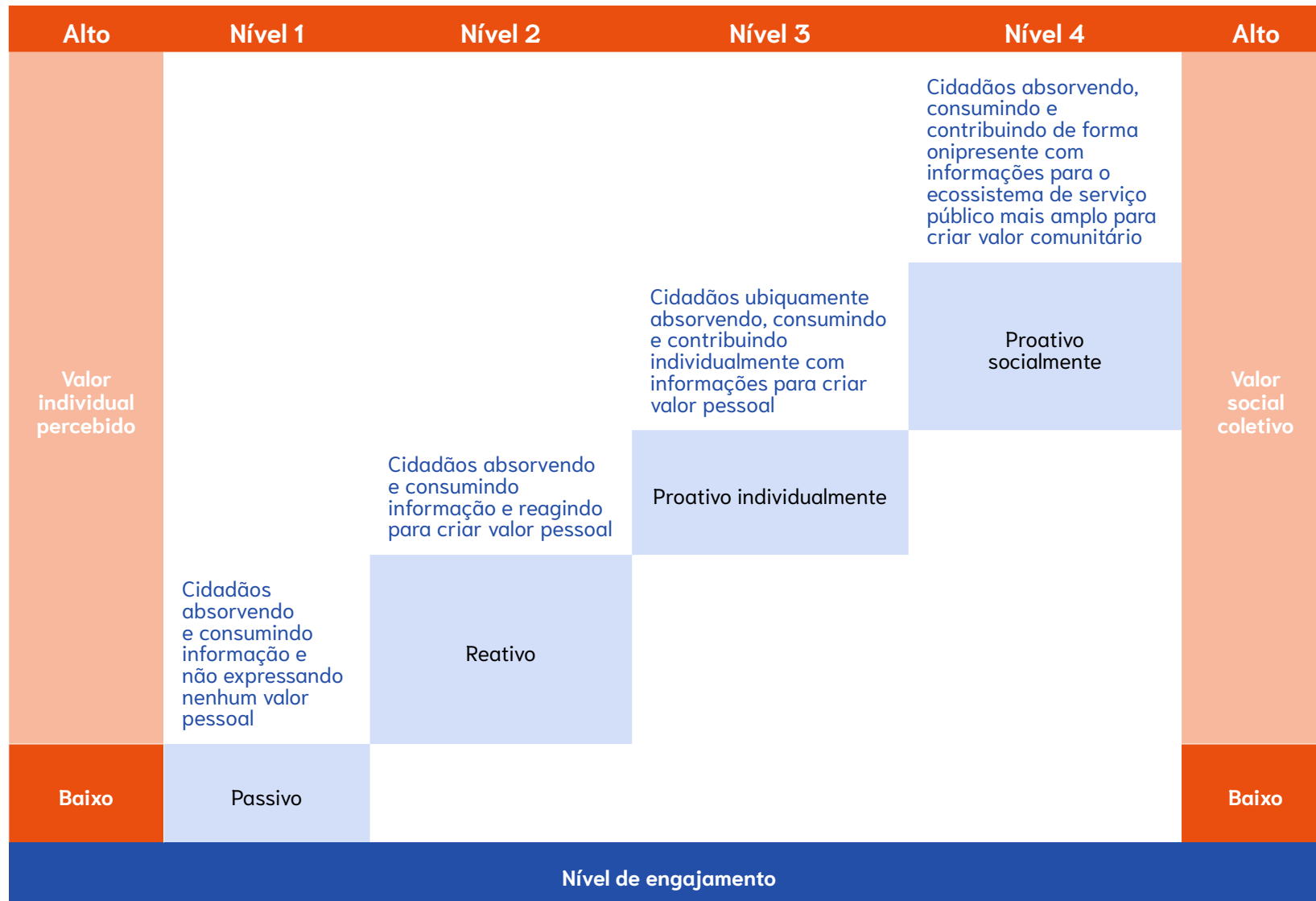
são apenas um dos domínios em que as cidades estão empreendendo batalhas pelo desenvolvimento humano sustentável com impactos muito além de seus limites.

Os serviços e aplicativos devem ser combinados para aprimorar e enriquecer o ambiente e fornecer serviços personalizados (HÅKANSSON, 2018). Autores como El-Haddadeh et al. (2018) consideram que a personalização de tecnologias inovadoras desempenha um papel fundamental em estimular o envolvimento dos usuários. O empoderamento (sentimento de competência ao usar com sucesso um serviço), a utilidade percebida e a privacidade podem influenciar o valor percebido pelos cidadãos em relação às intenções de uso. Atzori, Iera e Morabito (2010) e Hsu e Lin (2016) enfatizam a importância da percepção dos benefícios pelos usuários, incluindo a utilidade de como as tecnologias, especialmente a internet das coisas, podem contribuir positivamente no sentido de melhorar a qualidade de vida. Kummitha (2020) ainda considera que o envolvimento do cidadão é essencial para tornar as cidades verdadeiramente sustentáveis e habitáveis. Kopackova e Komarkova (2020) apresentam informações interessantes sobre o envolvimento do cidadão. Os achados dos autores evidenciam que o cidadão está disposto a contribuir com as questões de infraestrutura pública, mas apenas com a condição de que seja rápido e direto e, além disso, que eles possam ver os resultados de seu esforço, ou seja, o reparo do problema relatado.

O estudo de Šiurytė e Davidavičienė (2016) apresentou resultados que dizem respeito a interação entre cidadãos inteligentes e TICs na cidade. Segundo os dados dos autores esta depende fortemente de fatores institucionais: governança, política e regulamentos.

El-Haddadeh et al. (2018) apresentam um modelo de maturidade do envolvimento dos cidadãos com os serviços públicos. Os autores consideraram quatro níveis, sendo passivos, reativos, proativos com valor individual e proativos com valor social coletivo. O modelo mostra que o valor social coletivo começará a aumentar apenas quando o nível de engajamento passar do chamado consumo passivo para fins individuais para um engajamento mais ubíquo que cria valor para a comunidade em geral (Figura 7). Estas questões são relevantes de serem consideradas principalmente pelo fato evidenciado por Kummitha (2020) que indica que os usuários, em diferentes cidades, podem usar as tecnologias com base em sua própria percepção, ao invés de como os desenvolvedores pretendiam, deixando assim de usá-las para o melhor efeito. Segundo o mesmo autor, é pela incompatibilidade resultante entre o desenvolvimento e a adoção de tecnologia que muitas tecnologias de cidades inteligentes se mostram ineficazes.

Figura 7: Modelo de maturidade do envolvimento dos cidadãos com os serviços públicos.



Fonte: El-Haddadeh et al. (2018).

O papel da tecnologia também é importante na redução das desigualdades sociais principalmente, como indicam Marchetti, Oliveira e Figueira (2019), nas cidades latino-americanas, mas deve ser visto com parcimônia. Vanolo (2016) chama a atenção para a possibilidade de exclusão de pessoas quando da abordagem das cidades inteligentes. O World Cities Report 2020 conclui que os problemas de exclusão digital no acesso aos benefícios de novas tecnologias persistem nas cidades inteligentes, potencialmente aprofundando desigualdades.

Vanolo (2016) também considera, conforme indicam Harvey (2000) e Davis (2010), que se deve estar atento para que a visão urbana não seja cada vez mais reduzida a única visão centrada na tecnologia da cidade do futuro, e que isso de alguma forma restrinja o horizonte de quaisquer abordagens de planejamento imaginativas possíveis, bem como limite a criação de soluções alternativas para os problemas de hoje e de amanhã.

Considerar a diversidade de conhecimento e acesso às tecnologias é tópico relevante para atuar nos desafios das cidades inteligentes e sustentáveis. Inevitavelmente, as cidades inteligentes devem satisfazer todos os possíveis cenários a fim de se adaptar e otimizar o ambiente e seus recursos às demandas dos

cidadãos (PELLICER, et al., 2013). Porém, Den Busse e Kolk (2019) evidenciam que as empresas fornecedoras de tecnologias localizam suas atividades em cidades globais para desenvolver capacidades inteligentes ainda muito específicas. Outro ponto relevante diz respeito à própria aceitação das tecnologias que pode ser desigual por diferentes grupos de idade, portanto, eles podem precisar de diferentes estratégias de informação e motivação (ŠIURYTĖ; DAVIDAVIČIENĖ, 2016).

Em geral, existem fatores que contribuem para a adaptação e ao impacto de uma tecnologia na sociedade. Naisbitt (1982) argumenta que a tecnologia requer alto contato para causar um impacto. Sempre que uma nova tecnologia é introduzida, deve haver uma resposta humana contrabalançada para que a tecnologia seja aceita e bem utilizada pela comunidade. Para Yeh (2017) uma vez que os cidadãos são os utilizadores dos serviços, é de vital importância que as suas ideias e perspectivas sejam tidas em consideração durante o planejamento e gestão desses serviços. Por outro lado, Naisbitt (1982) considera que os formuladores de políticas também devem considerar a aceitação dessas tecnologias por seus cidadãos e dentro do macroambiente em seus países. Neste sentido, incluir as pessoas envolvidas no processo de resolução dos problemas urbanos é estratégico, tanto pelo aspecto de melhorar a compreensão sobre as

dores existentes e trabalhos a serem realizados com o uso de alguma tecnologia, quanto pela perspectiva do aumento de inclusão e engajamento cívico das pessoas ao se verem como protagonistas nas melhorias em suas cidades (NAISBITT, 1982). A aceitação e o uso de serviços de cidade inteligente baseados em TIC pelos cidadãos podem ser influenciados por seus grupos sociais (YEH, 2017). Além disso, o estudo de Casakin, Hernández e Ruiz (2015) demonstra que o impacto do envolvimento dos cidadãos nos comportamentos relacionados à cidade varia de acordo com o ambiente em que vivem.

Condições ambientais juntamente com culturais e aspectos educacionais podem influenciar e modificar inteiramente os resultados (MARCHETTI; OLIVEIRA; FIGUEIRA, 2019). Sant’Anna (2017) considera que o *ethos* das cidades inteligentes vai além da introdução de objetos conectados à internet para aumentar a capacidade de monitoramento (e vigilância) do espaço urbano. Há uma transformação sem precedentes na dinâmica social, alterando drasticamente a interação do cidadão com os serviços públicos diversos.

Soluções devem ser customizadas para atender as particularidades da região onde são aplicadas. A visão do todo da cidade é importante, conforme apontam Petroló, Loscr e Mitto (2014). Chen (2013) acrescenta que a tecnologia deve fazer a cidade e a

sociedade um lugar saudável e feliz para que as pessoas possam viver, aprender e crescer. Assim, mesmo que a aplicação da tecnologia torne o dia a dia mais fácil e ajude a harmonizar as desigualdades dentro de uma cidade, ainda haverá problemas que não podem ser resolvidos simplesmente com a implementação de tecnologia (HOORNWEG, 2011; HILL, 2013). Porém, quando a mesma for utilizada não pode ser fator excludente do cidadão. Além disso, na visão de Nicolas, Kim e Chi (2020) iniciativas inteligentes não envolvem apenas mudanças tecnológicas, mas também investimentos em capital humano e mudanças nas práticas e condições de vida urbana. As tecnologias são, desta forma, complementares ao capital e organizacional e cujo uso é moldado por escolhas políticas e pelo ecossistema urbano dos cidadãos.

Por outro lado, Silva, Leite e Pinheiro (2016) afirmam que para tornar uma cidade inteligente é preciso saber extrair todo o potencial tecnológico como estratégia para gerenciar os problemas decorrentes do crescimento populacional e da rápida urbanização, possibilitando a integração de pessoas, de instituições públicas e privadas. Para isso, é preciso compreender a fundo os problemas urbanos e procurar conhecer os anseios e desejos das pessoas envolvidas direta e indiretamente nos mesmos.

Na implementação de uma cidade inteligente, tanto a infraestrutura de TIC quanto a infraestrutura material da cidade são relevantes. Cada infraestrutura irá potencialmente encontrar suas barreiras. Quanto à infraestrutura de TIC, um dos desafios para a cidade inteligente se associa à estrutura distribuída e com fontes de formação autônomas que geram grande quantidade de dados imperfeitos. A imperfeição dos dados da cidade inteligente pode ter um efeito adverso sobre o desempenho dos serviços urbanos, na tomada de decisão e na evidenciação da eficiência das cidades (STA, 2016). Além disso, a visão de Van Den Busse e Kolk (2019) indica que as atividades de cidades inteligentes das principais empresas de TIC ainda são principalmente de natureza experimental.

Outro ponto relevante de considerar é reforçar que a tecnologia, além de ser meio para a eficiência urbana e qualidade de vida do cidadão, a mesma ainda é transversal nas dimensões da cidade inteligente e deve ser a integradora das informações para que se gerem aplicações capazes de melhorar a vida nas cidades. A visão que Yeh (2017) traz é de que quanto mais uso dos serviços de cidade inteligente baseados em TIC, maior será a qualidade de vida alcançada. Segundo Lei et al. (2018), agora que muitas cidades inteligentes foram implantadas no mundo, à segurança e à privacidade se tornaram o principal desafio, as quais requerem contramedidas.

Desta forma, a cidade inteligente e sustentável é a **cidade consciente que coleta, processa e analisa os dados das interações, comunicações ou transações digitais disponíveis**, para **adaptar e otimizar** as operações dos **serviços** da cidade de forma **preditiva**, com a capacidade de recomendar ou ajudar na **tomada de decisões** imediatas dos atores sociais que compõem a cidade. A cidade inteligente potencializa a **inovação** na busca da **eficiência do ambiente urbano** (HARRISON et al., 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHAD, M. A.; PAIVA, S.; TRIPATHI, G. FERROZ, N. Enabling technologies and sustainable smart cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 61, p. 102301, 2020.

AHUJA, K.; KHOSLA, A. A novel framework for data acquisition and ubiquitous communication provisioning in smart cities. **Future Generation Computer Systems**, v. 101, p. 785–803, 2019.

AHUJA, K.; KHOSLA, A. Data Analytics of IoT Enabled Smart Energy Meter in Smart Cities. **Cloud Computing for Geospatial Big Data Analytics**, p. 155–175, 2018.

AKÇURA, S. B; AVCI, S. B. How to make global cities: Information communication technologies and macro-level variables. **Technological Forecasting & Social Change**, p. 1–12, 2013,

ÅKESSON, M.; SKÅLÉN, P.; EDVARDSSON, B. E-government and service orientation: Gaps between theory and practice. **International Journal of Public Sector Management**, v. 21, n. 1, p. 74–92, 2008.

AI NUAIMI, E.; AL NEYADI, H.; MOHAMED, N.; AL-JAROODI, J. Applications of big data to smart cities. **Journal of Internet Services and Applications**, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2015.

ALAWADHI, S.; ALDAMA-NALDA, A.; CHOURABI, H.; GIL-

GARCIA, J.; LEUNG, S.; MELLOULI, S.; NAM, T.; PARDO, T. A.; SCHOLL, H. J.; WALKER, S. **Building Understanding of Smart City Initiatives**, In: International Conference on Electronic Government (EGOV). 11. v. 7443, p. 40–53, 2012.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R. M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **Journal of Urban Technology**, v. 22, n. 1, p. 3–21, 2015.

ALLWINKLE, S.; CRUICKSHANK, P. Creating smart-er cities: An overview. **Journal of Urban Technology**, v. 18, n. 2, p. 1–16, 2011.

ANATEL. Novos mercados nas telecomunicações: uma perspectiva sobre as novas frentes para a regulação econômica, 2020. Disponível em: <https://www.eventos.momentoeditorial.com.br/wp-content/uploads/2020/10/ESTUDO-COMPETIcao-20_compressed.pdf>. Acesso em? 14 de jan. 2020.

ANTHOPOULOS, L. Defining Smart City Architecture for Sustainability. **Electronic Government and Electronic Participation**, p. 140–147, 2015.

ANTHOPOULOS, L. G.; TOUGOUNTZOGLU, T. E. A Viability Model for Digital Cities: Economic and Acceptability Factors. **Web 2.0 Technologies and Democratic Governance: Political, Policy and Management Implications**, p. 1–275, 2012.

ANTTIROIKO, A. V. U-cities reshaping our future: reflections on ubiquitous infrastructure as an enabler of smart urban development. **AI & Society: Journal of Knowledge, Culture and Communication**, v. 28, p. 491–507, 2013.

ANTTIROIKO, A. V.; VALKAMA, P.; BAILEY, S. J. Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services. **AI and Society: Journal of Knowledge, Culture and Communication**, v. 29, n. 3, p. 323–334, 2014.

AOUN, C. **The Smart City Cornerstone: Urban Efficiency**. Schneider Electric White Paper, 2013.

APPIO, F. P.; LIMA, M.; PAROUTIS, S. Understanding Smart Cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 142, p. 1–14, 2019.

ARMIN, A.; JUNAIBI, R.; AUNG, Z.; WOON, W.; OMAR, M. Cybersecurity for Smart Cities: A Brief Review. **Lecture Notes in Computer Science**, p.22–30, 2017.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: a survey. **Computer Networks New York**, v.54, n.15, p. 2787–2805, 2010.

BARNS, S. Smart cities and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance. **City, Culture and Society**, v. 12, p. 5–12, 2018.

BATTY, M. Big data, smart cities and city planning. **Dialogues in Human Geography**, v. 3, n. 3, p. 274–279, 2013.

BELANCHE-GRACIA, D.; CASALÓ-ARIÑO, L. V.; PÉREZ-RUEDA, A. Determinants of multi-service smartcard success for smart cities development: A study based on citizens' privacy and security perceptions. **Government Information Quarterly**, v. 32, n. 2, p. 154–163, 2015.

BENNER, C. Learning communities in a learning region: the soft infrastructure of crossfirm learning networks. **Environment and Planning A**, v. 35, P. 1809–1830, 2003.

BIFULCO, F.; TREGUA, M.; AMITRANO, C. C.; D'AURIA, A. ICT and sustainability in smart cities management. **Journal of Public Sector Management**, v. 29, n. 2, p. 132–147, 2016.

BRASIL, 1997. Lei Geral de Telecomunicações. Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9472.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2016a. Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal. Decreto 8.777, de 11 de maio de 2016. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2016/decreto/D8777.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2018a. Políticas públicas de telecomunicações. Decreto nº 9.612, de 17 de dezembro de 2018. Disponível

em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9612.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2016b. Gestão e os direitos de uso de dados abertos. Decreto 9.903, de 08 de julho de 2019 que altera o Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9903.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2018b. Sistema Nacional para a Transformação Digital e estabelece a estrutura de governança para a implantação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital. Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9319.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2018c. Política Nacional de Segurança da Informação. Decreto nº 9.637, de 26 de dezembro de 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9637.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019a. Rede Nacional de Governo Digital. Portaria nº 23, de 4 de abril de 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70491912/do1-2019-04-08-portaria-n-23-de-4-de-abril-de-2019-70491574>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019b. Portal único “gov.br” e dispõe sobre as regras de unificação dos canais digitais do Governo federal. Decreto nº 9.756, de 11 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9756.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019c. Procedimentos para unificação dos canais digitais e define regras para procedimento de registro de endereços e sítios eletrônicos na internet e de aplicativos móveis do Governo Federal. Portaria nº 39, de 9 de julho de 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-39-de-9-de-julho-de-2019-191674589>>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019d. Governança no compartilhamento de dados no âmbito da administração pública federal e institui o Cadastro Base do Cidadão e o Comitê Central de Governança de Dados. Decreto nº 10.046, de 9 de outubro de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10046.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019e. Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019f. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Lei nº 13.853 de 8 de julho de 2019 altera a Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2019g. Política Nacional de Governo Aberto. Decreto nº 10.160, de 9 de dezembro de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Ato2019-2022/2019/Decreto/D10160.htm#:~:text=1%C2%BA%20Fica%20institu%C3%ADda%20a%20Pol%C3%ADtica,melhoria%20na%20prest%C3%A7%C3%A3o%20de%20servi%C3%A7os>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2020a. Estabelece a técnica e os requisitos para a digitalização de documentos públicos ou privados, a fim de que os documentos digitalizados produzam os mesmos efeitos legais dos documentos originais. Decreto nº 10.278, de 18 de março de 2020 – regulamenta o disposto no inciso X do caput do art. 3º da Lei nº 13.874, de 20 de setembro de 2019, e no art. 2º-A da Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/decreto/D10278.htm>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2020b. Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022. Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.332-de-28-de-abril-de-2020-254430358>>. Acesso em: 01 de mai 2021.

<<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.129-de-29-de-marco-de-2021-311282132>>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2021a. Princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública e altera a Lei nº 7.116, de 29 de agosto de 1983, a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (Lei de Acesso à Informação), a Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, e a Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017. Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.129-de-29-de-marco-de-2021-311282132>>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2021b. Estratégia brasileira de inteligência artificial e seus eixos temáticos. Portaria GM nº 4.617, de 06 de abril de 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm-n-4.617-de-6-de-abril-de-2021-312911562>>. Acesso em: 01 de mai 2021.

BRASIL, 2021c. Institui o marco legal das startups e do empreendedorismo inovador; e altera a Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021. Acesso em: 06 de jun. 2021.

BRAUN, T.; FUNG, B. C. M.; IQBAL, F.; SHAH, B. Security and privacy challenges in smart cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 39, p. 499–507, 2018.

BULU, M. Upgrading a city via technology. **Technological**

Forecasting and Social Change, v. 89, p. 63–67, 2014.

CAMERO, A.; ALBA, E. Smart City and information technology: A review. **Cities**, v. 93, p. 84–94, 2019.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart cities in Europe. In: Central European Conference on Regional Science, Košice, **Anais...** 3. P. 1–15, 2009.

CASAKIN, H.; HERNÁNDEZ, B.; RUIZ, C. Place attachment and place identity in Israeli cities: The influence of city size. **Cities**, v. 42, p. 224–230, 2015.

CHAMOSO, P.; GONZÁLEZ-BRIONES, A.; DE LA PRIETA, F.; VENYAGAMOORTHY, G. K.; CORCHADO, J. M. Smart city as a distributed platform: Toward a system for citizen-oriented management. **Computer Communications**, v. 152, p. 323–332, 2000.

CHAMOSO, P.; GONZÁLES-BRIONES, A.; RODRÍGUEZ, S.; CORCHADO, J. M. Tendencies of Technologies and Platforms in Smart Cities: A State-of-the-Art Review. **Wireless Communications and Mobile Computing**, 2018.

CHANG, V. A proposed social network analysis platform for big data analytics. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 130, p. 57–68, 2018.

CHATTERJEE, S.; KAR, A.K.; GUPTA, M. P. Success of IoT in smart cities of India: An empirical analysis. **Forthcoming**

in Government Information Quarterly, 2018.

CHEN, M. Towards smart city: M2M communications with software agent intelligent. **Multimedia Tools and Applications**, p. 167–178, 2013.

CHONG, M.; HABIB, A.; EVANGELOPOULOS, N.; PARK, H. W. Dynamic capabilities of a smart city: An innovative approach to discovering urban problems and solutions. **Government Information Quarterly**, v. 35, p. 4, p. 682–692, 2018.

CHOURABI, H.; NAM, T.; WALKER, S.; GIL-GARCIA, J. R.; MELLOULI, S.; NAHON, K.; PARDO, T. A.; SCHOLL, H. J. Understanding smart cities: An integrative framework. In: Annual Hawaii International Conference on System Sciences, **Anais...** p. 2289–2297, 2012.

CLEDOU, G.; ESTEVEZ, E.; SOARES BARBOSA, L. A taxonomy for planning and designing smart mobility services. **Government Information Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 61 – 76, 2018.

COELHO, S.; SANTOS, V. Referencial de utilização das tecnologias de informação para a melhoria da qualidade de vida nas smart cities. **Proelium VIII**, v. 2, p. 59 – 82, 2019.

COHEN, S.; MONEY, W. Establishing Smart City Technical Standards and Guidance: A Way Forward. In: International World Wide Web Conference Committee, **Anais...** 2017.

CUI, L.; XIE, G.; QU, U.; GAO, L.; YANG, Y.; Security and Privacy in Smart Cities: Challenges and Opportunities. *IEEE Access*, v. 6, p. 46134 – 46145, 2018.

CUNHA, A. B. **Convergência nas Telecomunicações no Brasil: Análise das Transformações no Ambiente de Negócios, estratégias e competitividade das empresas de telecomunicações**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense, 2004.

CUNHA, M. A. **Smart cities: transformação digital de cidades** / Maria Alexandra Cunha, Erico Przeybilovicz, Javiera Fernanda Medina Macaya e Fernando Burgos. – São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania – PGPC, 2016.

CUNHA, M. A.; MIRANDA, P. R. de M. A pesquisa no uso e implicações sociais das tecnologias da informação e comunicação pelos governos no Brasil: uma proposta de Agenda a partir de reflexões da prática e da produção acadêmica nacional. *O&S – Organizações & Sociedade*, v. 66, n. 20, p. 543–566, 2013.

DAMERI, R. P. **Comparing Smart and Digital City: Initiatives and Strategies in Amsterdam and Genoa. Are They Digital and/or Smart**. *Smart City, Progress in IS*, 2014.

DAMERI, R. P. **Using ICT in Smart City**. *Smart City Implementation, Progress in IS*, p. 45–65, 2016.

DAVIS, M. Who will build the ark? *New Left Review*, v. 61, p. 29–46, 2010.

DEAKIN, M.; AL WAER, H. From intelligent to smart cities. *Intelligent Buildings International*, v. 3, n. 3, p. 140–152, 2011.

DEPINÉ, A.; TEIXEIRA, C. **Cidades inteligentes e sua eficiência urbana: conceitos e fundamentos**. Perse: São Paulo, 2021.

DESDEMOUSTIER, J.; CRUTZEN, N.; GIFFINGER, R. Municipalities' understanding of the Smart City concept: An exploratory analysis in Belgium. *Technological Forecasting & Social Change*, 2018.

EBRAHIM, Z.; IRANI, Z. E-government Adoption: Architecture and Barriers. *Business Process Management Journal*, v. 11, n. 5, p. 589–611, 2005.

EL-HADDADEH, R.; OSMANI, M.; THAKKER, D.; WEERAKKODY, V.; KAPOOR, K. K. Examining citizens' perceived value of internet of things technologies in facilitating public sector services engagement. *Government Information Quarterly*, v. 36, n. 2, p. 310–320, 2018.

ELMAGHRABY, A. S.; LOSAVIO, M. M. Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy. *Journal of Advanced Research*, v. 5, p. 491–497, 2014.

EREMIA, M.; TOMA, L.; SANDULEAC, M. The Smart City Concept in the 21st Century. *Procedia Engineering*, v. 181, p. 12–19, 2016.

FARAHANI, B.; FIROUZI, F.; CHANG, V.; BADAROGLU, M.; CONSTANT, N.; MANKODIYA, K. Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare. **Future Generation Computer Systems–The International Journal Of Escience**, v. 78, n. 2, p. 659–676, 2018.

FIETKIEWICZ, K. J.; MAINKA, A.; STOCK, W. G eGovernment in cities of the knowledge society. An empirical investigation of Smart Cities' governmental websites. **Government Information Quarterly**, v. 34, n. 1, p. 75–83, 2017.

GIBSON, D. V.; KOZMETSKY, G.; SMILOR, R. W. **The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks**. Rowman & Littlefield, New York, 1992.

GIFFENDER, R.; FERTNER, C.; KRAMAR, H.; KALASEK, R.; PICHLER–MILANOVIĆ, N.; Meijers, E. **Smart cities: ranking of European medium-sized cities**. Vienna: Centre of Regional Science – Vienna UT, 2007.

GOODCHILD, M. F. Citizens as Sensors: the World of Volunteered Geography. **Geo Journal**, v. 69, n. 4, p. 211–221, 2007.

GUPTA, A.; PANAGIOTOPOULOS, P.; BOWEN, F. An orchestration approach to smart city data ecosystems. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 153, p. 119929, 2020.

HSU, C.-L.; LIN, JC-C. An empirical examination of consumer adoption of Internet of Things services: Network externalities and concern for information privacy perspectives. **Computers in Human Behavior**, v. 62, p. 516–527, 2016.

HALL, R. E. **The Vision of a Smart City**. International Life Extension Technology Workshop. Anais... 2000.

HÅKANSSON, A. Ipsum – An Approach to Smart Volatile ICT–Infrastructures for Smart Cities and Communities. **Procedia Computer Science**, v. 126, p. 2107–2116, 2018.

HARRISON, C.; DONNELLY, I. A. A theory of smart cities. In: Annual Meeting of the International Society for the Systems Science, **Anais...** 55., p. 1–15, 2011.

HARRISON, C.; ECKMAN, B.; HAMILTON, R.; HARTSWICK, P.; KALAGNANAM, J.; PARASZCZAK, J.; WILLIAMS, P. Foundations for Smarter Cities. **IBM Journal of Research and Development**, v. 54, n. 4, p. 1–16, 2010.

HARVEY, D. **Spaces of Hope**. Berkeley, CA: University of California Press, 2000.

HELLER, A.; LIU, X.; GIANNIOU, P. A Science Cloud for Smart Cities Research. **Energy Procedia**, v. 122, p. 679–684, 2017.

HILL, D. **On the smart city; a call for smart citizens instead**. City of Sound, 2013.

HOLLANDS, R. G. Critical interventions into the corporate smart city. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 8, n. 1, p. 61–77, 2014.

HOLLANDS, R. G. Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? **City**, v. 12, n. 3, p. 303–320, 2008.

HOORNWEG, D. **Smart cities for dummies**, 2011.

ISEKI, M. P. M.; FIGUEIREDO, J. C. Estudo Prospectivo de Tecnologias para Cidades Inteligentes. **Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 1, p. 268–280, 2021.

ISMAGILOVA E.; HUGHES L.; DWIVEDI, Y. K.; RAMAN, R. Smart cities: Advances in research—An information systems perspective. **International Journal of Information Management**, v. 47, p. 88–100, 2019.

JALALI, R.; EL-KHATIB, K.; MCGREGOR, C. Smart City Architecture for Community Level Services Through the Internet of Things. In: International Conference on Intelligence in Next Generation Networks. **Anais...** 18. 2015.

JOSHI, S.; SAXENA, S.; GODBOLE, T.; SHREYA. Developing Smart Cities: An Integrated Framework. **Procedia Computer Science**, v. 93, p. 902–909, 2016.

KAMEL BOULOS, M. N.; AL-SHORBAJI, M. N. On the Internet of Things, smart cities and the WHO Healthy Cities. **International Journal of Health Geographics**, n.

10, p. 1–6, 2014.

KARYOTIS, C.; DOCTOR, F.; IQBAL, R.; JAMES, A.; CHANG, V. A fuzzy computational model of emotion for cloud based sentiment analysis. **Information Sciences**, v. 433–434, p. 448–463, 2018.

KELLY, S. **Everything You Wanted to Know**. Books Ireland, n. 211, p. 43, 2016.

KHATOUN, R.; ZEADALLY, S. Cybersecurity and Privacy Solutions in Smart Cities. **IEEE Communications Magazine IEEE Commun. Mag. Communications Magazine**, v. 55, n. 3, p. 51–59, 2017.

KITCHIN, R. The real-time city? Big data and smart urbanism. **GeoJournal**, 79, p. 1–14, 2014.

KOBAYASHI, A. R. K.; KNISS, C. T.; SERRA, F. A. R.; FERRAZ, R. R. N.; RUIZ, M. S. Smart sustainable cities: bibliometric study and patent information. **International Journal of Innovation**, v. 5, n. 1, p. 77–96, 2017.

KOMNINOS, N.; PALLOT, M.; SCHAFFERS, H. Special issue on smart cities and the future internet in Europe. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 4, n. 2, p. 119–134, 2013.

KOPACKOVA, H.; KOMARKOVA, J. Participatory technologies in smart cities: What citizens want and how to ask them. **Telematics and Informatics**, v. 47, p. 101325, 2020.

KUMMITHA, R. K. R. Why distance matters: The relatedness between technology development and its appropriation in smart cities. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 157, p. 120087, 2020.

KUMAR, H.; SINGH, M. K.; GUPTA, M. P.; MADAN, J. Moving towards smart cities: Solutions that lead to the Smart City Transformation Framework. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 153, p. 1–16, 2020.

LEE, J. H.; HANCOCK, M. G.; HU, M. C. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 89, p. 80–99, 2013.

LETAIFA, S. B. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. **Journal of Business Research**, 2015.

LI, C. Y.; CHEN, R. M.; CHIEN, B. C.; HU, R. M.; TSAI, J. J. P. Unsupervised clustering of time series gene expression data based on spectrum processing and autoregressive modeling. **Computational Methods with Applications in Bioinformatics Analysis**, p. 1–21, 2017.

LI, Z.; LIAO, Q. Economic solutions to improve cybersecurity of governments and smart cities via vulnerability markets. **Government Information Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 151–160, 2018.

LIAO, D.; SUN, G.; LI, H.; YU, H.; CHANG, V. The framework and algorithm for preserving user trajectory while using

location-based services in IoT-cloud systems. **Cluster Computing–The Journal of Networks Software Tools and Applications**, v. 20, n. 3, p. 2283–2297, 2017.

LYTRAS, M. D.; VISVIZI, A. Who uses smart city services and what to make of it: Toward interdisciplinary smart cities research. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1–16, 2018.

MACCANI, G.; CONNOLLY, N.; MCLOUGHLIN, S.; PUVVALA, A.; KARIMIKIA, H.; DONNELLAN, B. An emerging typology of IT governance structural mechanisms in smart cities. **Government Information Quarterly**, v. 37, n. 4, p. 101499, 2020.

MARCHETTI, D.; OLIVEIRA, R.; FIGUEIRA, A. R. Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new. **Cities**, 92, 197–207, 2019.

MATHEUS, R.; JANSSEN, M.; MAHESHWARI, D. Data science empowering the public: Datadriven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities. **Government Information Quarterly**, 2018.

MITAL, M.; CHANG, V.; CHOUDHARY, P.; PAPA, A.; PANI, A. K. Adoption of Internet of Things in India: A test of competing models using a structured equation modeling approach. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 339–346, 2018.

MOHANTY, S. P.; CHOPPALI, U.; KOUGIANOS, E. Everything

You Wanted to Know About Smart Cities. **IEEE Consumer Electronics**, v. 5, n. 3, p. 60–70, 2016.

MONZON, As. **Smart Cities Concept and Challenges: Bases for the Assessment of Smart City Projects**. p. 17–31, 2015.

NAISBITT, J. **Megatrends: Ten New Directions that Shape Our Lives**, Warner Books, New York, NY, 1982.

NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: ACM International Conference Proceeding Series, **Anais...** p. 282–291, 2011.

NICK, G; PONGRÁCZ, F; RADÁCS, E. Interpretation of disruptive innovation in the era of smart cities of the fourth industrial revolution. **DEUROPE – The Central European Journal of Regional Development and Tourism**, v. 8, p. 53–70, 2018.

NICOLAS, C.; KIM, J.; CHI, S. Quantifying the dynamic effects of smart city development enablers using structural equation modeling. **Sustainable Cities and Society**, v. 53, 2019.

NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25–36.

ODENDAAL, Nancy. Information and communication

technology and local governance : understanding the difference between cities in developed and emerging economies. **Computers, Environment and Urban Systems**. v. 27, n. 6, p. 585–607, 2003.

PAN, G.; QI, G.; ZHANG, W.; LI, S.; WU, Z.; YANG, L. Trace Analysis and Mining for Smart Cities: Issues, Methods, and Applications. **IEEE Communications Magazine**, v. 51, n. 6, p. 120–126, 2013.

PATRÃO, C.; MOURA, P.; ALMEIDA, A. T. Review of Smart City Assessment Tools. **Smart Cities**, v. 3, p. 1117–1132, 2020.

PELLICER, S.; SANTA, G.; BLEDA, A. L; MAESTRE, R.; JARA, A. J.; SKARMETA, A. G A Global Perspective of Smart Cities: A Survey. In: Seventh International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing. **Anais...** 2013.

PETROLO, R.; LOSCRÌ, V.; MITTON, N. Towards a smart city based on cloud of things. In: ACM International Workshop on Wireless and Mobile Technologies for Smart Cities. **Anais...** p. 61–65, 2014.

POZDNIAKOVA, A. Analysis of Smart City Architecture Models. **Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University**. Series: Economy and Management, v. 4, n. 69, p. 105–109, 2019.

POTANCOK, M.; PETRO, J. Competitive technical intelligence: using patent data to determine smart city

trends. **Journal of Urban and Regional Analysis**; v. 12, n. 1, p. 5–17, 2020.

RANCHOD, R. The data–technology nexus in South African secondary cities: The challenges to smart governance. **Urban Studies**, v. 57, n. 16, p. 3281–3298, 2020.

SAINT, A. The rise and rise of a smart city. **Engenhier and Technology Magazine**, v. 9, n. 9, 2016.

SÁNCHEZ, L.; ELICEGUI, I.; CUESTA, J.; MIÑOZ, L.; LANZA, J. Integration of utilities infrastructures in a future internet enabled smart city framework. **Sensors**, v. 13, n. 11, p. 14438–14465, 2013.

SÁNCHEZ–CORCUERA, R.; NUÑEZ–MARCOS, A.; SESMA–SOLANCE, J.; BILBAO–JAYO, A.; MULERO, R.; ZULAIKA, U.; AZKUNE, G.; ALMEIDA, A. Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 15, n. 6, 2019.

SANT’ANNA, H. C. **Qual a inteligência das cidades inteligentes**. Urbanidades: mediações. Organizadores: Rogério Camada e Fátima Aparecida dos Santos. Brasília: Estereográfica, 2017.

SANTINHA, G.; ANSELMO DE CASTRO, E. Creating More Intelligent Cities: The Role of ICT in Promoting Territorial Governance. **Journal of Urban Technology**, v. 17, n. 2, p. 77–98, 2010.

SANTO, A. E.; FERRARI, G. V. **Oficina profissional: relatório de prospecção sobre smart cities**. Universidade Federal de Santa Catarina – Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, 2020.

SHAPIRO, A. ‘Embodiments of the invention’: Patents and urban diagrammatics in the smart city. **Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies**, v. 26, n. 4, p. 751–774, 2020.

SARKHEYLI, A.; SARKHEYLI, E. Smart megaprojects in smart cities, dimensions, and challenges. **Smart Cities Cybersecurity and Privacy**, Elsevier Inc. p. 269–277, 2018.

SCHAFFERS H.; KOMNINOS N.; PALLOT M.; TROUSSE B.; NILSSON M.; OLIVEIRA, A. Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation. **Lecture Notes in Computer Science**, p. 431–446, 2011.

SHETH, A. P. Citizen Sensing, Social Signals, and Enriching Human Experience. **IEEE Internet Computing**, v. 13, n. 4, p. 87–92, 2009.

SILVA, V. S.; FELIZARDO, L. F.; DUTRA, A. C. Smart City: um estudo prospectivo da tecnologia com base nas patentes. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 1, p. 171–183, 2020.

SILVA, B. N.; KHAN, M.; HAN, K. Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components,

and open challenges in smart cities. **Sustainable Cities and Society**, 38, 697–713, 2018.

SILVA, H. G. B.; LEITE, H. O.; PINHEIRO, M. M. K. The duality of smart cities: improvement in quality of life or information surveillance? **Informação & Sociedade: Estudos**, v.26, n.3, p. 47–54, 2016.

ŠIURYTĖ, A.; DAVIDAVIČIENĖ, V. An analysis of key factors in developing a smart city / Pagrindinių Faktorių Kuriant Išmanų Miestą Analizė. **Mokslas – Lietuvos ateitis**, v. 8, n. 2, p. 254–262, 2016.

STA, H. B. Qualidade e eficiência dos dados em “Smart-Cities”. **Future Generation Computer Systems**, v. 74, p. 409–416, 2017.

TEIXEIRA, C. S.; SCHÜR, F.; SOUZA, D. C. M.; CARLESSO, M. R. S. **Guia de implantação e Operação dos Centros de Eficiência Urbana**. Perse: São Paulo, 2021a.

TEIXEIRA, C. S.; PENEDO, F.; SOUZA, D. C. M.; CARLESSO, M. R. S. **Guia de implantação e Operação da Rede de Centros de Eficiência Urbana**. Perse: São Paulo, 2021b.

TUMELERO, C.; CARVALHO, A. C.; SBRAGLIA, R.; QUONIAM, L. Rotas tecnológicas em smart cities: uma análise de invenções Portadoras de futuro. In: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestão da Tecnologia. **Anais...** 2015.

VAN DEN BUSSE, D.; KOLK, A. An exploration of smart city

approaches by international ICT firms. **Technological Forecasting and Social Change**. v. 142, p. 220–234, 2019.

VANOLO, A. Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy. **Urban Studies**. v. 51, n. 5, p. 883–898, 2014.

VANOLO, A. Is there anybody out there? The place and role of citizens in tomorrow’s smart cities. **Futures**, v. 82, p. 26–36, 2016.

VAN WINDEN, W. V.; VAN DEN BUUSE, D. Smart City Pilot Projects: Exploring the Dimensions and Conditions of Scaling Up. **Journal of Urban Technology**, v. 24, n. 7, p. 51–72, 2017.

VILAJOSANA, I.; LLOSA, J.; MARTINEZ, B.; DOMINGO-PRIETO, M.; ANGLES, A.; VILAJOSANA, X. Bootstrapping Smart Cities through a Self-Sustainable Model Based on Big Data Flows. **IEEE Communications Magazine**, v. 5, n. 6, p. 128–134, 2013.

VISVIZI, A.; LYTRAS, M. D. Rescaling and refocusing smart cities research: from mega cities to smart villages. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 9, n. 2, p. 134–145, 2018.

VISVIZI, A.; LYTRAS, M. D. Smart cities research and debate: What is in there? **Smart Cities: Issues and Challenges**, p. 1–14, 2019.

WALRAVENS, N. The city as a platform. In: International conference on intelligence in next generation networks (ICIN), *Anais...* 15. P. 4–7, 2011.

WALRAVENS, N. Mobile Business and the Smart City: Developing a Business Model Framework to Include Public Design Parameters for Mobile City Services. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, v. 7, n. 3, p. 21–22, 2012

WASHBURN, D.; SINDHU, U. Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives. *Growth*, p. 17, 2010.

WEBER, M.; ŽARKO, I. P. A Regulatory View on Smart City Services. p. 1–18, 2019.

WEISS, M. C. Smart cities: an overview on the research agenda in information technology. *Brazilian Journal of Management & Innovation*, v.6, n.3, p. 162–187, 2019.

WORLD CITIES REPORT 2020. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2020. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br>. Acesso em: 05 de jan. 2020.

YE, H. The effects of successful ICT-based smart city services: From citizens’ perspectives. *Government Information Quarterly*, v. 34, n. 3, p. 556–565, 2017.

YIGITCANLAR, T.; LEE, S. H. Korean ubiquitous-eco-city:

A smart-sustainable urban form or a branding hoax? *Technological Forecasting and Social Change*, v. 89, p. 100–114, 2014.

AGRADECIMENTOS

O documento **Tecnologias para eficiência, inteligência e sustentabilidade urbana: conceitos, fundamentos e aplicações** é uma publicação coordenada pela professora Clarissa Stefani Teixeira, líder do grupo VIA Estação Conhecimento do Departamento de Engenharia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina em conjunto com diversas instituições do ecossistema de inovação brasileiro. Inicialmente, agradecemos ao MCTI e ao CNPq pela viabilização do projeto que com seu quadro funcional atuou de forma colaborativa nas obras desenvolvidas que fazem parte de uma série de publicações no âmbito do Programa Nacional de Eficiência em Sustentabilidade Urbana. Também é importante agradecer o Estado de Santa Catarina, especialmente a Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável e ao Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina S.A pelo apoio prestado durante todo o projeto. Também gostaríamos de agradecer aqueles que de alguma forma marcaram a condução deste projeto: Antônio Marcos Mendonça, Bruno Xavier de Sousa, Flávio Fonte-Boa, Rayse Kiane de Souza, Sandro Yuri Pinheiro, Sônia da Costa e Thobias Leôncio Rotta Furlanetti.



SECRETARIA DE ESTADO
DO DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO SUSTENTÁVEL



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

