

## SMART CITIES: UM PANORAMA DAS INICIATIVAS DO PONTO DE VISTA DE AMBIENTES INTELIGENTES

LETICIA CAROLINE SOUZA DE LIMA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG

SAMUEL VINÍCIUS BONATO

GUILHERME DE OLIVEIRA RODRIGUES

PAOLA BRITO

### Introdução

Em um mundo cada vez mais urbanizado, aumentam-se também as limitações de infraestrutura, saneamento, distribuição de água e o acesso aos serviços básicos de saúde e manutenção da vida. O complexo conjunto de desafios propostos pela ONU, crescimento exponencial, diversas definições e as limitações estruturais da sociedade sobrepõe aos gestores públicos e governamentais uma pressão com a responsabilidade de realizar tomadas de decisões estratégicas para atender as demandas. A utilização de diferentes tecnologias vem sendo cada vez mais adotada como forma de prover melhorias para as cidades.

### Problema de Pesquisa e Objetivo

Indagou-se assim para a reflexão: quais são as iniciativas implementadas que podem ser utilizadas em uma cidade que visa tornar-se inteligente no que tange ao atendimento às questões ambientais. Assim, o estudo tem como objetivo geral propor um mapeamento de iniciativas implementadas no mundo de acordo com o fator ambiente inteligente proposto por Giffinger et al. (2007).

### Fundamentação Teórica

Esta seção apresentou uma análise dos principais conceitos e características referentes às cidades inteligentes. Abordando os tópicos cidade inteligente, cidade digital, cidade sustentável, suas associações, seguidos dos modelos identificados na literatura que servirão de base para o trabalho. Como o estudo de Giffinger et al. (2007) que define Smart City como uma cidade que apresenta um considerável desenvolvimento em seis diferentes áreas, assim denominadas: governança inteligente, mobilidade inteligente, pessoas inteligentes, economia inteligente, ambiente inteligente e vida inteligente.

### Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo foi estruturada em 04 (quatro) etapas principais: (i) coleta de dados e análise do conteúdo, (ii) identificação de iniciativas, (iii) categorização por dimensões, (iv) análise e identificação de subcategorias das iniciativas de ambiente inteligente. Como forma de coleta de dados foi utilizada a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e a análise de conteúdo. A RSL foi utilizada para mapear e avaliar o território intelectual existente, identificando as principais contribuições científicas para o campo pesquisado.

### Análise dos Resultados

Para realizar a implementação de uma cidade inteligente, Biadacz e Biadacz (2021) pontuam que é necessário a definição dos objetivos mais importantes a serem alcançados no qual a cidade deverá se basear para o desenvolvimento sustentável e nas necessidades dos residentes. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo geral propor um mapeamento de iniciativas já implementadas, conforme a dimensão de ambiente inteligente proposto por Giffinger et al. (2007) resultando na construção de um modelo genérico para a implementação de ambientes inteligentes em cidades.

### Conclusão

Entende-se que o desenvolvimento de modelos é importante para que gestores públicos possam direcionar seus esforços mais assertivamente para tornar as cidades mais inteligentes no que tange ao ambiente, sendo este um ponto importante de partida em direção à sustentabilidade e preservação ambiental de cidades inteligentes e que emerge deste trabalho.

### Referências Bibliográficas

BIADACZ, Renata; BIADACZ, Marek. Implementation of "Smart" Solutions and An Attempt to Measure Them: A Case Study of Czestochowa, Poland. *Energies*, v. 14, n. 18, p. 5668, 2021. GARCÍA FERNÁNDEZ, Cristina; PEEK, Daniël. Smart and sustainable? Positioning adaptation to climate change in the European smart city. *Smart Cities*, v. 3, n. 2, p. 511-526, 2020. GIFFINGER, Rudolf et al. City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2007. HU, Richard. The state of smart cities in China: The case of Shenzhen. *Energies*, v. 12, n. 22, p. 4375, 2019.

### Palavras Chave

cidade inteligente, modelo, ambiente inteligente

# SMART CITIES: UM PANORAMA DAS INICIATIVAS DO PONTO DE VISTA DE AMBIENTES INTELIGENTES

## 1 INTRODUÇÃO

O surgimento de inovações tecnológicas na indústria, atreladas às novas formas do comportamento humano, desencadearam as diferentes revoluções industriais que impactaram diversos setores, como o econômico, o ambiental, o institucional e o social. De acordo com Marson (2014), ao longo da história, a indústria se destacou como o principal acelerador do crescimento econômico.

Anteriormente ao Censo Demográfico de 1970, o Brasil ainda se apresentava como uma sociedade que vivia majoritariamente em áreas rurais. Porém, foi somente em 1970 o primeiro registro da população urbana superior à população rural (55,9%), iniciando, assim, a tendência de expansão da urbanização (IBGEeduca, 2015).

Em um mundo cada vez mais urbanizado, aumentam-se também as limitações de infraestrutura, saneamento, distribuição de água e o acesso aos serviços básicos de saúde e para manutenção da vida (UN, 2014). Diante das projeções mencionadas, em 2015, o Brasil, juntamente com outros 192 Estado-membros da ONU, assinou um plano para os próximos 15 anos, 2016-2030, assumindo o compromisso de seguir as medidas recomendadas no documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”.

Nesse contexto, visando tentar sanar os obstáculos encontrados nas cidades, a utilização de diferentes tecnologias vem sendo cada vez mais adotada como forma de prover melhorias para a população. Definir as cidades inteligentes não é uma tarefa trivial, pois ao pesquisá-las na literatura científica e nos relatórios técnicos podem ser observados diversos termos empregados em contextos similares, tais como: cidades digitais (digital cities), cidades cabeadas (wired cities), cidades do conhecimento (knowledge cities), cidades verdes (green cities), cidades inteligentes (intelligent cities) e outros (SILVA, 2013).

O complexo conjunto de desafios propostos pela ONU, crescimento exponencial, diversas definições e as limitações estruturais da sociedade sobrepõe aos gestores públicos e governamentais uma pressão com a responsabilidade de realizar tomadas de decisões estratégicas para atender as demandas. Diante deste contexto, indaga-se para uma reflexão: quais são as iniciativas implementadas que podem ser utilizadas em uma cidade que visa tornar-se inteligente no que tange ao atendimento às questões ambientais.

Assim, este estudo tem como objetivo geral propor um mapeamento de iniciativas implementadas no mundo de acordo com o fator ambiente inteligente proposto por Giffinger et al. (2007). Para a realização deste trabalho, foram delimitados os seguintes objetivos específicos: i) buscar na literatura iniciativas implementadas no mundo para tornar-se uma cidade com ambiente inteligente; ii) identificar modelos amplos já implementados em smart cities e; iii) propor um modelo genérico de orientação aos gestores públicos e governantes para auxiliar na priorização e direcionamento de iniciativas de ambiente inteligente.

Este artigo está estruturado em cinco seções, após esta introdução onde será apresentado o referencial teórico o qual descreve cidades inteligentes, cidades digitais, cidade sustentável e modelos voltados a cidades inteligentes, apresentação da metodologia, resultados obtidos, discussões, conclusão e referências utilizadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção pretende apresentar uma análise dos principais conceitos e características referentes às cidades inteligentes. Neste artigo aborda-se a seguir os tópicos cidade inteligente, cidade digital, cidade sustentável, suas associações, seguidos dos modelos identificados na literatura que servirão de base para a realização do trabalho.

### 2.1 2.1 CIDADE INTELIGENTE

O termo cidade inteligente, ou Smart City em inglês, foi criado no início dos anos 1990, a fim de identificar o crescimento urbano que emergia a partir do advento da tecnologia, inovação e globalização (GIBSON; KOZMETSKY; SMILOR, 1992).

Para Rizzon et al. (2017), as pessoas representam uma parte importante para o desenvolvimento e sucesso de uma Smart City, pois a tecnologia é importante, mas é necessário haver o envolvimento do cidadão de forma participativa e integrada com esse processo, gerando desse modo melhores resultados. Segundo Giffinger et al. (2007), uma Smart City é uma cidade que apresenta um considerável desenvolvimento em seis diferentes áreas, assim denominadas: governança inteligente, mobilidade inteligente, pessoas inteligentes, economia inteligente, ambiente inteligente e vida inteligente. Entretanto, na literatura são encontrados diversos autores que possuem definições sobre o tema distintos, assim como esses fatores. O quadro 1 sumariza diferentes definições de Smart City encontradas na literatura.

Quadro 1 - Conceitos de Smart City encontrados na literatura

Referência	Definição
Caragliu et al. (2009)	Uma cidade pode ser considerada uma Smart City quando os investimentos em capital humano e social e a tradicional e moderna infraestrutura de TIC serve como impulsionadora de um crescimento econômico sustentável e de uma elevada qualidade de vida, com uma gestão prudente dos recursos naturais através da governança participativa.
Komninos et al. (2011)	O conceito de Smart City está ligado às noções de competitividade global, sustentabilidade, capacitação e qualidade de vida, apoiados por redes de banda larga e tecnologias modernas.
Giffinger et al. (2007)	Uma Smart City é uma cidade que está em franco desenvolvimento nestas seis características: economia inteligente; pessoas inteligentes; governança inteligente; mobilidade inteligente; ambiente inteligente e; vida inteligente, construídos com uma combinação de doações e autogerenciamento, com cidadãos independentes e conscientes.
Nam e Pardo (2009)	Uma Smart City integra tecnologias, sistemas, infraestruturas, serviços e recursos em uma rede orgânica que é suficientemente complexa para desenvolver propriedades emergentes inesperadas.

Fonte: Adaptado de Papa et al. (2015)

## 2.2 CIDADE DIGITAL

A cidade digital surge-nos como um conceito e “política territorial” inserida numa sociedade em rede; um sistema de pessoas e instituições conectadas por uma infraestrutura de comunicação digital (como a Internet) que tem como referência uma cidade real, cujos propósitos variam e podem incluir diferentes objetivos. (FERNANDES, 2006). Ambas terão a tecnologia como elemento em comum, entretanto são identificadas outras características que diferenciam e que darão o título a uma cidade como sendo “digital” ou “inteligente”. Silva (2000) argumenta que o surgimento dessas cidades tem como objetivo atender a comunidade em rede, virtualmente, e são criadas visando suprir necessidades de uma comunidade real. Essa expansão surge a partir de iniciativas para caracterizar os espaços virtuais. Dependendo dos promotores dessas iniciativas, podem se caracterizar cinco tipologias de Cidades Digitais, destacadas no quadro 2, abaixo.

Quadro 2 - Tipologia de Cidades Digitais

Cidades Digitais Governamentais de Iniciativas do Governo Local ou Regional	São aquelas cidades em que o governo costuma ser o grande provedor de serviços, utilizando da tecnologia da informação na administração pública para prestação de serviços online, facilitando os cidadãos na desburocratização e transparência das funções governamentais. Há diferenciação nos tipos de serviços dependendo do município, estado ou país.
Cidades Digitais Não Governamentais	As comunidades digitais para ter acesso precisam preencher um cadastro e obter uma senha e o tipo de serviço oferecido para frequentar a cidade pode ser cobrado ou gratuito. Os serviços podem ser a promoção de lazers digitais, encontros virtuais em chats, permitir acesso a várias grandes circulações, enciclopédias, classificados digitais, informações turísticas, informações locais, dentre outras.
Cidades Digitais de Iniciativas do Terceiro Setor	Formadas por grupos sociais diferenciados como Organizações Não-Governamentais, Fundações e Associações com apoio de empresariado e que não visam lucros. Abordam a inclusão digital e social, e geralmente são temáticas.
Iniciativas Espontâneas e Individuais	São aquelas cidades que se caracterizam pelo ingresso espontâneo da comunidade digital local. Indivíduos ou grupos sociais são os responsáveis pela sua arquitetura e a forma de organização está vinculada a sites locais, pessoais ou não, as salas de bate-papo do mesmo nome da cidade real, da frequência em endereços eletrônicos que divulguem as notícias locais e eventos.
Cidades Digitais de Iniciativas Mistas	São aquelas cidades que através da parceria público, privado e terceiro setor em seus projetos priorizam a inclusão digital e social, ou de serviços (SILVA, 2000, p. 101).

Fonte: adaptação de AZEVEDO, M. de L. P. de; ARANTES, P. T L. (2012).

## 2.3 CIDADE SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável possui como um dos seus principais desafios garantir a mitigação não apenas da degradação ambiental como também dos problemas sociais resultantes do modo de consumo exacerbado (UNESCO, 1997; REES, 2006). A Cidade Sustentável, é o tipo mais durável de assentamento que o ser humano é capaz de construir, é a cidade capaz de propiciar um padrão de vida aceitável sem causar profundos

prejuízos ao ecossistema ou aos ciclos biogeoquímicos de que ela depende (ROSELANDE, 1997). Segundo Mendes (2008), para ser possível atingir o desenvolvimento sustentável, a proteção do ambiente deve ser entendida como parte integrante do processo de desenvolvimento e não considerada isolada. Sachs (2002) apresentou a divisão dos tipos de sustentabilidade em categorias, aos quais serão vislumbradas no quadro 3, abaixo:

Quadro 3 - Tipos de sustentabilidade

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Sustentabilidade Social	Alcance de patamar razoável de homogeneidade social, com a distribuição de uma renda justa, emprego pleno e/ou autônomo com qualidade de vida decente, igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais.
Sustentabilidade cultural	Mudanças no interior da continuidade (equilíbrio entre respeito à tradição e inovação).
Sustentabilidade ecológica	Preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis e a limitação do uso dos recursos não renováveis.
Sustentabilidade ambiental	Respeitar e realçar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.
Sustentabilidade Territorial	Configurações urbanas e rurais balanceadas, melhoria do ambiente urbano, superação das disparidades inter-regionais e estratégias de desenvolvimento ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis.
Sustentabilidade Econômica	Desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado, com segurança alimentar, capacidade de modernização contínua dos instrumentos de produção, razoável nível de autonomia na pesquisa científica e tecnológica e inserção soberana na economia internacional.
Sustentabilidade Política Nacional	Nível razoável de coesão social; democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos e desenvolvimento da capacidade do Estado para implementar o projeto nacional, em parceria com todos os empreendedores.
Sustentabilidade Política Internacional	Eficácia do sistema de prevenção de guerras, na garantia da paz e na promoção da cooperação internacional, pacote entre países do hemisférios Norte-Sul de co-desenvolvimento, baseado no princípio da igualdade, controle institucional efetivo do sistema internacional financeiro e de negócios, controle institucional efetivo da aplicação do Princípio da Precaução na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais, prevenção das mudanças globais negativas, proteção da diversidade biológica (e cultural), gestão do patrimônio global, como herança comum da humanidade, e sistema efetivo de cooperação científica e tecnológica internacional e eliminação parcial do caráter commodity da ciência e tecnologia, também como propriedade da herança comum da humanidade.

Fonte: adaptado de SACHS, I., (2002)

## 2.4 MODELOS VOLTADOS ÀS CIDADES INTELIGENTES

### 2.4.1 Modelo de Evolução Smart City

O modelo apresentado representa a evolução de uma cidade convencional a uma Smart City, especialistas internacionais destacam quatro fases comuns da evolução, são elas respectivamente, fase vertical, fase horizontal, estágio conectado e pôr fim a fase inteligente. A fase vertical, envolve a introdução da tecnologia nos diferentes serviços urbanos (gestão da iluminação pública, resíduos sólidos, mobilidade etc.). Durante a fase horizontal, uma vez que a cidade tenha digitalizado os serviços e tenha implementado uma solução tecnológica horizontal, poderá interconectar cidadãos, serviços urbanos, universidades e redes urbanas; por último a fase inteligente, o qual além da tomada de decisões de forma preditiva, antecipam-se circunstâncias e acontecimentos, com base em dados estatísticos, e usa-se um ecossistema de inovação “em escala”.

#### 2.4.2 Modelo do Centre of Regional Science da Vienna University of Technology

O Modelo do Centre of Regional Science da Vienna University of Technology, também denominado European Smart Cities foi desenvolvido com uma abordagem de classificação de quatro objetivos, sendo estes, publicados em 2007 (Giffinger, et al., 2007) tratando-se das cidades de média dimensão na Europa, tendo como perspectiva e desafios de desenvolvimento. De acordo com Durand (2013), as cidades inteligentes do futuro irão por sua vez, contribuir de maneira geral para o ganho da sociedade como um todo, podendo favorecer o crescimento sustentável da economia. Ainda segundo o mesmo autor, por meio do Centre of Regional Science (2007), habitualmente, a cidade que pretende ser considerada Smart é formada por um conjunto de seis características, a partir da combinação de forma inteligente de atividades com as funcionalidades, as quais devem apresentar um bom desempenho. Os seis fatores são destacados no quadro 4, abaixo:

Quadro 4 - Seis fatores de uma cidade Inteligente

Economia Inteligente	Dentro desse contexto busca-se fomentar o espírito inovador, o empreendedorismo, produtividade, inserção internacional, assim como estimular a capacidade de transformação.
Mobilidade Inteligente	Envolve o desenvolvimento de sistemas de transporte sustentável, inovador e seguro.
Ambiente Inteligente	Trata aspectos ambientais, tais como a poluição, proteção ambiental e a própria gestão sustentável de recursos.
Pessoas Inteligente	Dimensão definida pelo nível de qualificações, aprendizagem a longo prazo, flexibilidade, criatividade, participação na vida pública e pluralidade ética e social.
Qualidade de Vida Inteligente	Atrela as características diversas de qualidade de vida da população, como equipamentos culturais, condições de saúde, segurança individual, qualidade de características moradia, instalações educativas, fomento da atratividade política e coesão social.
Governança Inteligente	Nesse cenário é trabalhado a potencialização na participação de tomadas de decisão, a geração de serviços públicos e sociais, governação de forma transparente e estratégia para as perspectivas políticas.

Fonte: adaptado de Giffinger, et al., (2007)

Com base nas informações obtidas das cidades e no intuito de auxiliar os gestores das cidades a obter uma cidade inteligente com iniciativas voltadas aos aspectos ambientais, de modo, a alinhar com a busca mundial para a preservação ambiental, optou-se por abordar o mapeamento de iniciativas voltadas a este ambiente inteligente, realizando a subcategorização das implementações identificadas na literatura.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo foi estruturada em 04 (quatro) etapas principais: *(i)* coleta de dados e análise do conteúdo, *(ii)* identificação de iniciativas, *(iii)* categorização por dimensões, *(iv)* análise e identificação de subcategorias das iniciativas de ambiente inteligente. Por se tratar de um estudo exploratório e descritivo, de natureza qualitativa buscou-se identificar múltiplos significados atribuídos à realidade complexa das smart cities. Como forma de coleta de dados foi utilizada a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e a análise de conteúdo. A RSL foi utilizada para mapear e avaliar o território intelectual existente, identificando as principais contribuições científicas para o campo pesquisado.

Com a análise de conteúdo foram identificados na literatura iniciativas de smart cities publicados em forma de artigos científicos.. A busca dessas informações ocorreu através da base de dados Scopus (Elsevier), utilizando-se os seguintes termos: (“smart cit\*”); (“initiative”), (“impact”) e (“DOCTYPE,"ar”)), foi adicionado filtragem relacionado ao ano de publicação, sendo selecionado de 2019 a 2023. Essa busca obteve-se como retorno 50 artigos. Após a avaliação dos artigos encontrados, 16 deles foram identificados como pertinentes ao estudo.

Complementarmente, o próximo passo estabelecido foi realizar a leitura completa dos artigos, e identificar as iniciativas explícitas e implementadas de smart cities, para que assim pudessem ser interpretadas e categorizadas conforme as seis dimensões propostas por Giffinger et al. (2007). Dos 16 artigos identificados, optou-se por descartar 2 artigos, após a leitura completa por não apresentar dados conforme os critérios de inclusão, obtendo-se, portanto, 14 artigos o qual foram extraídas as iniciativas e tecnologias identificadas. A última etapa foi realizar o enquadramento conforme as dimensões.

Para realizar um estudo mais aprofundado optou-se por selecionar a dimensão de “Ambiente Inteligente” para realizar a análise qualitativa das iniciativas e agrupá-las conforme similaridade. Apresentam-se assim os principais resultados do estudo.

### **4 RESULTADOS**

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos através das etapas anteriores. O primeiro passo a ser considerado para o entendimento da implementação de iniciativas no paradigma de Ambiente Inteligente é compreender quais tecnologias suportam essa implementação, para isso foi feita um levantamento das iniciativas encontradas na revisão sistemática e relacionou-se cada tecnologia as iniciativas cabíveis e suas aplicações em Ambientes Inteligentes.

#### **4.1 TECNOLOGIAS ENCONTRADAS**

##### **4.1.1 Big Data**

Método que auxilia na previsão de oferta e demanda e realizam análises de preferências dos usuários, como exemplo de aplicação pode ser citado Centro de Comando de

Operações de Cidade Inteligente Ping An estabelecido dentro de uma torre, onde apresenta a utilização de Big Data de Shenzhen para informar a gestão urbana e a tomada de decisões em múltiplas dimensões de governança, transporte, segurança e desenvolvimento social, econômico e ambiental (HU, 2019).

#### 4.1.2 Blockchain

Sua utilização ocorre através da exploração da tecnologia pelos governos para reduzir a burocracia, a corrupção e o poder discricionário e aumentar tanto a eficiência do processo quanto a confiança na manutenção de registros públicos governamentais, os dados utilizados são recursos públicos onde qualquer um pode alterar, mas apenas com o consentimento de todos (XENOU, MADAS E AYFANDOPOLOU, 2022)

#### 4.1.3 Câmeras e Sistema de Posicionamento Global

A utilização de rede câmeras tem como objetivos fazer a verificação do fluxo de pedestres, também podem realizar reconhecimento facial e rastreamento para entender como as pessoas se movem pela cidade. A mesma tecnologia pode ser utilizada para fazer o monitoramento de veículos de transporte coletivo, em tempo real (JAMES ET AL, 2022).

#### 4.1.4 Impressão 3D

Com o crescimento do comércio eletrônico, o qual evidenciou a substituição de estabelecimentos físicos por lojas na web e as tendências logísticas ou de fabricação emergentes, como a impressão 3D, são representações de exemplos vívidos da digitalização (XENOU; MADAS; AYFANDOPOLOU, 2022).

#### 4.1.5 Inteligência Artificial

Considerada uma área das ciências da computação que adiciona inteligência às aplicações, sendo o avanço tecnológico que fornece aos computadores habilidades semelhantes às humanas, permitindo que algoritmos de aprendizagem baseado em visão computacional possam por exemplo, processar imagens sem intervenção humana, sendo utilizadas em contagens e fluxos de pedestres, monitoramento da qualidade do ar, detecção de vazamentos de água, entre outros (LYTRAS e SERBAN, 2020).

#### 4.1.6 Internet das Coisas (IoT)

Facilitador tecnológico do movimento de cidade inteligente devido ao acesso onipresente e instantâneo à informação e capacidade de processamento de informação, onde os grandes dados podem ser utilizados e integrados física e logicamente em processos interconectados que reúnem informações não estruturadas ou em massa. Com a utilização da inteligência são realizadas análises dos dados interconectados, identificando tendências, padrões, resultados e realizando previsões, a fim de identificar soluções eficientes e oportunas para melhorar o valor da produção, a organização do sistema ou os resultados dos processos (LYTRAS e SERBAN, 2020).

#### 4.1.7 Redes Wi-Fi e 5G



As redes de comunicação, como banda larga e redes móveis, Wi-Fi público gratuito e redes de área ampla de baixa potência (LPWAN) fornecem suporte para a Internet das Coisas, essa infraestrutura imaterial como hotspots Wi-Fi e o fornecimento de altas velocidades de download da Internet podem vir a facilitar as operações de logística da cidade por meio de comunicação e troca de dados mais rápidas, permitindo a coleta de dados por diferentes dispositivos (LYTRAS; SERBAN, 2020).

#### 4.1.8 Sensores

A implementação de sensores, que comumente realizam a transferência de dados em tempo real, podem ser utilizados para a realização de medições como fluxo de tráfego, movimento de pedestres, qualidade do ar, temperatura, umidade, chuva, número de passageiros, velocidade do vento, consumo de energia etc. Dentro desse ambiente pluralista e que uma abordagem integrada para a coleta de dados e a curadoria tem o potencial de apoiar o planejamento, a gestão e a conscientização social da cidade e desenvolver novos métodos de avaliação para futuras infraestruturas ou intervenções políticas (JAMES ET AL, 2022)

#### 4.1.9 Serviços de Computação em Nuvem

A Computação em Nuvem pode ser usada como modelo para melhorar a eficiência e a satisfação do usuário no governo eletrônico usando uma plataforma na Internet, no qual combinam um conjunto de tecnologias para permitir o acesso conveniente à rede e aos serviços de aplicativos, informações e computação fornecidos pelo governo (BIADACZ e BIADACZ, 2021).

#### 4.1.10 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

As TICs são consideradas agentes de crescimento econômico e catalisadores de mudanças econômicas e sociais estruturais essas tecnologias digitais podem ser usadas em rede e big data urbano para lidar com uma série de questões, como melhorar a governança e a prestação de serviços, criar infraestrutura crítica mais resiliente, aumentar a economia local, tornar-se mais sustentável, produzir melhor mobilidade, ganhar transparência e responsabilidade, melhorar a qualidade de vida e aumentar a segurança. Estudos apontam que na última década, muitos programas buscaram incorporar as TIC no ambiente urbano por meio de um processo de pesquisa engajada, co-criação e aprendizado compartilhado entre os governos locais, universidades e empresas, adotando uma abordagem de inovação da Hélice Tríplice (RUSO; HORVAT; MARIRIC, 2019).

### 4.2 INICIATIVAS IMPLEMENTADAS NO ÂMBITO DE AMBIENTE INTELIGENTE

Esta seção apresenta os resultados da revisão sistemática da literatura realizada com as iniciativas implementadas no âmbito do ambiente inteligente. Os resultados de iniciativas identificadas foram agrupados por similaridade, sendo sub categorizados como: (i) política; (ii) água; (iii) clima; (iv) lixo e resíduo (v) fauna e flora; (vi) energia; (vii) qualidade do ar e (viii) indústrias.

#### 4.2.1 Iniciativas relacionadas à política

Além dos aspectos tecnológicos de uma cidade inteligente, os cidadãos estão no centro da cidade, e a formulação de políticas deve ter como objetivo criar a melhor qualidade de vida para os residentes (ANGELIDOU, 2015).

Dentre alguns exemplos de iniciativas relacionadas à política é possível citar o Plano Diretor Inteligente e Sustentável de Medellín (MedIS2030), o qual compõe o planejamento e previsão estratégica para o direcionamento espacial tecnológico em seu contexto regional para 2030, onde se articula as várias dimensões das políticas públicas espaciais, maximizando os vínculos rurais e urbanos com base na implementação de projetos-pilotos de base tecnológica altamente inovadores, financiados por meio de parcerias público-privadas estratégicas e ajuda internacional.

A cidade de Barcelona também definiu algumas iniciativas como a unificação de todos seus planos desenvolvidos separadamente que envolviam ações climáticas em uma única estratégia, qual denominou-se Plano Clima 2018–2030, o plano desenvolvido juntamente com os cidadãos possui cinco linhas de ações definidas, são essas: (1) o bem-estar das pessoas em primeiro lugar, (2) melhorar a eficiência dos edifícios, (3) transformar os espaços públicos em ambientes saudáveis, biodiversos, eficientes e inclusivos, (4) desvincular o qualidade de vida das pessoas a partir do crescimento econômico com uma visão que aproveita ao máximo os recursos e evita emissões e geração de resíduos, e (5) colaboração de uma cidadania informada, crítica, proativa e empoderada. O principal objetivo que Barcelona visa para 2030 em termos de adaptação às mudanças climáticas, é aumentar a infraestrutura verde urbana da cidade em 1,6 km<sup>2</sup> (FERNÁNDEZ; PEEK, 2020).

#### 4.2.2 Iniciativas relacionadas à água

Com a implementação de uma gestão inteligente da água é possível proteger o abastecimento de água da cidade por meio da tomada de decisões em tempo real, além de evitar o desperdício, usando dados para detectar vazamentos, temperaturas e pressões da água (FERNANDEZ; PEEK, 2020). O tratamento e o consumo de água, são mencionadas como iniciativas implementadas em Czestochowa, na Polônia, onde possuem uma solução relativa à gestão dos resíduos do processo de tratamento de águas residuais para as necessidades de construções de comunicações, implantação de sistema de controle ativo de vazamentos e monitoramento direto da rede de esgoto pela empresa municipal gestora da rede de água e esgoto. Enquanto que a cidade de Viena possui o objetivo de otimizar o uso de água e de energia em edifícios escolares através de fontes de energia renováveis na rede elétrica da cidade.

Outras iniciativas como o desenvolvimento de uma praça de água a qual é equipada com um sistema de previsão de chuva que visa proteger a cidade de fortes chuvas e sobrecarga de esgoto na cidade de Roterdã na Holanda, e a iniciativa de Viena, a partir da estratégia Smart City Wien de infiltração de água nas ruas, o sistema de monitoramento inteligente para irrigação automática em 40% dos parques de Barcelona, podem ser usadas como exemplos de iniciativas relacionadas à água.

#### 4.2.3 Iniciativas relacionadas ao clima

Em relação a mitigação das mudanças climáticas, Ivars-Baidal et al (2023) traz que os planos de cidade inteligente e de destino inteligente devem enfatizar a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, destacando em sua análise a necessidade de políticas ambientais urbanas mais ambiciosas. Fernández e Peek (2020) mencionam a experiência da cidade de Viena com a implementação e financiamento de iniciativas para a utilização de sensores

ambientais e climáticos, os quais são utilizados nos semáforos da cidade. Referente ao mapeamento de vulnerabilidade ao calor por subdistrito são utilizados dados de satélites juntamente com dados populacionais no portal Open Data Viena.

O projeto SmartKB, possui como finalidade nas interações de planejamento e design relacionados ao resfriamento de edifícios e ambiente urbano. A cidade pretende ainda acrescentar novos pontos de sombra devido ao calor extremo vivenciado pela sua população, e por fim o desenvolvimento da primeira rua adaptada ao clima de Viena, equipada com arcos de resfriamento evaporativo.

#### 4.2.4 Iniciativas relacionadas à coleta de lixo e resíduos

As iniciativas de monitoramento para previsão de quantidade de resíduos produzidos para as coletas, foram pontuadas por Biadacz e Biadacz (2021) onde é mencionado a implementação adotada pelas cidades de Chicago, nos Estados Unidos, e de Seul, Coreia do Sul. Através da instalação de sensores em latas de lixo, os quais posteriormente formariam uma ferramenta analítica, as cidades previram corretamente a quantidade de lixo produzido. Como resultado, obtiveram a otimização das rotas de serviços municipais de coleta, e redução de 20% no número de ratos nas cidades, bem como uma economia financeira relativa.

Em Barcelona o controle e tratamento de resíduos são mencionados através das iniciativas de implantação do sistema de controle ativo de vazamentos e monitoramento da rede de esgoto que através das aplicações digitais e soluções organizacionais visam monitorar a segregação para prever a quantidade de resíduos produzidos pelos moradores.

#### 4.2.5 Iniciativas relacionadas à fauna e flora

Fatores e a indicadores de cidades inteligentes, comumente incluem diversas demandas para infraestruturas de áreas verdes (WYRWA; ZARAS; WOLAK, 2021). Isto, pode ser exemplificado com as iniciativas mencionadas pelos autores Fernández e Peek (2020), como Plano Clima desenvolvido por Barcelona que visa o aumento da sua infraestrutura verde em cerca de 1,6m<sup>2</sup>, além de adaptações sem a utilização das Tecnologia da Informação e Comunicação, como a fortificação da orla marítima com 700.000 m<sup>3</sup> de areia juntamente com a construção de diques, a rede de corredores verdes que busca conectar os diversos espaços verdes da cidade implementando jardins verticais e coberturas vivas.

Já para Viena, algumas das adaptações para as alterações climáticas são o desenvolvimento de um jardim de chuva, localizado no bairro Zoho, contendo uma pavimentação permeável e arborização urbana, expansão de espaços verdes e criação de espaços frescos, com pontos de sombra para o calor extremo de Viena. Além disso, a cidade também busca esforços adicionais de adaptação como a interligação de espaços abertos, jardins comunitários, o esverdeamento de fachadas e jardins verticais.

Referente à proteção da biodiversidade urbana desenvolvida, Viena possui o mapeamento dos locais de reprodução de andorinhas por meio de uma abordagem inteligente e participativa, além de disponibilizar uma plataforma online do projeto City Nature que visa conscientizar as pessoas sobre o valor da natureza, e reunir as principais informações sobre o projeto.

#### 4.2.6 Iniciativas relacionadas à energia

O planejamento urbano sustentável e inteligente é um mercado em rápido crescimento com alguns impulsionadores de crescimento muito fortes (BIADACZ; BIADACZ, 2021). Para uma gestão sustentável de energia existem diversas iniciativas espalhadas por cidades ao

redor do mundo, uma dessas cidades é Czestochowa, na Polônia que implementou uma gestão sustentável energia utilizando o princípio 5xE (Energia, Economia, Ecologia, Educação e Eficiência), atribuição de subsídios à substituição de sistemas de aquecimento por sistemas economizadores e ecológicos e à instalação de dispositivos de produção de energia a partir de fontes renováveis, ou seja, instalações solares, instalações fotovoltaicas e bombas de calor, com dois programas: “Reducing Low Emissions” e “Comuna Ensolarada”, e a implementação de um sistema de controle de iluminação com economia de energia (em tecnologia LED) em mais de 110 ruas.

Outras implementações inteligentes no âmbito de energia são a utilização de fontes de energia renováveis, edifícios auto suficientes em energia, quadros inteligentes em instalações públicas, soluções modernas de produção de energia, entre outros. Por fim, Paskaleva, Evans e Watson (2021) pontuam as soluções de economia de energia em sistemas elétricos e de transporte a partir do monitoramento de TIC e a incorporação de fontes renováveis de energia no transporte público para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

#### 4.2.7 Iniciativas relacionadas à qualidade do ar

De acordo com Smith et al. (2023), as iniciativas de Medellín referentes a qualidade do ar, como o projeto de sensoriamento “Smart Campus” o qual coleta informações da energia produzida internamente por painéis solares para compartilhar dados de produção de energia e analisar os impactos nos níveis de CO<sub>2</sub>, e o “Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá” que apresenta o desenvolvimento tecnológico e inovação, a fim de identificar e prever eventos naturais e antrópicos que possam alterar as condições ambientais da região ou que possam gerar riscos à população, são de suma importância visto que assim haverá contribuições para a redução dos custos de manutenção da cidade, crescimento econômico e cumprimento das obrigações impostas em relação às emissões de poluentes ao meio ambiente.

Ademais, os dados também são utilizados como ponto de partida para o estabelecimento das medidas de redução da poluição, e de políticas públicas, como o Plano Integral de Gestão da Qualidade do Ar para o Vale do Aburrá 2017 –2030 e o Protocolo Operacional para tratar de questões relativas à poluição do ar (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-AMVA, 2019).

#### 4.2.8 Iniciativas relacionadas à Indústria

A cidade inteligente de Shenzhen, na China, é destacada por HU (2019) que analisa a trajetória de transformação econômica da cidade em direção a uma economia do conhecimento e a transformação do planejamento da cidade em direção a uma priorização de sustentabilidade e inovação. Essas transformações econômicas e de planejamento abriram caminho para o plano de cidade inteligente de Shenzhen em 2018, o qual destacou-se a utilização da definição de Shenzhen inteligente como meta estratégica para o desenvolvimento futuro da cidade. A cidade possui duas empresas gigantes de telecomunicações – Huawei e Tencent – e realizou uma aproximação para que estas desempenhassem papéis fundamentais no avanço do movimento de cidades inteligentes na China.

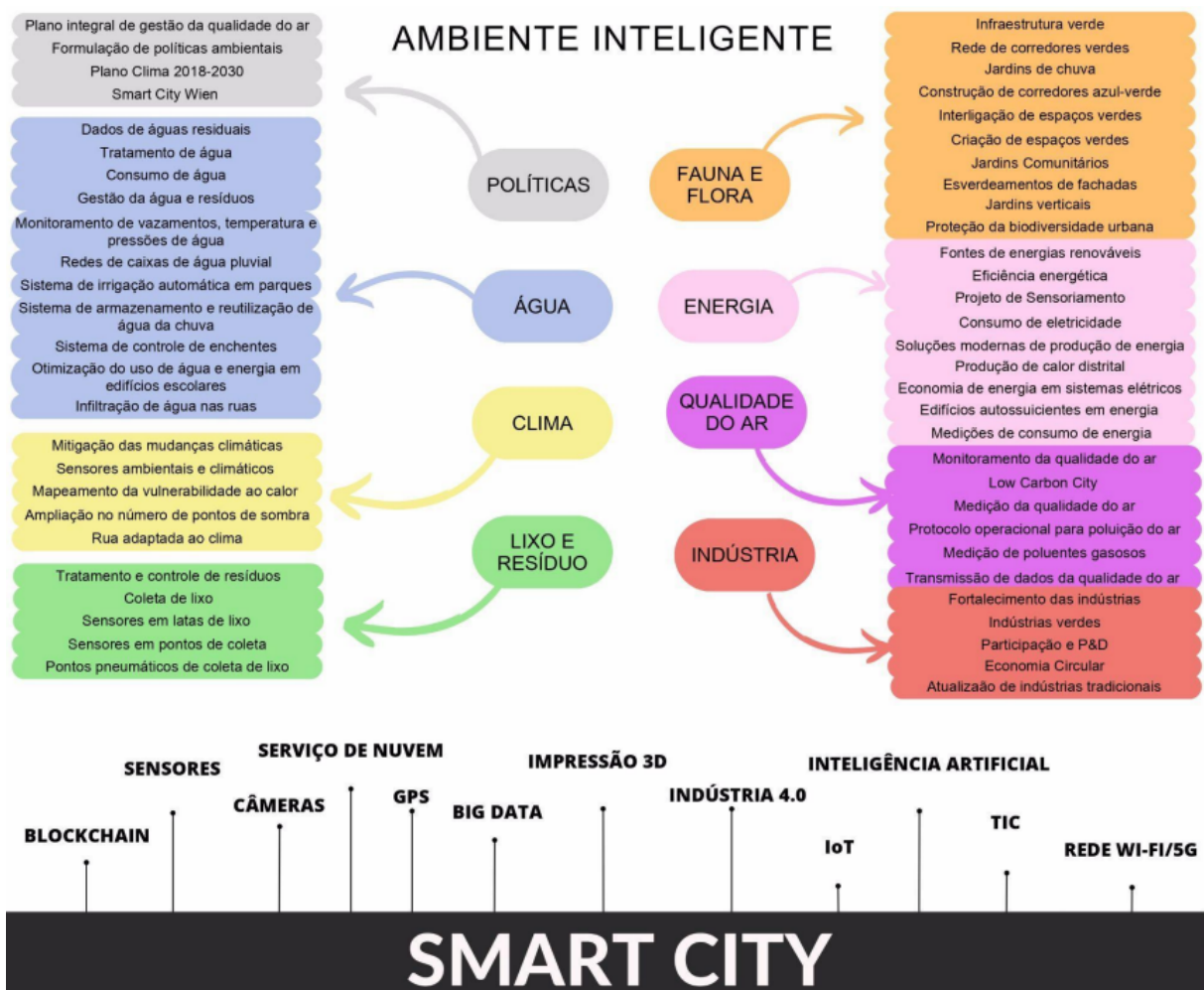
As grandes empresas estabelecidas na China como, Huawei, Baidu, Alibaba, Tencent, são frequentemente favorecidas pelos governos chineses na implantação de projetos de cidades inteligentes sob uma cultura política crescente de 'inovação nativa'. A meta de desenvolvimento de economia circular e indústrias verdes presentes no plano estruturado em 2010 foi um marco de afastamento fundamental do desenvolvimento anterior da cidade, que

seguia como trajetória de crescimento a industrialização. Assim, em 2010, foi pontuada a transformação economia por meio de: (1) fortalecimento das indústrias essenciais de alta tecnologia, finanças, logística e cultura; e desenvolvimento de novas indústrias; (2) aumentar a participação dos gastos em P&D no PIB e aumentar a capacidade de inovação nativa das empresas locais; (3) atualização de indústrias tradicionais liderada pela inovação; e (4) desenvolver a economia circular e as indústrias verdes.

## 5 DISCUSSÃO

Com a identificação de tecnologias que são utilizadas por cidades inteligentes e do mapeamento de iniciativas voltadas à dimensão de ambiente inteligente, juntamente com a definição de suas subcategorias, foi proposto um modelo, apresentada na figura 1, para auxiliar os gestores de cidades na visualização de possíveis iniciativas que podem vir a serem adotadas por uma cidade que visa tratar dos aspectos como poluição, proteção ambiental e gestão sustentável. Para melhor entendimento do gestor será pontuada as características de cada subcategoria/subdimensão apresentada no modelo.

Figura 1 – Modelo de iniciativas de ambiente inteligente e tecnologias



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Para realizar a implementação de uma cidade inteligente, Biadacz e Biadacz (2021) pontuam que é necessário a definição dos objetivos mais importantes a serem alcançados no qual a cidade deverá se basear para o desenvolvimento sustentável e nas necessidades dos residentes. Além disso, as diversidades de contextos territoriais e urbanos e as políticas locais e tipos de atores envolvidos fazem com que não exista um único modelo de cidade inteligente (KUMMITHA; CRUTZEN, 2017).

Desse modo, a subcategoria “política” é identificada como de suma importância para o desenvolvimento de um modelo, visto que as iniciativas de planejamento, formulação de leis e de planos a serem adotadas para as questões ambientais são o que definirão o modelo a ser executado. Apesar de ser pontuada como uma subcategoria individual é necessário destacar que essa apresentará uma relação direta com qualquer uma das demais subcategorias, levando em consideração que um plano ou planejamento político pode ser voltado especificamente a uma subárea.

É possível identificar que a sustentabilidade está atrelada a diversos conceitos de cidade inteligente, assim como, a conceituação específica de cidade sustentável destaca que as cidades devem se tornar sustentável. Para Chan (2015) a busca das cidades por seus benefícios sociais e econômicos vem com fortes pressões ambientais, como a rápida exploração dos recursos naturais o que ameaça o abastecimento de água, alimentos e energia para as cidades. Conforme mencionado, a gestão inteligente da água possui potencial para a proteção de um abastecimento de água da cidade através da tomada de decisões em tempo real, ajudando a evitar desperdício. Sendo assim, a subcategoria “água” parte da realização de todo controle de consumo, tratamento, gestão, monitoramentos e otimização da utilização da água.

As pressões ambientais sofridas pelas cidades, estão aumentando principalmente devido a intensificação das mudanças climáticas, diante da luta para manter a temperatura média global da Terra conforme acordado internacionalmente (FERNÁNDEZ; PEEK, 2020). Para Hunt e Watkiss (2011) a mudança climática possui impactos diretos que afetam o uso de energia, saúde, aumento do nível do mar, eventos climáticos extremos na infraestrutura construída e disponibilidade de água e recursos nas cidades. Diante da vulnerabilidade apresentada pelas cidades aos impactos das mudanças climáticas, se faz necessário a criação de sociedades adaptáveis, o clima disposto na terceira subcategoria, caracteriza-se pelas implementações voltadas para as mitigações das mudanças climáticas, adoção de medidas de temperaturas e mapeamentos realizados para controle.

Conforme mencionado por Wyrwa, Zaras e Wolak (2021) atualmente, de acordo com a definição da Comissão Europeia, uma cidade inteligente é aquela que utiliza tecnologias digitais para aumentar a eficiência e melhorar as condições de vida, reduzir custos e economizar recursos, bem como aumentar o engajamento cívico. Destacando como principais setores de uma cidade inteligente o transporte, energia, saúde, água e gestão de resíduos.

Os autores Biadacz e Biadacz (2021), assim como Fernández e Peek (2020), citam cidades inteligentes que apresentam iniciativas para o lixo e o resíduo. Evidencia-se a que seja dada importância para as implementações voltadas ao lixo e resíduos de uma cidade, essa subdimensão possui como enfoque as medidas adotadas em todos processos de coleta, tratamento e controle de uma cidade.

A subdimensão de fauna e flora está relacionada, de modo geral, à proteção da biodiversidade e à adoção de ambientes urbanos verdes. Esta irá englobar iniciativas que podem ser atreladas a três tipos de sustentabilidade, sendo essas: a sustentabilidade territorial, sustentabilidade ecológica e sustentabilidade ambiental.

Os principais desafios que a economia global enfrenta ocorrem devido às mudanças climáticas e à disponibilidade limitada de recursos energéticos, segurança energética e poluição (XENOU; MADAS; AYFANDOPOLOU, 2022). A sexta subcategoria, energia,

abrange sobre a utilização de novas soluções de produção de energia renováveis, controle nas medições do consumo, utilização com eficiência e economia.

Como sétima subcategoria apresentada, a qualidade do ar irá tratar diretamente às adoções de protocolos, monitoramentos e controles do ar, assim como, dos poluentes gasosos. Arelada diretamente a qualidade de vida da população, a qualidade do ar deve ser preocupação para os gestores da cidade, diante dos seus impactos em todo meio ambiente. Smith et al. (2023) pontua que a apropriação da tecnologia com o vínculo direto com problemas comuns, como a qualidade do ar, contribuiu para conceituações da cidade inteligente mais relevantes, como a cidade de Medellín, a mesma é vista como uma estratégia de planejamento para o futuro dentro da nova lógica de desenvolvimento promovida por organizações internacionais em todo o mundo.

Por fim, cabe ressaltar, que uma iniciativa presente em uma subcategoria, pode possuir relações com uma ou mais subcategorias, visando que todas estão dentro de uma dimensão e possuem benefícios cumulativos. Além disso, são apresentadas as tecnologias identificadas, de acordo com a literatura, utilizadas por cidades inteligentes para adoção das iniciativas. Sendo essas: big data, blockchain, câmeras, serviços de nuvem, sistema de posicionamento global, internet das coisas, impressão 3D, tecnologias da informação e comunicação, inteligência artificial, redes sem fio e sensores.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo geral propor um mapeamento de iniciativas implementadas no mundo conforme a dimensão de ambiente inteligente proposto por Giffinger et al. (2007). O trabalho teve ainda como objetivos específicos: i) buscar na literatura iniciativas implementadas no mundo para tornar-se uma cidade com ambiente inteligente; ii) identificar modelos amplos já implementados em smart cities e; iii) propor um modelo genérico de orientação à gestores públicos e governantes para auxiliar na priorização e direcionamento de iniciativas de ambiente inteligente.

A partir de uma revisão sistemática da literatura que partiu de uma abordagem ampla sobre cidades inteligentes, foi possível identificar, a partir da análise de 14 artigos, quais iniciativas já foram abordadas no que tange à ambientes inteligentes em cidades inteligentes. Nesse sentido, foram identificadas 56 iniciativas e estas foram divididas em 08 categorias: política, água, clima, lixo e resíduo, fauna e flora, energia, qualidade do ar e indústrias. Durante a exploração da literatura, foi possível também perceber que estas iniciativas são suportadas por 10 tipos de tecnologias que devem servir como base, sendo estas então apresentadas para que pudesse ser destacada sua relevância.

A construção de um modelo genérico para a implementação de ambientes inteligentes em cidades partiu de uma exploração de modelos anteriores já publicados na literatura. A análise destes modelos foi importante para a visualização de como as inteligências têm sido abordadas e, a partir disso, construir uma proposta diretamente relacionada à categoria de ambiente proposta por Giffinger et al. (2007). O modelo proposto levou em consideração as características de cada dimensão proposta pelo autor, assim, foi possível identificar categorizar, após foram identificadas as similaridades das iniciativas para ser definidas as subdimensões, por fim, incluiu-se ao modelo as tecnologias identificadas para que os gestores identifiquem as possibilidades tanto de iniciativas como as tecnologias adotadas no mundo, e que podem ser implementadas por uma cidade que visa constituir um ambiente inteligente.

Entende-se que o desenvolvimento de modelos é importante para que gestores públicos possam direcionar seus esforços mais assertivamente para tornar as cidades mais inteligentes no que tange ao ambiente, sendo este um ponto importante de partida em direção

à sustentabilidade e preservação ambiental de cidades inteligentes e que emerge deste trabalho.

Como limitações deste trabalho aponta-se a abordagem específica relacionada a ambientes inteligentes, podendo assim, sugere-se para estudos futuros:

(i) Desenvolver modelos mais amplos abordando todas as dimensões de cidades inteligentes propostas por Giffinger et al. (2007);

(ii) Desmembrar o modelo proposto em fluxos mais específicos de como implementar as iniciativas de ambiente inteligente em cidades;

(iii) Implementar as iniciativas de ambiente inteligente em um estudo de caso piloto específico em uma cidade.

(iv) Identificar as tecnologias utilizadas em cada iniciativa mencionada no modelo proposto.

## REFERÊNCIAS

ANGELIDOU, Margarita. Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, v. 47, p. 95-106, 2015.

BIADACZ, Renata; BIADACZ, Marek. Implementation of “Smart” Solutions and An Attempt to Measure Them: A Case Study of Czestochowa, Poland. *Energies*, v. 14, n. 18, p. 5668, 2021.

DURAND, Augusto Eduardo de Jesus. Centro de Operações Integrado: Câmara Municipal do Barreiro: cidades Inteligentes—análise de um estudo de caso. 2013. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais.

FERNANDES, Ricardo; GAMA, Rui. A cidade digital vs a cidade inteligente: estratégias de desenvolvimento sócio-económico e/ou de marketing territorial. In: *Actas do 2º Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, Universidade do Minho, Braga. 2006.

GARCÍA FERNÁNDEZ, Cristina; PEEK, Daniël. Smart and sustainable? Positioning adaptation to climate change in the European smart city. *Smart Cities*, v. 3, n. 2, p. 511-526, 2020.

GIBSON, David V.; KOZMETSKY, George; SMILOR, Raymond W. (Ed.). *The technopolis phenomenon: Smart cities, fast systems, global networks*. Rowman & Littlefield, 1992.

GIFFINGER, Rudolf et al. City-ranking of European medium-sized cities. *Cent. Reg. Sci. Vienna UT*, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2007.

HUNT, Alistair; WATKISS, Paul. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Climatic change*, v. 104, n. 1, p. 13-49, 2011.

HU, Richard. The state of smart cities in China: The case of Shenzhen. *Energies*, v. 12, n. 22, p. 4375, 2019.

IVARS-BAIDAL, Josep A. et al. Smart city and smart destination planning: Examining instruments and perceived impacts in Spain. *Cities*, v. 137, p. 104266, 2023.

JAMES, Philip et al. Realizing Smart City Infrastructure at Scale, in the Wild: A Case Study. *Frontiers in Sustainable Cities*, v. 4, p. 767942, 2022.



KUMMITHA, Rama Krishna Reddy; CRUTZEN, Nathalie. How do we understand smart cities? An evolutionary perspective. *Cities*, v. 67, p. 43-52, 2017.

LYTRAS, Miltiadis D.; ŞERBAN, Andreea Claudia. E-government insights to smart cities research: European union (EU) study and the role of regulations. *IEEE Access*, v. 8, p. 65313-65326, 2020.

MARSON, M. D. A industrialização brasileira antes de 1930: uma contribuição sobre a evolução da indústria de máquinas e equipamentos no estado de São Paulo, 1900-1920. SciELO, São Paulo, out/dez. 2014

MENDES, Marina Ceccato. Desenvolvimento sustentável. Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, 2008.

PASKALEVA, Krassimira; EVANS, James; WATSON, Kelly. Co-producing smart cities: A Quadruple Helix approach to assessment. *European Urban and Regional Studies*, v. 28, n. 4, p. 395-412, 2021.

PAPA, Rocco et al. Smart and resilient cities. A systemic approach for developing cross-sectoral strategies in the face of climate change. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, v. 8, n. 1, p. 19-49, 2015.

RIZZON, Fernanda et al. Smart City: um conceito em construção. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)*, v. 7, n. 3, p. 123-142, 2017.

ROSELAND, Mark. Dimensions of the eco-city. *Cities*, v. 14, n. 4, p. 197-202, 1997.

SACHS, I. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SILVA, André Koide da. Cidades inteligentes e sua relação com a mobilidade inteligente. Artigo, N. USP, v. 5192220, 2013.

SILVA, Michéle T. Candido. A dimensão do ciberespaço sob o prisma da cidade digital de Niterói. Monografia apresentada ao Curso de Pós-graduação de Organização Espacial do Rio de Janeiro da UFF, 2000.

SMITH, Harry et al. Exploring the relevance of ‘smart city’ approaches to low-income communities in Medellín, Colombia. *GeoJournal*, v. 88, n. 1, p. 17-38, 2023 (Área Metropolitana del Valle de Aburrá-AMVA, 2019).

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

WYRWA, Joanna; ZARAŚ, Magdalena; WOLAK, Katarzyna. Smart solutions in cities during the COVID-19 pandemic. *Virtual Economics*, v. 4, n. 2, p. 88-103, 2021.

XENOU, Elpida; MADAS, Michael; AYFANDOPOULOU, Georgia. Developing a Smart City Logistics Assessment Framework (SCLAF): A Conceptual Tool for Identifying the Level of Smartness of a City Logistics System. *Sustainability*, v. 14, n. 10, p. 6039, 2022.