

## CIDADES INTELIGENTES - UM PASSO A PASSO PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DE CIDADES BRASILEIRAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4674

Thayná Prendin Mitrof - thaynamitrof@poli.ufrj.br  
Universidade Federal Fluminense

Sandro Alberto Vianna Lordelo - sandrolordelo@id.uff.br  
Universidade Federal Fluminense

SARA MONALIZA SOUSA NOGUEIRA - saramsnogueira@gmail.com  
Universidade Federal do Ceará

José Rodrigues de Farias Filho - joserodrigues@id.uff.br  
Universidade Federal Fluminense

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi oferecer um guia para gestores públicos brasileiros implementarem soluções de tecnologia, e, assim, ajudar na formação de cidades inteligentes no país. Para isso, foram usadas as metodologias de Design Thinking, revisão bibliográfica e estudo de caso. Na primeira parte, uma contextualização da evolução da discussão sobre o tema cidades inteligentes, com sua relevância e descrição dos principais desafios atrelados. Na segunda parte, foi feita uma pesquisa sobre as diferentes definições do termo cidades inteligentes, formas utilizadas para avaliar o grau das cidades quantitativamente e um estudo sobre aplicações das principais tecnologias disruptivas da atualidade. Na quarta seção, são citadas ações já implementadas pelo projeto "Niterói que queremos", promovido pela prefeitura da cidade de Niterói, a fim de tornar-se uma cidade mais inteligente. A cidade de Niterói também foi escolhida para o estudo de caso. Na quinta parte, é sugerido um guia para as próximas soluções desenvolvidas no município com esse mesmo objetivo sob o viés da arquitetura de redes. Por fim, na sexta seção são apresentadas conclusões sobre o tema e sugestões para pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** Cidades Inteligentes. Tecnologias. Arquitetura de rede. Conectividade. Desenvolvimento Tecnológico. Gestão Pública

## CIDADES INTELIGENTES – UM PASSO A PASSO PARA A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DE CIDADES BRASILEIRAS

### 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais tem sido experienciada uma migração da população para o contexto urbano. A ONU prevê que, até 2050, mais de 70% da população estará nas cidades. O *World Bank Group* (2017) afirmou que o percentual da população vivendo nas cidades aumentou dos anos 1960 até 2016 em 20% em todo o mundo e em 31% só na América do Sul. Esse dado mostra que a América do Sul tem experimentado uma urbanização ainda mais acelerada que a média global.

Essa tendência mundial também é observada no Brasil. De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) a maior parte da população brasileira (84,72%) vive em áreas urbanas e somente 15,28% vivem em áreas rurais (IBGE, 2015). Uma cidade, segundo Helsén (2018), corresponde a um ecossistema social extremamente complexo que precisa garantir o desenvolvimento econômico associado à sustentabilidade de suas atividades. O próprio termo “cidades inteligentes”, historicamente, surge da discussão sobre cidades sustentáveis.

Segundo Depiné (2018), uma cidade inteligente utiliza as TIC's para criar todo um ecossistema urbano inovador. Harrison et al. (2010) apontam para uma inteligência coletiva urbana que busca conectar os sistemas de TI, infraestruturas físicas, grupos sociais e questões de negócios. Al-Hader et al. (2009) afirmam que a inteligência de uma cidade está relacionada à sua capacidade de transmissão de dados, gerenciamento de ativos de rede e aperfeiçoamento de protocolos, dentre outras métricas de caráter tecnológico de suas redes. Para Helsén (2018), cidades inteligentes focam no desenvolvimento de energia, transporte e TIC's de forma conjunta, e com o uso de novas tecnologias conseguem atingir melhores índices de qualidade de vida com menor impacto ambiental.

No mundo, tem sido elaborados indicadores que buscam avaliar o grau de inteligência das cidades. Um exemplo deles é o Cities Motion Index, criado em 2013 pela IESE Business School, da Espanha, que leva em consideração 10 critérios (*IESE Business School*, 2017): a) capital humano; b) coesão social; c) economia; d) gestão pública; e) governança; e) meio ambiente; f) mobilidade e transporte; g) planejamento urbano; h) conexões internacionais; e i) tecnologia. Cada critério desses pode, ainda, ser subdividido em diversos indicadores que vão apresentar um panorama geral da cidade com base em números. Segundo a OECD (2013), os indicadores necessitam de uma boa fonte de informação e cumprem o propósito e auxiliam na tomada de decisão, a partir de dados quantitativos medidos e monitorados. Trabalhar com indicadores é essencial para suprimir ao máximo aspectos subjetivos da avaliação.

Estudos usando tais indicadores buscam o aperfeiçoamento urbano que concilie esses critérios, a fim de propor melhorias para a população dessas cidades. No Brasil, há muito o que avançar para que as cidades alcancem níveis de maturidade para serem consideradas inteligentes pelos principais rankings. Dentre os principais desafios para a transição para uma cidade se tornar inteligente, encontra-se a disponibilidade de recursos financeiros, mas também a capacidade técnica de ser criativa quanto às alternativas viáveis de melhor aproveitamento dos recursos já existentes. E, ainda, mesmo para uma cidade que possa investir financeiramente, é comum que falte mão de obra qualificada para realização do desenho e implementação de soluções inteligentes para os problemas urbanos enfrentados. O conhecimento e a inovação são fatores determinantes para o

desenvolvimento de soluções urbanas realmente inteligentes e para isso é necessário melhorar a qualidade do ensino, promover a inovação e transferência de conhecimentos e utilizar de forma eficiente tecnologias de informação e comunicação (TIC's) (Helsen, 2018).

Diante disto, o presente estudo tem como objetivo oferecer a gestores públicos um plano básico de desenvolvimento de cidades inteligentes por meio da aceleração de sua transformação digital. Trata-se de uma sugestão de processo para esse desenvolvimento. O propósito é oferecer insumos para que gestores públicos adotem medidas capazes de ampliar a conectividade das suas cidades e, assim, criarem soluções urbanas mais eficientes para a população.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Cidades Inteligentes

Mesmo após mais de 30 anos de muita discussão sobre o significado prático deste termo, há também o conhecimento popular de que ser uma cidade inteligente significa ter o domínio de tecnologias de ponta. No entanto, essa visão não apenas está incompleta, como pode ser entendida como equivocada. É verdade que, os domínios de conexão em rede banda larga e soluções baseadas em aplicativos estão cada vez mais incorporados à gestão das cidades e que, segundo Depiné (2018), uma cidade inteligente utiliza as TIC's para criar todo um ecossistema urbano inovador.

Pela definição utilizada pela *EuroCities*, o conceito de cidades inteligentes precisa pensar em questões como sustentabilidade, qualidade de vida, competitividade global e empoderamento. Portanto, há de se considerar que essas tecnologias precisam estar aplicadas no cotidiano da população e de fato trazendo valor à vida de seus habitantes, atribuindo-lhes protagonismos para que se engajem socialmente e exerçam sua cidadania de forma ampla, sendo, portanto, as tecnologias ferramentas para atingir os conceitos de cidades inteligentes.

O grande desafio de tratar esse tema é ser capaz de traduzir os modelos que têm sido desenvolvidos no mundo para a prática e para a realidade tão particular de cada cidade. O desafio é ainda maior quando se trata de cidades médias, conforme Giffinger et al. (2007) explicitaram em seu trabalho. Isso porque cidades médias possuem, em geral, menos atrativos para investidores, maior dificuldade de retenção de capital humano, menor recolhimento tributário e grandes desafios de infraestrutura.

Para Wenge et al. (2014), mesmo que o termo "cidades inteligentes" esteja sendo discutido desde os anos 90, ainda não há definições fechadas sobre o que exatamente essa sustentabilidade urbana é na prática. Há definições, como a de Harrison et al. (2010) que apontam para uma inteligência coletiva urbana que busca conectar os sistemas de TI, infraestruturas físicas, grupos sociais e questões de negócios.

### 2.2 Índices

#### **Smart City Index**

Esse é um indicador que busca avaliar o grau de inteligência das cidades. O índice foi criado pela EasyPark, uma organização global focada em soluções para estacionamento, para revelar as cidades mais inteligentes do mundo, com foco em como elas estão adotando novas tecnologias para criar um presente e um futuro mais sustentável e habitável para seus cidadãos, segundo website da própria organização. O Smart City Index avalia os seguintes aspectos de uma cidade:

- Inclusão digital: o quanto a tecnologia de fato é utilizada pelos habitantes da cidade, pelo governo e em soluções do setor de saúde. Também avalia a reputação das instituições de ensino de tecnologia.
- Inovação em mobilidade: avalia o desenvolvimento de soluções de estacionamento, gerenciamento do tráfego e qualidade do transporte público.
- Infraestrutura tecnológica de negócios: considera o nível de inovação tecnológica empresarial na cidade e a qualidade da conectividade à internet.
- Sustentabilidade ambiental: analisa a utilização de energia renovável, desenvolvimento de plano de enfrentamento às mudanças climáticas e eficiência da gestão de resíduos.

### **IESE Smart City Index**

Esse índice foi criado em 2013 pela *IESE Business School*, da Espanha, criou o *Cities Motion Index*. Esse índice, leva em consideração 10 critérios que são explicitados abaixo (*IESE Business School*, 2017):

- Capital humano:** entendido como a capacidade de atrair e reter talentos em diferentes áreas. Este critério está diretamente relacionado ao acesso à cultura, ao nível de educação da população e à formas de promover a criatividade;
- Coesão social:** definido como grau de diversidade de um grupo e de interação social. Entende-se que a presença de vários grupos coexistindo e colaborando entre si é fundamental para o desenvolvimento de cidades inteligentes;
- Economia:** avalia fatores que promovam o desenvolvimento econômico do território e da indústria local. E ainda, a capacidade de fomentar a inovação e o empreendedorismo;
- Gestão pública:** pilar que busca mensurar ações capazes de tornar a própria administração pública mais eficiente, incluindo principalmente aspectos financeiros dessa gestão;
- Governança:** leva em consideração a eficiência e qualidade da intervenção do Estado em fatores como a percepção da corrupção, reservas econômicas, eficiência, qualidade e estabilidade das intervenções estatais;
- Meio ambiente:** baseia-se em métricas que apontem para o crescimento de forma sustentável, como acesso à água potável, índices de poluição e emissão de gases;
- Mobilidade e transporte:** nesse critério é avaliada a facilidade de locomoção nas cidades, o acesso aos serviços públicos de transporte;
- Planejamento urbano:** indica o grau de sustentabilidade do crescimento da cidade e tenta mensurar a qualidade de vida para a população, em fatores como a utilização e preservação de zonas verdes no território;
- Conexões internacionais:** esse critério de avaliação considera o impacto global de uma cidade, observando principalmente o turismo e investimento externo;
- Tecnologia:** definido como grau de acesso à tecnologia e o nível de inovação da cidade. Nesse tópico, leva-se em consideração a inclusão digital e a infraestrutura de rede, fatores obrigatórios para uma cidade ser considerada inteligente.

## **2.3 Ferramentas Tecnológicas**

### **IoT**

A IoT (*Internet of Things*) é uma tecnologia que permite que diversos dispositivos consigam trocar dados. Para isso, basta que o dispositivo esteja conectado à internet e

tenha sensores que transmitam dados. Esses dispositivos são chamados de inteligentes, pois são capazes de aprenderem preferências sem que tenham sido programados (CHIVERS, 2021). A IoT tem sido muito utilizada para monitoramento de dispositivos, tornando possível acompanhar padrões de uso do cliente e o desempenho do produto.

Essa tecnologia funciona de forma articulada e complexa, unindo elos de uma cadeia. Sung et al. (2020) utilizaram sensores inteligentes para coletar mais informações sobre pedidos de clientes, de posse de mais informações, aplicaram um algoritmo para tratar esses dados, a partir de então conseguiram prever ações e apresentaram como consequência positiva a diminuição de custos, pois conseguiram implementar a logística reversa. Essa tecnologia permite que mais dados sejam coletados, isso é feito de forma bastante precisa e com praticamente nenhuma intervenção humana necessária.

O uso da IoT também tem permitido um grande aumento dos níveis de flexibilidade e tem viabilizado a reconfiguração instantânea dos processos, garantindo menor latência e maior confiabilidade (MALDONADO *et al.*, 2021). Isso porque esses sensores de dispositivos conectados à rede podem receber comandos de ação caso uma ou mais condições definidas previamente sejam alcançadas. É justamente essa automatização de processos que tem sido utilizada por muitas empresas em suas linhas de produção e em muitas soluções digitais, fazendo que o tempo de reação e resposta seja consideravelmente menor que se o processo tivesse sendo realizado com intervenção humana. Em um mundo cada vez mais conectado, esse ganho de latência é garantia de maior eficiência, estabilidade de serviços e melhor experiência para o usuário (MALDONADO *et al.*, 2021).

A IoT traz benefícios também para a urbanização, de acordo com Kashyap *et al.* (2020), a tecnologia facilita a identificação e mitigação de falhas nos sistemas de transporte, ponto estratégico para uma cidade inteligente. Isso porque sabe-se que o setor de mobilidade urbana é um dos mais críticos para uma cidade, pois reflete muito de sua eficiência e capacidade produtiva.

## Big Data

Segundo Loon (2017), *Big Data* é um conceito que considera uma grande variedade de dados, sendo recebidos com grande volume e alta velocidade. Essa tecnologia tem sido utilizada para tentar prever comportamentos de consumo e assim balizar decisões de negócios nas mais diversas áreas. Uma grande vantagem de trabalhar com Big Data é a possibilidade de realizar mais simulações e analisar dados de forma automatizada.

O uso de sensores e máquinas inteligentes gera um grande volume de dados que gera a demanda por análises Big Data (WANG *et al.*, 2016). Então, sim, pode-se dizer que, em muitos cenários, uma análise de Big Data foi precedida de uma tecnologia IoT, responsável pela coleta e comunicação desses dados. De acordo com Moreno-Vozmediano *et al.* (2019), a análise de Big Data em tempo real permite a implementação de serviços mais elásticos e, como consequência, ocorre uma redução do SLA, fator extremamente importante para garantir a confiabilidade dos serviços entregues. Esse tipo de análise pode ser extremamente útil, por exemplo, para avaliar o sistema de segurança pública de uma cidade ou de educação.

O principal desafio para aplicação do Big Data, segundo Byrd *et al.* (2019), é a permissão para a concessão de dados de cada uma das partes envolvidas e demais acordos para compartilhamento de informações. Isso porque há diversas legislações e normas de compliance que precisam ser obedecidas e, muitas vezes, sobrepõem-se, como, por exemplo, a de que dados sensíveis das empresas de saúde que atuam em território nacional não podem ser migrados para servidores instalados em outros países e,

dependendo de onde essas aplicações rodam, estando em rede, é difícil oferecer essa garantia de forma transparente e auditável.

### **Blockchain**

*Blockchain* é uma base compartilhada e imutável para registrar transações, onde é possível rastrear ativos tangíveis ou intangíveis. Nesta base, as transações são registradas apenas uma vez, o que a torna mais confiável e uma alternativa otimizada para evitar a duplicação de esforços característica das redes de negócios tradicionais. O *Blockchain* pode ser utilizado como um sistema de gerenciamento de direitos digitais, concedendo permissões de acesso e armazenamento de dados do usuário de acordo com seus termos, condições e uma duração específica, segundo site institucional da IBM (<https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain?>), empresa de tecnologia.

Segundo Pierro (2017), o *Blockchain* não é apenas a base de todas as criptomoedas, mas também um complexo sistema distribuído de documentos com carimbos de data e hora. Para o autor, é assim que essa tecnologia estabelece a confiança entre todas as partes interessadas. Além de todos os aspectos relacionados à autenticidade dos conteúdos, não é possível apagar dados históricos e há maior proteção por criptografia (ASHLEY e JOHNSON, 2018).

Muitos autores têm estudado a aplicação do *Blockchain* no ramo da Gestão Pública. Dentre as indicações está a adoção de contratos inteligentes, isto é, contratos com mais níveis de verificação e controles de acesso, onde além da maior confiabilidade há a automatização de processos normalmente bastante demorados (HANG e KIM, 2020). Esses contratos estabelecem-se a partir de novos tipos de relações de confiança entre as partes envolvidas e para o caso de negócios sociais, pode catalisar seu crescimento (DEVINE *et al.*, 2021).

Para Ashley e Johnson (2018), o *Blockchain* favorece a aplicação de contratos inteligentes, mais seguros e transparentes e, por consequência, a implementação de programas de crédito mais assertivos. A tecnologia tem a capacidade de incorporar dados muito pequenos às transações para diversas finalidades, como a representação de ativos digitais, uma vez que o sistema conta com uma espécie de impressão digital de cada ativo. Assim, é possível ter contratos cada vez mais inteligentes, principalmente em áreas como a construção civil (KIM *et al.*, 2020). Sendo assim, pode colaborar para a diminuição da corrupção no âmbito do poder público.

Há também uma grande oportunidade de aplicação do *Blockchain* na sustentabilidade, uma vez que a tecnologia pode apoiar o processo de transição de uma cadeia de suprimentos tradicional tornar-se uma cadeia verde, com a redução do consumo de energia e eliminação eficiente de resíduos (PELLEGRINI *et al.*, 2020)

## **3 METODOLOGIA**

A metodologia dessa pesquisa pode ser classificada como explicativa e aplicada, quanto aos fins, e bibliográfica e estudo de caso, quanto aos meios de investigação, segundo de Vergara (1998). Trata-se de uma pesquisa explicativa pois teve como principal objetivo tornar inteligível a correlação entre desenvolvimento urbano e transformação digital. E, ainda, aplicada, porque buscou solucionar um problema concreto: a dificuldade de desenvolver soluções inteligentes de interconexão para os serviços públicos das cidades. A pesquisa também é classificada como bibliográfica, pois buscou a literatura acadêmica para a sistematização do estudo. Por fim, também se trata de uma pesquisa do

tipo estudo de caso, uma vez que abordou a cidade de Niterói especificamente para as análises, portanto, um contexto circunscrito definido.

O embasamento teórico desta pesquisa é resultado principalmente de buscas na plataforma Periódicos CAPES, nas bases científicas Scopus e Web of Science. Também foram incluídos nas pesquisas, livros e artigos científicos disponíveis no Google Acadêmico. Para a estruturação do guia de desenvolvimento de soluções, foram tomadas como referências a arquitetura sugerida por Wenge et al. (2014), a metodologia *Design Thinking* e experiência de trabalho em empresa do segmento de Data Centers, com ênfase em projetos de infraestrutura e interconexão.

Segundo Ambrose (2016), a metodologia do *Design Thinking* pode ser dividida nas seguintes partes:

1. Definir: nessa etapa são definidos os objetivos que são esperados, quem são as pessoas beneficiadas e quais suas expectativas;
2. Pesquisar: momento de realizar buscas que servirão como de base para o desenvolvimento posterior;
3. Gerar ideias: são desenhadas diversas soluções de acordo com as pesquisas realizadas anteriormente e, então, gerados os primeiros protótipos.
4. Testar protótipos: testa-se protótipos, uma aproximação do produto ao longo de uma ou mais dimensões de interesse, a fim de aprimorar as soluções desenhadas anteriormente e selecionar as mais promissoras por meio de testes e comparações de performance específicas.
5. Selecionar: quando uma das soluções desenhadas é escolhida e desenvolvida.
6. Implementar: inicia-se a execução da implementação dessa solução.
7. Aprender: são coletados e avaliados feedbacks por parte dos clientes e adotadas ferramentas como o PDCA a fim de trazer resultados positivos a partir do processo de melhoria contínua.

Nesta pesquisa, para desenvolver o guia, somente foram adotadas as três primeiras etapas do *Design Thinking*, pois nenhuma solução foi testada e implementada.

## 4 RESULTADOS

A cidade analisada nesse estudo será Niterói. Uma cidade com um pouco menos de meio milhão de habitantes, 129,4 km<sup>2</sup> de área territorial e situada a menos de 13 quilômetros da cidade do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil. É apontada como uma das melhores cidades do Brasil para se viver, trabalhar e investir, segundo diversos índices. O *Ranking Connected Smart Cities 2021*, estudo elaborado pela *Urban Systems*, em parceria com a Necta, avaliou todos os 677 municípios com mais de 50 mil habitantes do país. O objetivo era definir as cidades com maiores potenciais de desenvolvimento do Brasil. O resultado desse ranking foi divulgado na 7ª edição do evento nacional *Connected Smart Cities and Mobility*, em 2021, onde Niterói foi premiada em duas categorias de destaque.

É importante destacar que o uso de aplicações tecnológicas possibilita o avanço das cidades no sentido de se tornarem cada vez mais inteligentes. A base tecnológica para a cidade inteligente (e conectada) é composta de uma arquitetura de infraestrutura baseada em Redes de Telecomunicações, IoT e Big Data (CARONE, 2018).

A partir desta ideia, baseada na arquitetura sugerida por Wenge et al. (2014), na metodologia do *Design Thinking* e em experiências de trabalho em empresa do segmento de *Data Centers*, com ênfase em projetos de infraestrutura e interconexão

## 4.1 Desenho de solução

Essa solução pode ser dividida em blocos de funcionalidade que são configuráveis com base na capacidade esperada e nas necessidades regulatórias. Isso inclui uma infraestrutura convergente e armazenamento em camadas, silos e facilita a etapa de testes e seleção posteriores, pois se torna possível seguir apenas com parte das funcionalidades definidas e as demais são rapidamente excluídas da arquitetura da rede. Para o desenvolvimento do desenho da solução é necessário:

- definir políticas de utilização de dados,;
- definir nível de gerenciamento dos serviços;
- definir as ferramentas que serão utilizadas.

## 4.2 Pesquisar

Essa etapa também não foi citada na arquitetura sugerida por Wenge *et al.* (2014), provavelmente por ter sido entendida como anterior ao desenho da rede da solução que se deseja desenvolver. Apesar de curta, essa é uma fase muito importante para o desenvolvimento de soluções com qualidade. Para sua realização, algumas atividades precisam ser executadas. São elas: Buscar referências similares e Realizar consulta pública.

Existem diversas ferramentas digitais eficientes nesse processo de consulta pública, sendo uma destas, o aplicativo Colab. Esse é o principal aplicativo utilizado pela prefeitura da cidade de Niterói para ouvir sua população em relação a projetos de leis, coletar sugestões de melhorias na infraestrutura urbana e, mais recentemente, até para agendar o serviço de vacinação contra a Covid19. Essa é uma ferramenta muito interessante, pois permite também a interação entre usuários de forma multilateral e não apenas uma comunicação da bilateral entre a prefeitura e o cidadão.

## 4.3 Gerar ideias

### Coletar dados

Todos os modelos de cidades inteligentes passam em alguma camada de gerenciamento de informações como forma de construir uma vantagem na administração dessa cidade. Há diversos casos em que essa etapa é realizada com a utilização de sensores e dispositivos conectados à rede, baseados na tecnologia *IoT*.

### Transportar dados

Uma vez decidido qual o volume de dados que será transportado, bem como sua origem e destino, é necessário definir qual será o melhor protocolo de comunicação para tal. O protocolo mais utilizado é o TCP, um protocolo orientado à conexão e que define como estabelecer e manter uma conversa via rede, em que programas e aplicativos podem trocar dados.

### Armazenar dados

A primeira decisão a se tomar nesta etapa é onde armazenar esses dados. Se será um armazenamento físico em SSD e em HD, se será em *storage* também físico ou virtual ou até mesmo se será um armazenamento em *Cloud*. Essa deve ser uma decisão da equipe responsável pelo desenvolvimento da solução, mas a maioria dos armazenamentos atualmente está sendo realizado na nuvem. A escolha por uma abordagem geralmente *MultiCloud* é característica de comunicações que trafegam um alto volume de dados.

### Interconectar

O desenvolvimento de um ecossistema de parceiros representa uma grande oportunidade de desenvolvimento para as cidades. Para isso, é necessário contar com empresas parceiras fornecedoras de serviços de integração de diversos tipos. Esses provedores atuarão a partir de API em nuvem facilitando o escalonamento das soluções ofertadas e agilizando as integrações dos serviços ofertados ao usuário.

É necessário garantir a colaboração em tempo real, mesmo que em regiões diversas e, para isso, o diferencial será a menor latência possível para que não haja grandes atrasos entre usuários distintos de um mesmo sistema.

Também é preciso projetar como essa interconexão será feita, fisicamente por meio de cabeamento em UTP, fibras monomodo ou multimodo entre servidores energizados por circuitos elétricos, por *links* de internet contratados com operadoras ou com o provisionamento de circuitos virtuais diretamente em *Data Centers*.

### **Desenvolver interface**

O desenvolvimento de uma interface centrada no usuário é muito importante para garantir a usabilidade de todos os sistemas que estão sendo implementados. Precisa ser fácil para que imediatamente o usuário perceba o valor que está sendo entregue e garantir que haja uma resistência menor à mudança de cultura.

### **Revisar pontos de falha**

Essa etapa precisa de uma análise minuciosa em cada possível ponto de falha da infraestrutura elétrica e da arquitetura de rede. Para isso, a segmentação do roteamento pode reduzir a escala de um dano às aplicações. Assim como também é preciso atentar-se ao balanceamento de carga de rede para evitar sobrecargas e interrupções de fornecimento de serviço. Aqui, a estratégia é garantir redundância completa, de forma que se algum componente da estrutura ou da rede falhar o serviço não ficará indisponível.

### **Revisar segurança**

Primeiramente, é preciso entender que os equipamentos utilizados para criação de novos projetos para cidades inteligentes, normalmente são caros e por isso podem ser submetidos a roubos ou furtos. Então, a primeira camada de segurança deve ser física. Uso de cadeados, leitores biométricos, diferentes níveis de acesso e com senha, grades e até mesmo alocar um profissional de segurança são fatores necessários para garantia da integridade física dos equipamentos.

## **4.4 Testar**

A etapa de testes é muito importante pois responde se o caminho para o desenvolvimento está correto e se provavelmente os resultados definidos como objetivo no início do projeto serão alcançados. Não há um número ideal de testes ou para a duração dessa etapa. A própria equipe sentirá quando é necessário testar mais ou quando já é possível lançar um protótipo para ser testado. Esse momento de início da testagem depende de quais as pressões externas estão sendo exercidas sobre o cronograma deste projeto, quanto de recursos financeiros ainda está disponível e da segurança dos profissionais que estão liderando e desenvolvendo essa solução.

## **4.5 Selecionar**

### **Analisar resultados**

Neste momento do projeto os resultados da fase de testes são analisados com o objetivo de aperfeiçoar a solução e de tentar prever os resultados que serão alcançados

com a implementação definitiva. No contexto de cidades inteligentes, essa etapa traz tendências de impactos em outros subsistemas da cidade. Então, essa é a fase onde as reais consequências para a cidade começam a serem validadas.

### **Decidir**

A escolha entre opções testadas deverá ter como base os resultados alcançados, mas também levar em consideração tudo o que já foi levantado sobre custos, cronogramas, questões legais, estrutura de conexão. Por questões de transparência, dependendo do caso, é indicado abrir uma consulta pública para que esta decisão seja validada pela população.

## **4.6 Implementar**

### **Escolher da metodologia**

As metodologias de implementação mais comuns são as tradicionais em cascata ou as ágeis. Para projetos de tecnologia, as ágeis têm sido mais utilizadas, dentre elas a metodologia *scrum* que é desenvolvida por pacotes de trabalho denominados *sprints*. Esse formato de entregas geralmente possui uma frequência pré-definida, como semanal ou quinzenal, garantindo entregas parciais do projeto. A escolha de uma metodologia mais ágil dá mais flexibilidade, dinamicidade e capacidade de correção de erros para o projeto.

### **Definir processos**

Antes da implementação é preciso realizar um planejamento detalhado com definição da estratégia de entrada, plano de marketing e divulgação e estruturação do evento de lançamento.

### **Montar de um cronograma**

Com o processo de implementação já planejado monta-se um cronograma alinhando prazos e entregas. É importante que esse cronograma seja factível com a realidade e que contemple uma análise de riscos com descrição de planos de ação que podem ser tomados para que esses riscos sejam mitigados.

### **Executar**

Então, após seguidos os passos descritos anteriormente deve ser iniciada a execução da implementação da solução, conforme cronograma. Recomenda-se a formação de uma equipe de suporte de operação e atendimento ao público.

## **4.7 Aprender**

Nessa última fase, é necessário coletar feedbacks, medir resultados (dados quantitativos para a análise do desempenho da solução implementada), aplicar PDCA (buscar por melhorias viáveis de serem implementadas com base nos feedbacks coletados) e compartilhar resultados (para a gestão do conhecimento).

## **5 CONCLUSÃO**

Esse estudo buscou oferecer um guia para a transformação digital das cidades brasileiras, as dotando de maior embasamento para traçarem seus planos e tornarem-se cidades inteligentes. Essa não é uma transição fácil e muito menos vivenciada da mesma maneira pelas diferentes cidades. Entretanto, com a colaboração entre comunidade científica, poder público, iniciativa privada, agências reguladoras e instituições de terceiro

setor esse plano pode ser implementado em diversas cidades pelo país e mudar a vida de uma parcela significativa da população.

Foi apresentada o exemplo positivo da cidade de Niterói como forma estimular a implementação de novas políticas públicas que adotem tecnologias como ferramenta em cidades brasileiras para que se tornem mais inteligentes segundo critérios de análise citados. Vale pontuar que não espera-se que a tecnologia seja o principal agente promotor de melhoria social, esse papel cabe aos líderes públicos. Às tecnologias fica a missão se servir como recurso nas mãos dos gestores a fim de aplicarem as políticas públicas necessárias.

Cabe ressaltar, conforme Popper (1972) afirmou, toda pesquisa científica deve surgir de um problema, onde é oferecida uma solução provisória ao qual deve-se criticar, para que erros sejam eliminados. Dada a relevância do tema, são sugeridas pesquisas nesse campo a fim de:

- Documentar mais políticas públicas implementadas em cidades brasileiras com viés de conectividade e divulgar seus resultados para que possam servir de exemplo para outras cidades do país;
- Fazer simulações do impacto de cada indicador no grau de avaliação de uma cidade inteligente para entender de que forma é possível avançar nos principais rankings mais rapidamente;
- Acompanhar a o desenvolvimento de alguma solução urbana e realizar um quadro comparativo entre o esperado segundo este trabalho e o realizado. Assim, será possível aperfeiçoar esse guia e deixa-lo o mais completo o possível para que seja fácil de ser implementado mesmo por pessoas sem conhecimento sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

AL-HADER M. et al. Smart City Components Architecture. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE, MODELLING AND SIMULATION*, 2009, p. 93-97, DOI: 10.1109/CSSim.2009.34.

ASHLEY, M. J., & JOHNSON, M. S. Establishing a secure, transparent, and autonomous blockchain of custody for renewable energy credits and carbon credits. **IEEE Engineering Management Review**, v. 46, n. 4, p.100-102, dec., 2018, Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8486626>. Acesso em: 05 de fev. de 2022.

CARONE, T. E. **Future Automation**: Changes to live and business. San Francisco: University of Notre Dame, 2018.

CHIVERS. Kyle. What is the Internet of Things? How the IoT works, and more. **Norton**. Disponível em: <https://us.norton.com/internetsecurity-iot-what-is-the-internet-of-things.html>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

DEPINÉ, Ágatha. Fatores de atração e retenção da classe criativa: o potencial de Florianópolis como cidade humana inteligente. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169658>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

DEVINE, A., JABBAR, A., KIMMITT, J., & APOSTOLIDIS, C. Conceptualising a social business blockchain: The coexistence of social and economic logics. **Technological Forecasting and Social Change**, 2021, v. 172. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521004297?via%3Dihub>.

Acesso em: 5 de fev. de 2022.

HANG, L., KIM, D. H. Reliable task management based on a smart contract for runtime verification of sensing and actuating tasks in IoT environments. **Sensors**, 2020, v. 20, n. 4. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/4/1207>. Acesso: 5 de fev. de 2022.

HARRISON C. et al. Foundations for Smarter Cities. **IBM Journal of Research and Development**, 2010, v. 54, n. 4, p. 1-16. Disponível em: [https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain?lnk=hpmls\\_buwi&lnk2=learn](https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain?lnk=hpmls_buwi&lnk2=learn).

HALSEN, Pedro Brito. Cidades inteligentes: as cidades do Porto e de Lisboa - comparação. Orientador: Alexandra Paula Branco Pinto Leitão. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia Empresarial) - Universidade Católica Portuguesa, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/27611>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

IESE Business School. IESE Cities in Motion Index, 2017. Navarra: IESE. Disponível em: <http://www.iese.edu/research/pdfs/ST-0442-E.pdf>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

KASHYAP, N., KUMARI, A. C., & CHHIKARA, R. Service Composition in IoT using Genetic algorithm and Particle swarm optimization. **Open Computer Science**, 2020, v. 10, n. 1, p. 56-64. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/339929579\\_Service\\_Composition\\_in\\_IoT\\_using\\_Genetic\\_algorithm\\_and\\_Particle\\_swarm\\_optimization](https://www.researchgate.net/publication/339929579_Service_Composition_in_IoT_using_Genetic_algorithm_and_Particle_swarm_optimization). Acesso em: 5 de fev. de 2022.

KIM, K., LEE, G., KIM, S. A study on the application of blockchain technology in the construction industry. **KSCE Journal of Civil Engineering**, 2020, v. 24, n. 9, p. 2561-2571. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-020-0188-x>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

LOON, Ronald. What is Big Data And How Does It Work? **Data Science Central**, 2017. Disponível em: <https://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/what-is-big-data-and-how-does-it-work>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

MALDONADO, R., et al. Comparing Wi-Fi 6 and 5G downlink performance for Industrial IoT. **IEEE Access**, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/352113937\\_Comparing\\_Wi-Fi\\_6\\_and\\_5G\\_Downlink\\_Performance\\_for\\_Industrial\\_IoT](https://www.researchgate.net/publication/352113937_Comparing_Wi-Fi_6_and_5G_Downlink_Performance_for_Industrial_IoT). Acesso em: 5 de fev. de 2022.

MORENO-VOZMEDIANO, R., MONTERO, R. S., HUEDO, E., & LLORENTE, I. M. Efficient resource provisioning for elastic Cloud services based on machine learning techniques. **Journal of Cloud Computing**, 2019, v. 8, n. 1. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332452247\\_Efficient\\_resource\\_provisioning\\_for\\_elastic\\_Cloud\\_services\\_based\\_on\\_machine\\_learning\\_techniques](https://www.researchgate.net/publication/332452247_Efficient_resource_provisioning_for_elastic_Cloud_services_based_on_machine_learning_techniques). Acesso em: 5 de fev. de 2022.

OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use. Paris, 2013.

PIERRO, M. What is the blockchain? **Computing in Science & Engineering**, 2017, v. 19, n. 5, p. 92-95. Disponível em: [https://cse.sc.edu/~mgv/csce190f18/diPierro\\_mcs2017050092.pdf](https://cse.sc.edu/~mgv/csce190f18/diPierro_mcs2017050092.pdf). Acesso em: 5 de fev. de 2022.

POPPER, Karl R. **Conjunturas e refutações**. Brasília: Universidade de Brasília, 1972.

RADANOVIĆ, I., & LIKIĆ, R. Opportunities for use of blockchain technology in medicine. **Applied health economics and health policy**, 2018, v. 16, n. 5, p. 583-590. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30022440/>. Acesso em: 5 de fev. de 2022.

SUNG, S. I., KIM, Y. S., & KIM, H. S. Study on reverse logistics focused on developing the collection signal algorithm based on the sensor data and the concept of Industry 4.0. **Applied Sciences**, 2020, v. 10, n. 14. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/343134168\\_Study\\_on\\_Reverse\\_Logistics\\_Focused\\_on\\_Developing\\_the\\_Collection\\_Signal\\_Algorithm\\_Based\\_on\\_the\\_Sensor\\_Data\\_and\\_the\\_Concept\\_of\\_Industry\\_40](https://www.researchgate.net/publication/343134168_Study_on_Reverse_Logistics_Focused_on_Developing_the_Collection_Signal_Algorithm_Based_on_the_Sensor_Data_and_the_Concept_of_Industry_40). Acesso em: 5 de fev. de 2022.

## SMART CITIES – A STEP BY STEP TOWARDS THE DIGITAL TRANSFORMATION OF BRAZILIAN CITIES

**Abstract:** *The main objective of this work is to offer a guide for Brazilian public managers to implement technology solutions, and thus, help in the formation of smart cities in the country. To this end, in the first part, a contextualization of the evolution of the discussion on the topic smart cities was carried out, with its relevance and description of the main challenges linked to it. In the second part, a research was carried out on the different definitions of the term smart cities, ways used to assess the degree of cities quantitatively and a study on applications of the main disruptive technologies of today. The methodology of this work can be classified as: explanatory, applied, bibliographic and case study, as described in the third part, where the Design Thinking methodology used in this work is also presented. In the fourth section, actions already implemented by a specific project are mentioned, promoted by the city of Niterói, in order to become a smarter city, which was chosen for the case study. In the fifth part, a guide is suggested for the next solutions developed in the municipality with this same objective under the bias of network architecture. Finally, the sixth section presents conclusions on the topic and suggestions for future research.*

**Keywords:** *Smart Cities. Technologies. Network architecture. Connectivity. Technological Development*