

CIDADES INTELIGENTES E RESILIÊNCIA URBANA: PREPARANDO-SE PARA O FUTURO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

 <https://doi.org/10.56238/arev7n3-183>

Data de submissão: 18/02/2025

Data de publicação: 18/03/2025

Liliane Bernardo Sezini

Especialista em Cidades Inteligentes e Administração Pública
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
E-mail: lillianesezini@gmail.com

Fernanda Moura Vargas Dias

Doutora em Ciências Fisiológicas (UFES), Pós-doutorado em Fisioterapia (UDESC)
Professora Associada da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
E-mail: fernanda.dias@ufes.br

RESUMO

O artigo investiga o papel das cidades inteligentes na construção da resiliência urbana frente às mudanças climáticas. O objetivo geral é analisar como as tecnologias aplicadas nas cidades inteligentes podem fortalecer a capacidade das áreas urbanas em responder aos desafios climáticos. Os objetivos específicos incluem: explorar as tecnologias aplicadas para aumentar a resiliência urbana; identificar desafios e oportunidades em áreas vulneráveis, e, avaliar modelos de governança e planejamento urbano eficazes. A pesquisa baseou-se em uma revisão integrativa da literatura de trabalhos publicados entre 2004 e 2024. Durante o estudo foi observado que as tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), big data e redes inteligentes (smart grids) desempenham um papel crucial na resiliência urbana, permitindo o monitoramento em tempo real de condições ambientais e a mitigação eficaz de emergências. No entanto, desafios como a desigualdade no acesso a essas tecnologias e a necessidade de regulamentação robusta para garantir a segurança cibernética foram destacados. O artigo conclui que, embora as tecnologias de cidades inteligentes ofereçam um grande potencial para aumentar a resiliência urbana, elas precisam ser acompanhadas de políticas públicas inclusivas e colaborativas para garantir que seus benefícios sejam amplamente distribuídos. Futuros estudos podem focar na criação de modelos de governança participativa, dentre outros.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes. Resiliência Urbana. Mudanças Climáticas. Governança Climática.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o conceito de "cidades inteligentes" destacou-se como uma abordagem inovadora e essencial para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Uma cidade se caracteriza como inteligente, pelo uso intensivo de tecnologias digitais e dados para otimizar a gestão de recursos, melhorar a qualidade de vida e promover a sustentabilidade (Axhausen et al., 2012).

O crescimento acelerado das cidades e os efeitos das alterações climáticas têm posto à prova as formas convencionais de planejar e administrar os centros urbanos, tornando indispensável a busca por novas soluções que combinem progresso tecnológico e preservação do meio ambiente.

Estudos recentes indicam que a sinergia entre soluções tecnológicas e estratégias de resiliência podem fortalecer a capacidade das cidades para enfrentar os desafios climáticos, promovendo não apenas a adaptação às mudanças, mas também a mitigação de seus impactos. Além disso, o planejamento urbano baseado em dados e a integração de soluções baseadas na natureza podem contribuir significativamente para a criação de ambientes urbanos mais resilientes (Mcpherson et al., 2016).

Com as mudanças climáticas apresentando riscos crescentes para a infraestrutura urbana, a saúde pública e a economia, há uma necessidade urgente de desenvolver e implementar soluções tecnológicas que possam antecipar e mitigar seus efeitos. (Smith, Jones, 2023). Sistemas de alerta precoce, redes elétricas inteligentes (*smart grids*), mobilidade urbana sustentável e iniciativas digitais na administração pública são alguns exemplos de inovações tecnológicas que podem contribuir expressivamente para a resiliência das cidades frente aos impactos climáticos.

Contudo, a resiliência urbana não pode ser alcançada apenas com tecnologia; a participação ativa da comunidade e o planejamento inclusivo são igualmente fundamentais (Da Silva et al., 2024). Portanto, embora diversas cidades ao redor do mundo estejam adotando estratégias inovadoras para aprimorar tanto sua infraestrutura quanto a qualidade dos serviços oferecidos aos cidadãos, ainda existem desafios significativos a serem superados para integrar essas tecnologias a práticas de resiliência climática verdadeiramente eficazes.

Assim sendo, é relevante um estudo que contribua para o entendimento das sinergias entre tecnologia e planejamento urbano, oferecendo *insights* valiosos para gestores, planejadores e pesquisadores interessados em desenvolver cidades mais resilientes e adaptativas.

Nesse contexto, através de uma revisão integrativa da literatura existente, este artigo objetiva investigar como as cidades inteligentes podem contribuir para a resiliência urbana frente às mudanças climáticas, de forma não apenas melhorar a eficiência e a qualidade de vida nas cidades, mas também fortalecer a capacidade dessas cidades em enfrentar os impactos das mudanças climáticas. De forma

mais específica, o artigo busca analisar como as tecnologias de cidades inteligentes estão sendo aplicadas para o aumento da resiliência urbana; identificar os principais desafios e oportunidades na implementação de soluções inteligentes em áreas urbanas vulneráveis às mudanças climática se avaliar os modelos de governança e planejamento urbano que se mostram mais eficazes na integração das tecnologias de cidades inteligentes com a resiliência climática.

Este artigo encontra-se dividido em 4 seções: seção 1, onde é apresentada a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa; seção 2, onde é realizada a revisão da literatura; seção 3, onde apresentam-se os resultados e a discussão; por fim, na seção 4, é apresentada a conclusão da pesquisa.

2 METODOLOGIA

O presente estudo é uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa do tipo revisão integrativa, focada no tema "Cidades Inteligentes e Resiliência Urbana: Preparando-se para o Futuro das Mudanças Climáticas". O método utilizado permite uma síntese do conhecimento existente e a integração dos resultados obtidos para sua aplicação prática.

Para a realização desse estudo, foram seguidas as etapas descritas a seguir: definição das perguntas norteadoras, definição dos objetivos da pesquisa, definição dos critérios de inclusão e exclusão dos documentos, definição das informações a serem extraídas das pesquisas, triagem dos documentos na literatura, metodologia de busca e seleção, análise dos resultados e, por fim, discussão dos achados e apresentação da revisão.

As perguntas norteadoras da pesquisa foram: "Como as tecnologias de cidades inteligentes estão sendo aplicadas para aumentar a resiliência urbana? Quais são os principais desafios e oportunidades para implementar soluções inteligentes em áreas urbanas vulneráveis às mudanças climáticas? Quais modelos de governança e planejamento urbano são mais eficazes na integração de cidades inteligentes e resiliência climática?".

Estas perguntas guiaram a formulação do objetivo geral e dos objetivos específicos da revisão, que visavam investigar a contribuição das tecnologias de cidades inteligentes para a resiliência urbana, identificar desafios e oportunidades na implementação dessas soluções em áreas vulneráveis e analisar os modelos de governança e planejamento mais eficazes.

Os critérios de inclusão e exclusão dos documentos foram claramente estabelecidos. Foram incluídos documentos que abordam tecnologias de cidades inteligentes, resiliência urbana, mudanças climáticas e modelos de governança e planejamento urbano, publicados entre 2004 e 2024. Por outro

lado, foram excluídas teses de doutorado, dissertações de mestrado, monografias, matérias jornalísticas e documentos em áudio e vídeo.

Para a coleta de dados, foram extraídas informações relevantes sobre as aplicações tecnológicas para a resiliência urbana, os desafios e oportunidades na implementação de soluções inteligentes e os modelos de governança e planejamento urbano. A seleção dos documentos foi realizada entre agosto e setembro de 2024. Foram utilizadas as bases de dados online da *Elsevier Science's Mega Source (ScienceDirect)*, *Wiley Online Library*, *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE Xplore)*, *Sage Journals*, *SpringerLink*. Os descritores utilizados na busca incluíram termos como "Cidades Inteligentes", "Resiliência Urbana" e "Mudanças Climáticas", combinados em algumas bases de dados com o operador booleano AND para refinar a pesquisa. Filtros de idiomas (inglês e português) e ano de publicação também foram aplicados.

Os procedimentos de busca e seleção resultaram em diferentes volumes de documentos para cada base de dados. No *ScienceDirect*, a busca inicial gerou 328 documentos; após a aplicação dos critérios de exclusão e análise dos resumos, 18 artigos foram escolhidos. Em *Wiley Online Library*, dos 36 documentos recuperados, 12 foram filtrados, resultando na seleção de 2 artigos. No *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE Xplore)*, foram encontrados 158 artigos, dos quais 17 passaram pelos filtros aplicados e 7 foram selecionados após análise dos resumos. No *Sage Journals*, 38 documentos foram encontrados, com 15 selecionados após filtros e análise dos resumos, dos quais 5 foram escolhidos para análise detalhada. No *SpringerLink* foram encontrados 310 artigos, dos quais 62 foram filtrados e 4 foram selecionados para análise detalhada.

Além da pesquisa nas bases de dados mencionadas, também foram utilizados de 5 artigos e 1 capítulo de livro localizados por meio de pesquisa exploratória em plataforma online, além de 6 sítios eletrônicos governamentais.

A análise dos resultados envolveu a avaliação das contribuições dos documentos selecionados e dos projetos aplicados nas cidades para a compreensão das tecnologias de cidades inteligentes, dos desafios e oportunidades em áreas vulneráveis e dos modelos de governança e planejamento urbano. A análise proporcionou uma síntese dos principais achados em diferentes abordagens encontradas na literatura e no contexto das cidades analisadas.

A revisão foi estruturada para oferecer uma visão consolidada do tema abordado. A amostra final para análise foi composta por 48 documentos, sendo 18 da *ScienceDirect*, 2 da *Wiley Online Library*, 7 provenientes do *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 5 da *Sage Journals*, 4 da *SpringerLink*, 5 artigos e 1 capítulo de livro de pesquisa exploratória, que foram revisados e analisados detalhadamente, além de 6 sítios eletrônicos governamentais.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 COMO AS TECNOLOGIAS DE CIDADES INTELIGENTES ESTÃO SENDO APLICADAS PARA AUMENTAR A RESILIÊNCIA URBANA?

A resiliência urbana, definida como a capacidade das cidades de resistir, adaptar e se recuperar de eventos adversos, é cada vez mais relevante no contexto das mudanças climáticas (Leichenko, 2011). Eventos extremos como enchentes, ondas de calor e tempestades intensas estão se tornando mais frequentes e severos devido às alterações no clima global (IPCC, 2021), tornando a resiliência urbana, um conceito central no planejamento e gestão das cidades contemporâneas, exigindo novos modelos de governança que priorizem a adaptação e mitigação frente aos desafios ambientais (Evans, 2011).

Simultaneamente, as cidades inteligentes, ao integrarem tecnologias digitais de forma estratégica, oferecem soluções inovadoras para melhorar a eficiência e a sustentabilidade urbana, ao mesmo tempo em que fortalecem a capacidade das cidades de se adaptarem aos desafios ambientais emergentes (Kitchin, 2014).

Uma das tecnologias mais amplamente aplicadas no contexto das cidades inteligentes é a Internet das Coisas (IoT), que envolve a interconexão de dispositivos por meio de sensores que coletam e transmitem dados em tempo real. A Internet das Coisas (IoT) possibilita a criação de sistemas urbanos integrados que monitoram continuamente variáveis críticas, como níveis de água, qualidade do ar e temperatura (Da Silva et al., 2024).

Esses sistemas de monitoramento contínuo são essenciais para aumentar a resiliência urbana, pois permitem que as autoridades locais identifiquem rapidamente potenciais ameaças e implementem medidas de mitigação (Ahern, 2011). Em cidades propensas a inundações, especialmente em zonas costeiras ou baixas, os sensores IoT são frequentemente instalados em bacias hidrográficas para monitorizar os níveis de água. Quando estes níveis excedem um limite predefinido, as autoridades podem emitir alertas precoces ao público e coordenar respostas de emergência, ajudando assim a mitigar os impactos das inundações (Chen et al., 2022).

A IoT também tem sido aplicada para otimizar a gestão de infraestruturas críticas, como redes de energia e transporte, aumentando sua resiliência a desastres e interrupções, através de sistemas de monitoramento e controle avançados (Chlamtac et al., 2012). Além disso, o potencial da Internet das Coisas é ampliado quando combinada com o uso de *big data*. *Big data* se refere à coleta e análise de grandes volumes de dados provenientes de múltiplas fontes, incluindo sensores urbanos, dados de redes sociais, sistemas meteorológicos e históricos de desastres (Chen et al., 2014).

O uso de *big data* para analisar padrões de risco e vulnerabilidade tem sido fundamental para a melhoria da resiliência urbana, permitindo a tomada de decisões informadas com base em evidências concretas (Kitchin, 2014). O acesso a dados históricos e a modelagem climática futura é crucial para permitir que as cidades projetem com maior precisão a probabilidade de desastres climáticos e desenvolvam estratégias de adaptação para proteger os mais vulneráveis (IPCC, 2014).

Além disso, o uso de técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*) possibilita a criação de modelos preditivos mais precisos. Esses modelos são capazes de prever, com antecedência, como as mudanças climáticas e outros fatores ambientais podem impactar a infraestrutura e as populações urbanas, fornecendo às cidades a capacidade de adaptar suas políticas e respostas em tempo real (Bonsall et al., 2019).

Da mesma maneira, as redes inteligentes (*smart grids*) são um componente-chave das cidades inteligentes, pois desempenham um papel crucial na resiliência urbana. Essas redes utilizam sensores avançados e algoritmos de previsão para detectar rapidamente quedas de energia e áreas de falha. Durante eventos climáticos extremos essa tecnologia permite que a rede responda automaticamente, redirecionando a energia para áreas não afetadas e minimizando a extensão dos apagões. Ao isolar rapidamente os danos, as *smart grids* também evitam o efeito cascata, no qual falhas locais podem se espalhar para regiões mais amplas da cidade (Amin, 2011; Das et al., 2020).

Além de isolar danos, as *smart grids* também facilitam a integração de fontes de energia distribuída, como a energia solar e eólica. Essa flexibilidade é fundamental durante desastres naturais, especialmente quando a infraestrutura centralizada de energia sofre danos significativos. A capacidade de integrar rapidamente fontes de energia distribuídas permite que áreas críticas, como hospitais e centros de controle de emergência, continuem funcionando, mesmo que a rede principal esteja fora de operação (Mancarella, Panteli, 2017).

A recuperação pós-desastres também é facilitada pelas *smart grids*, uma vez que este tipo de rede proporciona uma visualização detalhada da infraestrutura danificada e indicam as áreas prioritárias para reparo, permitindo que equipes de manutenção sejam direcionadas de maneira eficiente, restaurando a energia mais rapidamente em comparação com as redes tradicionais (Fang et al., 2012).

Por fim, as *smart grids* também desempenham um papel fundamental na comunicação com a população durante emergências, pois permitem a divulgação de informações sobre cortes de energia, atualizações de status e instruções de segurança diretamente para os cidadãos, ajudando a garantir que a população esteja informada e preparada, minimizando os riscos e garantindo uma resposta mais organizada às situações de crise (Farhangi, 2010).

Além da *smart grids*, outra infraestrutura essencial em momentos de crise são os sistemas de transporte urbano. As tecnologias de cidades inteligentes aplicadas ao transporte urbano permitem otimizar o fluxo de tráfego, identificar rotas alternativas durante emergências e garantir que as infraestruturas de transporte sejam restauradas rapidamente após desastres. Sensores instalados em vias, por exemplo, podem monitorar o volume de tráfego e ajustar os semáforos automaticamente para reduzir congestionamentos em situações de crise (Al-Hattab et. al., 2024).

Além disso, os drones oferecem uma cobertura abrangente para monitoramento, alcançando áreas remotas e coletando dados, em tempo real, que podem ser analisados para implementar ações preventivas ou realização de intervenções, quando necessário. Durante a pandemia da COVID-19, as cidades inteligentes utilizaram drones para entregar suprimentos médicos em áreas isoladas e monitorar a adesão às medidas de distanciamento social (Aujla et. al, 2022). Esta utilização da tecnologia não só ajudou na gestão da crise imediata, mas também demonstrou o potencial dos drones no reforço da resiliência urbana e na gestão da saúde pública.

3.2 QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA IMPLEMENTAR SOLUÇÕES INTELIGENTES EM ÁREAS URBANAS VULNERÁVEIS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS?

Nos últimos tempos, as tecnologias têm ajudado a alertar as pessoas sobre o início de cheias e outros desastres climáticos. No entanto, a adoção dessas tecnologias enfrenta obstáculos significativos que pode limitar o acesso e a capacidade de implementação de soluções inteligentes (Brakenridge, Groeve, Kugler, 2007; Ma, 2021).

Uma das principais barreiras para a implementação de soluções inteligentes em áreas urbanas vulneráveis às mudanças climáticas é a desigualdade no acesso às tecnologias e recursos econômicos (Aghajani, Ghadimi, 2018). Enquanto cidades em países desenvolvidos estão adotando tecnologias inteligentes para enfrentar desafios urbanos, muitas áreas em países em desenvolvimento enfrentam limitações significativas em termos de financiamento e capacidades técnicas, o que pode aumentar as desigualdades sociais e deixar as populações mais vulneráveis ainda mais expostas aos impactos das mudanças climáticas (Graham, Shelton, 2013).

Além disso, mesmo nas cidades que possuem acesso a tecnologias avançadas, os custos de instalação e manutenção de infraestruturas inteligentes podem ser proibitivos (Kitchin, 2014). A necessidade de parcerias público-privadas para viabilizar esses projetos é essencial, mas também complexa, pois exige uma divisão clara de responsabilidades e a criação de incentivos para atrair investimentos privados em áreas urbanas de alta vulnerabilidade (Axhausen et al., 2012).

Outro desafio significativo na implementação de soluções inteligentes para a resiliência urbana é a questão da segurança cibernética. À medida que as cidades se tornam mais interconectadas, com uma maior dependência de sistemas digitais para a gestão de infraestruturas críticas, aumenta o risco de ataques cibernéticos que podem comprometer essas infraestruturas. Sistemas de IoT, *smart grids* e plataformas de governança digital estão particularmente expostos a vulnerabilidades de segurança, o que exige uma regulamentação robusta e estratégias de proteção contra ameaças cibernéticas (Almeida, 2023; Andrade, Tello-Oquendo, Ortiz, 2021).

Além da segurança cibernética, a privacidade dos cidadãos também se torna uma preocupação. As tecnologias de cidades inteligentes dependem da coleta de grandes volumes de dados pessoais, o que levanta questões sobre como essas informações são armazenadas, processadas e compartilhadas. A implementação de políticas de privacidade rigorosas e o envolvimento dos cidadãos no processo de tomada de decisão sobre o uso de seus dados são passos importantes para garantir que as cidades inteligentes sejam seguras e confiáveis (Braun et. al, 2018).

Não obstante, muitas cidades, especialmente nos países em desenvolvimento, enfrentam o desafio de infraestruturas urbanas obsoletas ou que não foram concebidas para fazer face aos impactos das alterações climáticas e do crescimento populacional. Nestes casos, a mera adoção de tecnologias inteligentes pode não ser suficiente para garantir a resiliência urbana. É essencial investir primeiro na modernização e adaptação da infraestrutura existente para que possa suportar eficazmente as soluções tecnológicas (Bibri, Krogstie, 2020).

Por exemplo, a implementação de redes de energia inteligente em uma cidade com uma rede elétrica antiga pode ser ineficaz se essa rede não for reformada para suportar a nova tecnologia (Amin, 2011; Das, et al., 2020). Da mesma forma, sistemas de transporte inteligentes exigem uma infraestrutura viária adequada, o que pode ser um grande obstáculo em cidades com ruas mal planejadas ou congestionadas (Al-Hattab et. al., 2024). A adaptabilidade das infraestruturas urbanas, portanto, deve ser uma prioridade para que as tecnologias de cidades inteligentes possam ser implementadas de maneira eficaz e sustentável (Axhausen et al., 2012).

Notoriamente, a implementação eficaz de soluções inteligentes requer uma coordenação robusta entre vários níveis de governo, setores sociais e iniciativas privadas (Nam, Pardo, 2011). No entanto, a falta de governança integrada e a fragmentação institucional impedem frequentemente a implementação bem-sucedida destas soluções. As cidades enfrentam constantemente desafios de governança onde departamentos díspares operam em silos, complicando o desenvolvimento de uma abordagem coesa e colaborativa para a resiliência urbana (Chourabi, et al., 2012).

Além disso, as cidades inteligentes devem ser inclusivas e participativas, envolvendo todas as partes interessadas, especialmente comunidades vulneráveis, no processo de tomada de decisões. Em particular, no contexto das mudanças climáticas, é crucial garantir que as populações mais afetadas, tenham uma voz significativa na formulação de políticas e estratégias de adaptação (Anguelovski et al., 2016; Anguelovski, Carmin, Roberts, 2014; Broto, 2017).

Por outro lado, a implementação de soluções inteligentes nas cidades apresenta diversas oportunidades para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos, como a crescente urbanização, a necessidade de sustentabilidade e os impactos das mudanças climáticas.

Tecnologias como Internet das Coisas (IoT), *big data* e inteligência artificial (IA) têm o potencial de transformar a gestão urbana, permitindo uma administração mais eficiente de recursos como energia, água e transporte, ao mesmo tempo em que reduzem custos e melhoram a qualidade de vida dos cidadãos (Adewole et al. 2016; Batty, 2018; Bui et al., 2014).

As redes de energia inteligentes, por exemplo, permitem a integração de fontes renováveis, como a energia solar e eólica, promovendo uma transição para cidades mais sustentáveis e resilientes (Albuyeh, Ipakchi, 2009). Além disso, o uso de sistemas inteligentes para monitoramento e análise de dados em tempo real facilita a resposta a desastres naturais e a tomada de decisões baseadas em evidências concretas, o que pode salvar vidas e mitigar danos (Axhausen et al., 2012).

Assim, as soluções inteligentes representam uma oportunidade não apenas para otimizar a infraestrutura urbana, mas também para aumentar a resiliência das cidades frente aos desafios ambientais e sociais do futuro.

As parcerias público-privadas têm se mostrado uma das estratégias mais eficazes para viabilizar a implementação de tecnologias inteligentes em áreas urbanas vulneráveis. A colaboração entre governos, empresas de tecnologia e universidades permite o compartilhamento de recursos, expertise e inovação. Essas parcerias podem ser particularmente úteis na implementação de sistemas de *smart grids*, IoT e *big data*, que exigem um investimento inicial significativo, mas oferecem benefícios de longo prazo em termos de resiliência urbana e sustentabilidade (Greve, Hodge, 2007; Solheim, Quan, 2023).

Além disso, a inovação social tem se tornado uma ferramenta poderosa para mobilizar comunidades e setores da sociedade civil na implementação de soluções inteligentes. Iniciativas de inovação social focam em criar soluções tecnológicas que respondam diretamente às necessidades das comunidades locais, muitas vezes combinando tecnologia com práticas tradicionais de resiliência (Mulgan, 2006). Em áreas urbanas vulneráveis, essas iniciativas podem ser essenciais para garantir que as soluções tecnológicas sejam acessíveis e eficazes.

Outra oportunidade importante para a implementação de soluções inteligentes é a integração de tecnologias de cidades inteligentes com soluções baseadas na natureza (SBN), que são estratégias de planejamento urbano que utilizam processos ecológicos naturais para aumentar a resiliência das cidades. Soluções como parques urbanos, telhados verdes e infraestrutura de drenagem sustentável podem ser combinadas com tecnologias de monitoramento digital para criar um sistema urbano mais resiliente e adaptável às mudanças climáticas (Kabisch et al., 2016).

Por exemplo, em cidades propensas a inundações, as tecnologias de IoT podem ser usadas para monitorar o desempenho de sistemas de drenagem natural, como *wetlands* ou bacias de retenção, ajudando a otimizar sua eficácia e garantindo que eles sejam capazes de lidar com grandes volumes de água durante tempestades (Haynes, Hehl-Lange, Lange, 2018). A combinação de soluções baseadas na natureza com tecnologias inteligentes também pode reduzir o custo de infraestrutura tradicional, além de promover a biodiversidade e melhorar a qualidade de vida urbana (Bendor et al., 2015).

Além disso, a transição para fontes de energia renovável é outra oportunidade crucial, onde as cidades inteligentes podem contribuir significativamente para a resiliência climática. As tecnologias de cidades inteligentes permitem a integração eficiente de fontes de energia como solar, eólica e geotérmica nas redes elétricas urbanas. Além disso, sistemas de armazenamento de energia, como baterias de grande escala, podem ser usados para garantir que a energia esteja disponível mesmo durante eventos climáticos extremos que afetem a geração de energia convencional (Amin, 2011; Das, et al., 2020).

A adoção de veículos elétricos e a implementação de redes de carregamento inteligente nas cidades também têm o potencial de aumentar a resiliência urbana, ao reduzir a dependência de combustíveis fósseis e criar um sistema de transporte mais sustentável e adaptável às mudanças climáticas. Cidades como Oslo e Copenhague já estão na vanguarda dessa transição, implementando soluções inteligentes para a gestão de energia e mobilidade urbana sustentável (Geels, Frank et al., 2018; Sovacool et al., 2018).

3.3 QUAIS MODELOS DE GOVERNANÇA E PLANEJAMENTO URBANO SÃO MAIS EFICAZES NA INTEGRAÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA?

A crescente urbanização e a intensificação dos impactos das mudanças climáticas nas cidades exigem novos modelos de governança e planejamento urbano. Governos, sociedade civil e setor privado precisam colaborar para garantir que as inovações tecnológicas tragam soluções inclusivas e sustentáveis.

A governança é fundamental para o desenvolvimento de cidades resilientes. Ela envolve a criação de uma estrutura que integre políticas climáticas ao planejamento urbano de longo prazo, garantindo que soluções de cidades inteligentes estejam alinhadas com a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Um exemplo claro desse modelo é apresentado pelo ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, que propõe uma governança articulada entre diversas áreas e setores, sob uma perspectiva executiva (ICLEI, Programa Cidades Sustentáveis, 2016).

Esse modelo de governança baseia-se em fóruns ou comitês de mudança climática que promovem o diálogo entre atores-chave, como universidades, ONGs, governo e setor privado. O fortalecimento da colaboração entre esses atores é essencial para desenvolver ações coordenadas que integrem a tecnologia nas cidades, mantendo a resiliência climática como foco central (ICLEI, Programa Cidades Sustentáveis, 2016).

Em cidades como Recife, por exemplo, a governança climática inclui o Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA) e o Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA). Esses grupos coordenam políticas públicas voltadas para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, incentivando o uso de tecnologias inteligentes para melhorar a infraestrutura urbana (Recife, 2020). O fortalecimento dessa governança colaborativa permite que as cidades avancem na adoção de tecnologias inteligentes enquanto se preparam para eventos climáticos extremos.

A integração das tecnologias de cidades inteligentes no planejamento urbano exige uma abordagem que contemple tanto a inovação tecnológica quanto a resiliência ambiental e social. Cidades como Recife, Fortaleza e Salvador adotaram planos de ação climática que integram soluções baseadas na natureza e inovações tecnológicas no enfrentamento das mudanças climáticas. Esses planos fornecem um roteiro claro para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) e aumentar a resiliência a eventos climáticos, como inundações e ondas de calor (Fortaleza, 2020; Recife, 2020; Salvador, 2020).

O Plano Local de Ação Climática do Recife (PLAC) é um exemplo de planejamento urbano que visa alinhar a cidade com os compromissos do Acordo de Paris, adotando metas para a neutralidade de carbono até 2050. O PLAC foi construído com base em uma governança participativa, envolvendo diversos setores da sociedade e promovendo o uso de tecnologias sustentáveis, como sistemas de energia solar e infraestruturas inteligentes (*smart grids*). Além disso, o plano adota uma abordagem holística ao incluir iniciativas de justiça climática, que garantem que as populações mais vulneráveis tenham prioridade nas estratégias de mitigação e adaptação (Recife, 2020).

Outro exemplo relevante é o Plano de Ação Climática de Fortaleza, que também adota um enfoque integrado de planejamento urbano e resiliência. A cidade tem focado em soluções de baixo carbono e tecnologias inovadoras para reduzir suas emissões, promover mobilidade sustentável e aumentar a eficiência energética. O plano de Fortaleza estabelece a importância de parcerias entre o poder público, academia e setor privado para impulsionar a adoção de tecnologias inteligentes em áreas como transporte e energia (Fortaleza, 2020).

Como já abordado, as cidades inteligentes utilizam tecnologias como sensores, redes de dados e infraestrutura digital para monitorar e otimizar o uso de recursos. No entanto, essas inovações precisam ser implementadas de maneira que também promovam a resiliência urbana. Em Recife, por exemplo, o PLAC inclui metas específicas para garantir que toda a eletricidade da cidade venha de fontes renováveis até 2037, utilizando tecnologias inteligentes para monitorar e otimizar o uso de energia. Além disso, o plano inclui a implementação de *smart grids* para tornar a distribuição de energia mais eficiente e resiliente (Recife, 2020).

O conceito de soluções baseadas na natureza (SBN) também desempenha um papel crucial na integração de tecnologias inteligentes e resiliência climática. Essas soluções incluem a criação de infraestruturas verdes, como jardins de chuva e telhados verdes, que ajudam a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, como enchentes, enquanto melhoram a qualidade de vida urbana (Recife, 2020). As SBN são particularmente eficazes quando combinadas com tecnologias inteligentes, que podem monitorar o desempenho dessas soluções e garantir sua eficácia a longo prazo.

Além disso, a economia verde, que engloba atividades como a reciclagem e a geração de energia renovável, está sendo impulsionada por tecnologias inteligentes nas cidades. O projeto “Recife Cidade da Eficiência Energética” exemplifica como o uso de tecnologias inteligentes pode reduzir o consumo de energia e as emissões de carbono, alinhando o desenvolvimento urbano com metas climáticas de longo prazo (Recife, 2020).

A integração de tecnologias de cidades inteligentes com a resiliência climática requer modelos de governança inovadores e planejamento urbano adaptativo. Cidades como Recife e Fortaleza demonstram que é possível adotar um planejamento estratégico que priorize tanto a inovação tecnológica quanto a resiliência social e ambiental. A governança participativa e colaborativa é essencial para garantir que as inovações tecnológicas sejam aplicadas de maneira inclusiva, beneficiando todas as camadas da sociedade e preparando as cidades para enfrentar os desafios climáticos do futuro (ICLEI, Programa Cidades Sustentáveis, 2016; Fortaleza, 2020; Recife, 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados no estudo sobre a integração de cidades inteligentes com a resiliência urbana frente às mudanças climáticas revelam o papel central que as tecnologias desempenham na adaptação urbana frente aos riscos ambientais. O uso de tecnologias inteligentes, como a Internet das Coisas (IoT) e as *smart grids*, emergem como um componente essencial para a gestão eficiente de crises urbanas, permitindo respostas rápidas a desastres climáticos e otimizando a distribuição de recursos.

De acordo com Axhausen et al. (2012), as cidades inteligentes estão utilizando soluções tecnológicas para melhorar a gestão urbana de maneira eficiente, utilizando sensores e redes de comunicação para monitorar e ajustar os sistemas de infraestrutura urbana. A Internet das Coisas, em particular, permite a coleta de dados em tempo real, sendo fundamental para aumentar a resiliência urbana. Zook et al. (2010) destacam a importância dos sistemas de monitoramento para prever enchentes e outras crises ambientais, o que permite uma resposta imediata das autoridades.

No entanto, os desafios para a implementação de soluções inteligentes em áreas vulneráveis são consideráveis. Graham e Shelton (2013) apontam que, embora as tecnologias avancem em cidades de países desenvolvidos, em países em desenvolvimento, as cidades enfrentam barreiras econômicas e técnicas para adotar essas inovações. Além disso, Kitchin (2014) ressalta que, mesmo em cidades com acesso a essas tecnologias, o custo elevado de instalação e manutenção podem ser proibitivos, o que impede a sua adoção em larga escala.

Não obstante, com as cidades se tornando mais interconectadas, conforme abordado por Almeida (2023), Andrade et. al. (2021) e Braun et. al (2018), elas se tornam potenciais alvos de ataques cibernéticos, surgindo desafios relacionados à segurança cibernética e privacidade dos dados dos cidadãos.

Outro desafio são as infraestruturas obsoletas presentes nas cidades. Bibri e krogstie (2020) enfatizam que somente a adoção de soluções tecnológicas inovadoras não é suficiente para garantir a resiliência urbana.

A fragmentação institucional é outro desafio apontado onde, conforme abordado por Chourabi et. al. (2012), a falta de diálogo entre os departamentos envolvidos impede a implementação bem-sucedida de soluções tecnológicas.

Embora a adoção das tecnologias inteligentes tenha desafios, segundo Adewole (2016), Batty (2018) e Bui (2014) elas são uma oportunidade para que as cidades otimizem a gestão recursos urbanos e melhorem a qualidade de vida da população.

Como destacado por Axhausen et al. (2012), as *smart grids* ao integrar fontes renovável, oferecem uma oportunidade de tornar as cidades, além de resilientes, mais sustentáveis.

Baseando-se nas ideias Greve e Hodge (2007) e Solheim e Quan (2023), o estudo apontou as parcerias público-privadas como forma de viabilizar a implantação das tecnologias inteligentes. Os autores ressaltam ainda, a importância do compartilhamento de recursos, expertises técnicas e inovações tecnológicas entre governos, universidades e empresas privadas como forma de viabilizar a implantação.

Ademais, conforme enfatizado por Mulgan (2020), a inovação social tem se tornado uma ferramenta poderosa na implementações de soluções tecnológicas, pois focam em criar soluções que respondam diretamente as necessidades da população.

Outra oportunidade discutida no estudo é a integração das tecnologias inteligentes com soluções baseadas na natureza. Conforme apontado por Kabisch, et al. (2016), essa abordagem pode criar sistemas mais resilientes e adaptados as mudanças climáticas.

Um ponto crucial debatido é a necessidade de uma governança eficiente e integrada para que as cidades possam aproveitar plenamente os benefícios das tecnologias inteligentes. Evans (2011) argumenta que novos modelos de governança, que priorizem a resiliência e adaptação climática, são essenciais para o sucesso dessas iniciativas.

Ao discutir modelos de governança, o Guia de Ação Local pelo Clima (ICLEI, Programa Cidades Sustentáveis, 2016) destaca o modelo de governança colaborativa adotado em cidades como Recife, que inclui fóruns colaborativos entre o governo, sociedade civil e o setor privado para promover políticas urbanas mais integradas e sustentáveis.

Foi abordado no estudo que as cidades de Recife, Fortaleza e Salvador incorporaram a governança integrativa em seus planos de ação climática, focando assim na integração das tecnologias inteligentes com o planejamento urbano, e, contemplando tanto a inovação quanto a resiliência ambiental e social, contribuindo significativamente na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Outro modelo de governança explorado na pesquisa foi a governança participativa e colaborativa, que é essencial para assegurar que a população seja ouvida e contribua na formulação das políticas públicas e estratégias de adaptação e mitigação, garantindo ainda que a população mais vulnerável tenha prioridade.

Em resumo, a pesquisa evidencia a como eficazes os modelos de governança colaborativa, integrativa e participativa na formulação de políticas públicas voltadas para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

5 CONCLUSÃO

O estudo evidencia que tecnologias são essenciais para ajudar cidades a enfrentarem as mudanças climáticas, pois possibilitam o monitoramento em tempo real de condições ambientais e a coleta de dados para decisões informadas.

Foram identificadas oportunidades para implementação de soluções inteligentes em áreas urbanas vulneráveis, como parcerias público-privadas e a integração de soluções baseadas na natureza com tecnologias digitais. Essas ações aumentam a capacidade de mitigar os efeitos climáticos, oferecendo alternativas sustentáveis. Contudo, desafios persistem, como a desigualdade no acesso a recursos financeiros e tecnológicos, especialmente em países em desenvolvimento, além de preocupações com segurança cibernética e privacidade de dados, que exigem regulamentações adequadas.

O estudo ressaltou a importância de modelos de governança e planejamento urbano eficazes para integrar as tecnologias de cidades inteligentes com a resiliência climática, envolvendo governos, setor privado e sociedade civil. Cidades como Recife e Fortaleza foram citadas como exemplos de modelos de governança e planejamento urbano eficiente.

Embora o estudo apresente uma visão otimista, é fundamental que os avanços tecnológicos sejam acompanhados de políticas públicas robustas que garantam equidade no acesso e protejam dados.

Futuras pesquisas podem aprofundar a análise de casos práticos de implementação de soluções tecnológicas em países em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ADEWOLE, K.; AHMED, E.; ANUAR, N. B.; CHANG, V.; CHIROMA, H.; GANI, A.; HASHEM, I. A. T.; YAQOOB, I. The role of big data in smart city. **International Journal of Information Management**, Holanda, v. 36, n. 5, p. 748-758, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- AGHAJANI, G.; GHADIMI, N. Multi-objective energy management in a micro-grid. **Energy Reports**, Holanda, v. 4, p. 218-225, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2017.10.002>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and Urban Planning**, Holanda, v. 100, n. 4, p. 341-343, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- ALBUYEH, F.; IPAKCHI, A. Grid of the future. **IEEE Power and Energy Magazine**, Estados Unidos, v. 7, n. 2, p. 52-62, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MPE.2008.931384>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- ALMEIDA, F. Prospects of Cybersecurity in Smart Cities. **Future Internet**, Suíça, v. 15, n. 9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fi15090285>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- AL-HATTAB, M.; BADAWI, S.; ELASSY, M.; TAKRURI, M. Intelligent transportation systems for sustainable smart cities. **Transportation Engineering**, Reino Unido, v. 16, p. 100252, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- AMIN, S. M. Smart grid: Overview, issues and opportunities. Advances and challenges in sensing, modeling, simulation, optimization and control. **European Journal of Control**, França, v. 17, p. 547-567, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3166/ejc.17.547-567>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- ANDRADE, R. O.; ORTIZ, I.; TELLO-OQUENDO, L. Cybersecurity Risks of IoT on Smart Cities. In: ANDRADE, R. O.; ORTIZ, I.; TELLO-OQUENDO, L. **Cybersecurity Risk of IoT on Smart Cities**. Equador: Springer, 2021. p. 1-22. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-88524-3_1. Acesso em: 16 ago. 2024.
- ANGUELOVSKI, I.; CARMIN, J.; ROBERTS, D. Urban climate adaptation in the Global South: Planning in an emerging policy domain. **Journal of Planning Education and Research**, Estados Unidos, v. 34, n. 1, p. 18-32, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0739456X11430951>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- ANGUELOVSKI, I.; CHU, E.; GALLAGHER, D.; GOH, K.; LAMB, Z.; REEVE, K.; SHI, L.; TEICHER, H. Equity Impacts of Urban Land Use Planning for Climate Adaptation: Critical Perspectives from the Global North and South. **Journal of Planning Education and Research**, Estados Unidos, v. 36, n. 3, p. 333-348, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0739456X16645166>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- AUJLA, G. S.; REN, X.; VASHISHT, S.; ZHANG, P. Drone-Edge Coalesce for Energy-Aware and Sustainable Service Delivery for Smart City Applications. **Sustainable Cities and Society**, Holanda, v. 77, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103505>. Acesso em: 16 ago. 2024.

AXHAUSEN, K. W.; BATTY, M.; BAZZANI, A.; GIANNOTTI, F.; OUZOUNIS, G.; PORTUGALI, Y.; POZDNOUKHOV, A.; WACHOWICZ, M. Smart cities of the future. **The European Physical Journal Special Topics**, França, v. 214, ed. 1, p. 481-518, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BATTY, M. Artificial intelligence and smart cities. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, Reino Unido, v. 45, n. 1, p. 3-6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2399808317751169>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BENDOR, T.; DAVIS, A.; LESTER, T. W.; LIVENGOOD, A.; YONAVJAK, L. Estimating the Size and Impact of the Ecological Restoration Economy. **Plos One**, Estados Unidos, v. 10, n. 6, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128339>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Smart Sustainable Cities of the Future: An Extensive Interdisciplinary Literature Review. **Sustainable Cities and Society**, Holanda, v. 31, p. 183-212, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BONSALL, M. B.; CHRISTENSEN, H. M.; HUNTINGFORD, C.; JEFFERS, E. S.; LEES, T.; YANG, H. Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness. **Environmental Research Letters**, Reino Unido, v. 14, n. 12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4e55>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BRAKENRIDGE, R.; De GROEVE, T.; KUGLER, Z. Near Real-time Flood Alerting for the Global Disaster Alert and Coordination System. *In*: Conference Proceedings, **Proceedings of ISCRAM2007**. Bélgica: VUBPRESS Brussels University Press, 2007. p. 33-40. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228864639_Near_Real_Time_Flood_Alerting_for_the_Global_Disaster_Alert_and_Coordination_System. Acesso em: 16 ago. 2024.

BRAUN, T.; FUNG, B. C. M.; IQBAL, F.; SHAH, B. Security and privacy challenges in smart cities. **Sustainable Cities and Society**, Holanda, v. 39, p. 499-507, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.039>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BROTO, V. C. Urban governance and the politics of climate change. **World Development**, Reino Unido, v. 93, p. 1-15, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.031>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA, L.; ZANELLA, A.; ZORZI, M. Internet of Things for Smart Cities. **IEEE Internet of Things Journal**, Estados Unidos, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>. Acesso em: 16 ago. 2024

CHEN X.; GAO W.; WANG M.; XIA Z.; XUE F.; YIN C.; YUNZHE L.; ZHOU Y. Flood Monitoring by Integrating Normalized Difference Flood Index and Probability Distribution of Water Bodies. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, Estados Unidos, v. 15, p. 4170– 4179, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3176388>. Acesso em: 16 ago. 2024

CHEN, M.; LIU, Y.; MAO, S. Big Data: Uma Pesquisa. **Mobile Netw Appl**, Holanda, v. 19, p. 171– 209, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11036-013-0489-0>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CHLAMTAC, I.; MIORANDI, D.; PELLEGRINI, F.; SICARI, S. Internet of Things: Vision, technologies and research agenda. **Ad Hoc Networks**, Holanda, v. 10, n. 7, p. 1497-1516, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.02.016>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CHOURABI, H.; GIL-GARCIA, J. R.; MELLOULI, S.; NAHON, K.; NAM, T.; PARDO, T. A.; SCHOLL, H. J.; WALKER, S. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. *In: Hawaii International Conference on System Sciences*, 45., 2012, Maui (USA), **Anais [...]**, Estados Unidos, [S.l.], 2012, p. 2289-2297. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>. Acesso em: 16 ago. 2024.

DA SILVA, Moisés F.; MOLDERO, Leonardo de S.; TRINDADE, Luciano H.; BARBOSA, Antônio P. Cidades inteligentes e prevenção de desastres: transformando dados em estratégias resilientes. **Aracê**, [S. l.], v. 4, pág. 18618–18631, 2024. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2574>. Acesso em: 12 mar. 2025.

DAS, L.; MUNIKOTI, S.; NATARAJAN, B.; SRINIVASAN, B. Measurements smart grid resilience: methods, challenges and opportunities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Reino Unido, v. 130, p. 109918, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109918>. Acesso em: 16 ago. 2024.

EVANS J. P. Resilience, ecology and adaptation in the experimental city. **Transactions of the Institute of British Geographers**, Reino Unido, v. 36, n. 2, p. 223–237, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2010.00420.x>. Acesso em: 16 ago. 2024.

FANG, X.; MISRA, S.; XUE, G.; YANG, D. Smart grid — The new and improved power grid: A survey. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, Estados Unidos, v. 14, n. 4, p. 944-980, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.101911.00087>. Acesso em: 16 ago. 2024.

FARHANGI, H. The path of the smart grid. **IEEE Power and Energy Magazine**, Estados Unidos, v. 8, n. 1, p. 18-28, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MPE.2009.934876>. Acesso em: 16 ago. 2024.

FORTALEZA (CE). **Plano Local de Ação Climática de Fortaleza**. Fortaleza (CE): Urbanismo e Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/mudancas-climaticas/plano_de_baixo_carbono_de_fortaleza_2015.pdf. Acesso em: 03 set. 2024.

GRAHAM, M.; SHELTON, T. Geography and the future of big data, big data and the future of geography. **Dialogues in Human Geography**, Reino Unido, v. 3, n. 3, p. 255-261, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2043820613513121>. Acesso em: 16 ago. 2024.

GEELS, F.; JENKINS, K.; SCHWANEN, T.; SORRELL, S. R.; SOVACOOOL, B. K. Reducing Energy Demand through Low Carbon Innovation: A Sociotechnical Transitions Perspective and Thirteen Research Debates. **Energy Research & Social Science**, Holanda, v. 40, p. 23-35, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.003>. Acesso em: 16 ago. 2024.

GREVE, C.; HODGE, G. A. Public–Private Partnerships: An International Performance Review. **Public Administration Review**, Estados Unidos, v. 67, n. 3, p. 545-558, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2007.00736.x>. Acesso em: 16 ago. 2024.

HAYNES, P.; HEHL-LANGE, S.; LANGE, E. Mobile Augmented Reality for Flood Visualisation. **Environmental Modelling & Software**, Reino Unido, v. 109, p. 380-389, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.05.012>. Acesso em: 16 ago. 2024.

ICLEI; Programa Cidades Sustentáveis. **Guia de Ação Local pelo Clima**. São Paulo: ICLEI América do Sul, 2016. Disponível em: <https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2020/10/guiadeacaolocalpeloclima-iclei-pcs.pdf>. Acesso em: 03 set. 2024.

IPCC. **Climatechange 2014: Impacts, adaptation, andvulnerability. Part A: Global andsectoral aspects .Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**.Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em https://www.ipcc.ch/report/ar6/wgl/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter12.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

KABISCH, N.; FRANTZESKAKI, N.; PAULEIT, S.; NAUMANN, S.; DAVIS, M.; ARTMANN, M.; HAASE, D.; KNAPP, S.; KORN, H.; STADLER, J.; ZAUNBERGER, K.; BONN, A.Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecologyand Society**, Canadá, v. 21, n. 2, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08373-210239>. Acesso em: 16 ago. 2024.

KITCHIN, R. The real-time city? Big data and smart urbanism. **GeoJournal**, Holanda, v. 79, p. 1–14, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>. Acesso em: 16 ago. 2024.

LEICHENKO, R. Climate change and urban resilience. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Holanda, v. 3, n. 3, p. 164-168, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.014>. Acesso em: 16 set. 2024.

MA, Chen. Smart city and cyber-security: technologies used, leading challenges and future recommendations. **Energy Reports**, Holanda, v. 7, p. 7999-8012, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.124>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MANCARELLA, P.; PANTELI, M. Modeling and evaluating the resilience of critical electrical power infrastructure to extreme weather events. **IEEE Systems Journal**, Estados Unidos, v. 11, n. 3, p. 1733-1742, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/JSYST.2015.2389272>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MULGAN, G. The process of social innovation. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, Estados Unidos, v. 1, n. 2, p. 145-162, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/itgg.2006.1.2.145>. Acesso em: 16 ago. 2024.

NAM, T.; PARDO, T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation In Challenging Times, 12., 2011, New York. **Proceedings [...]**. New York: Association for Computing Machinery, 2011. p. 282-291. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>. Acesso em: 16 ago. 2024.

QUAN, X.; SOLHEIM, M. C.W. Public-private partnerships in smart cities: A critical survey and research agenda. **City, Culture and Society**, Reino Unido, v. 32, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2022.100491>. Acesso em: 16 ago. 2024

RECIFE (PE). Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife**. Recife (PE): Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2020. Disponível em: http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf. Acesso em: 03 set. 2024.

SALVADOR (BA). Secretaria de Sustentabilidade, Resiliência, Bem-Estar e Proteção Animal. **Plano Municipal de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima de Salvador**. Salvador (BA): Secretaria de Sustentabilidade, Resiliência, Bem-Estar e Proteção Animal., 2020. Disponível em: https://sustentabilidade.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020-12/Salvador_Plano_de_Acao.pdf. Acesso em: 03 set. 2024.