**Bacias hidrográficas inteligentes e sustentáveis: uma proposta a partir do estudo de conceitos e aplicações sobre cidades inteligentes**

**Emílio José Biasi**

Engenharia de Software

CEATEC

emilio.jb@puccampinas.edu.br

**Orandi Mina Falsarella**

Informação para Gestão e Inovação

CEA

orandi@puc-campinas.edu.br

**Resumo:** *Com as mudanças climáticas afetando a disponibilidade regular de água, novas possibilidades devem ser incorporadas à gestão dos recursos hídricos. Dado que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são capazes de contribuir em outros contextos para melhorar a qualidade de vida das pessoas, este trabalho busca* *estudar os conceitos e aplicações de cidades inteligentes para saber como eles podem subsidiar a gestão sustentável dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. O estudo é de caráter exploratório e qualitativo e, baseado em dados bibliográficos coletados em revisão de literatura descreve aplicações que podem tornar mais inteligente o processo de gestão da água nas bacias hidrográficas.*

**Palavras-chave:** *Gestão de recursos hídricos. Cidades inteligentes. Tecnologias da informação e comunicação. Bacias hidrográficas inteligentes.*

**Área do Conhecimento:** *6.00.00.00-7 Ciências Sociais Aplicadas; 6.02.00.00-6 Administração.*

1. **INTRODUÇÃO**

A interseção entre crescimento econômico sustentável e qualidade de vida em áreas urbanas é explorada através de tecnologias de cidades inteligentes. Lazzaretti et al (2019) ressaltam que investimentos em capital humano, infraestrutura moderna e sistemas integrados são cruciais para proporcionar serviços aprimorados aos cidadãos. Soluções inovadoras com Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são recomendadas por Toppeta (2010) para enfrentar a complexidade urbana, enquanto Yigitcanlar et al (2018) enfatizam que a combinação de capital humano, social e TIC contribui para políticas públicas e desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a pesquisa de Lazzaretti et al (2019) destaca o uso de TIC para aprimorar a gestão urbana e a qualidade de vida, refletindo a importância da coleta, processamento e disseminação de dados. A complexidade das cidades e a busca por sustentabilidade são realçadas, e a escassez de recursos hídricos é um desafio global. A segurança hídrica é discutida por Gleick e Iceland (2018), ligando a garantia de água de qualidade à sobrevivência humana. Borsato e Martoni (2004) definem bacias hidrográficas como áreas delimitadas por divisores de água, conectando precipitações a cursos d'água. No entanto, os desafios de gestão de recursos hídricos e a influência dos conceitos de cidades inteligentes em bacias hidrográficas ainda são pouco explorados. Este estudo visa compreender como os conceitos de cidades inteligentes podem ser aplicados na gestão de recursos hídricos de bacias hidrográficas. A pesquisa analisa a adaptabilidade e utilidade desses conceitos para aprimorar a gestão de recursos hídricos, almejando contribuir para a melhoria da qualidade de vida e a convivência harmoniosa nas cidades, independentemente do tamanho ou densidade populacional. Portanto, o estudo explora o potencial de aplicar conceitos de cidades inteligentes na gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas, buscando contribuir para um ambiente mais sustentável e resiliente.

1. **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** 
   1. **Cidades inteligentes, conceitos, tecnologias e aplicações**

Na década de 1990, a discussão sobre Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas áreas urbanas era centrada nas "cidades digitais", precursoras das cidades inteligentes. Isso visava fortalecer a infraestrutura digital para inovações, inclusão social e participação política (LEMOS, 2013). A disseminação de dispositivos eletrônicos para coleta, processamento e transmissão de dados é fundamental para a infraestrutura tecnológica inteligente (FARIAS et al, 2011). Porém, desafios como segurança de dados, escalabilidade populacional e integração de sistemas são complexos (Kon e Santana, 2016). Sensores integrados com sistemas de monitoramento em tempo real possibilitam interações entre governo, administração pública e comunidade, analisando a evolução da cidade com base em dados coletados, buscando eliminar ineficiências e desigualdades (CUNHA; BARACHO, 2019). Giffinger et al (2007) classificam dimensões que medem a inteligência de uma cidade. A Economia Inteligente avalia a qualidade das empresas e o ambiente empreendedor. A População Inteligente mensura o desenvolvimento dos cidadãos por educação, renda e inclusão digital. A Governança Inteligente avalia transparência e usabilidade dos órgãos públicos. A Mobilidade Inteligente verifica a facilidade de deslocamento na cidade. O Meio-Ambiente Inteligente avalia sustentabilidade com base na poluição e uso de recursos. A Vida Inteligente considera qualidade de vida com base em segurança, cultura e outros fatores. As TICs fundamentais para cidades inteligentes incluem IoT, Big Data, Computação em Nuvem e Inteligência Artificial. Esses conceitos compõem a infraestrutura avançada dessas cidades, transformando-as em ambientes eficientes, transparentes e sustentáveis, visando melhorar a convivência e qualidade de vida urbana.

* 1. **Internet of Things (IoT)**

A Internet das Coisas (IoT) é um termo que abrange a união dos conceitos "Internet" e "Coisas", representando uma infraestrutura global de dispositivos conectados por protocolos de comunicação (BASSI; HORN, 2008). O ecossistema da IoT conecta objetos físicos através de endereços de IP ou outras redes para trocar, armazenar e coletar dados por meio de software (Carrion e Quaresma, 2019). Essa tecnologia se torna cada vez mais relevante devido à conexão de objetos do cotidiano, permitindo a comunicação entre pessoas e objetos, e entre os próprios objetos. Na área das cidades inteligentes, a IoT desempenha um papel significativo com aplicações como monitoramento de tráfego, ocupação de estacionamentos, segurança, qualidade do ar e alterações climáticas (KRISHNAMACHARI et al, 2018). Ao combinar tecnologias de computação, protocolos de comunicação, redes de sensores sem fio, sensoriamento e dispositivos avançados, a IoT contribui para a integração e inteligência crescente do ambiente urbano (JOÃO; SOUZA; SERRALVO, 2020). A IoT representa a interconexão de objetos cotidianos por meio da Internet, permitindo a coleta e troca de dados para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e otimizar o funcionamento das cidades inteligentes.

* 1. **Big Data**

Outra tecnologia essencial nas aplicações de cidades inteligentes é o Big Data. Segundo Ward e Barker (2013), o termo Big Data está associado ao armazenamento e análise de dados. Gandomi e Haider (2015) identificam três dimensões: Volume, referindo-se aos terabytes e petabytes de dados disponíveis; Variedade, abrangendo dados estruturados, semiestruturados e não estruturados; e Velocidade, relacionada à taxa de geração e análise dos dados. Duas dimensões adicionais incluídas são Veracidade, ligada à confiabilidade dos dados, e Valor, que destaca a extração de conhecimento para diferentes cenários (DEBATTISTA et al, 2015). O emprego do Big Data nas cidades permite o armazenamento e processamento eficiente de dados, gerando informações valiosas para a melhoria dos serviços urbanos. Essa tecnologia é aplicável em diversos setores, incluindo monitoramento do consumo de energia, coleta de dados na área da saúde, análise de tráfego para transporte e outras aplicações (COUTINHO, 2019). O Big Data atua como alicerce para análise e gerenciamento de informações, aprimorando a eficiência dos serviços urbanos e contribuindo para a tomada de decisões informadas.

* 1. **Computação em Nuvem**

A complexidade na construção de infraestruturas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que inclui instalação, configuração e atualização de software pelo usuário, impulsionou a adoção da computação em nuvem como uma solução tecnológica (SOUSA; MOREIRA; MACHADO, 2009). Taurion (2009) define a computação em nuvem como um ambiente computacional que se baseia em uma rede de servidores, sejam virtuais ou físicos. Esse modelo representa uma abordagem inovadora, permitindo o acesso a serviços e aplicações de forma independente da localização do usuário, da plataforma de acesso e do local onde os dados serão armazenados. A infraestrutura e as aplicações são centralizadas em data centers e compartilhadas como serviços através da internet (PEDROSA; NOGUEIRA, 2011). Um exemplo prático que ilustra o conceito da computação em nuvem é uma plataforma desenvolvida na Itália para aprimorar a experiência dos turistas. Essa plataforma utiliza as preferências de pontos de interesse selecionados por cada turista para otimizar a sequência de visitas aos locais turísticos, maximizando o número de lugares explorados durante a viagem. Além disso, oferece informações sobre horários de funcionamento e filas em estabelecimentos (KON; SANTANA, 2017). A computação em nuvem emerge como uma resposta eficiente aos desafios da criação e manutenção de infraestruturas de TIC, permitindo uma abordagem flexível e descentralizada na oferta de serviços e aplicativos. Isso amplia a acessibilidade e a disponibilidade de recursos, independentemente da localização física, promovendo uma experiência mais integrada e conveniente para os usuários.

* 1. **Inteligência Artificial**

A Inteligência Artificial (IA) é um campo que busca automatizar e sistematizar tarefas intelectuais, tendo aplicações potentes em várias esferas das atividades humanas (RUSSELL; NORVIG, 2004). O desenvolvimento da IA resultou em quatro abordagens para conceituá-la ao longo do tempo. A primeira relaciona-se a sistemas que imitam o pensamento humano; a segunda aborda sistemas que emulam comportamentos humanos; a terceira enfatiza sistemas que pensam de maneira racional; e a quarta linha se concentra em sistemas que agem de maneira racional (GOMES, 2010). Enquanto as duas primeiras linhas lidam com pensamento e comportamento humanos, as duas últimas enfatizam a racionalidade. A avaliação do sucesso varia entre a semelhança ao desempenho humano nas duas primeiras linhas e a medição da inteligência e racionalidade nas duas últimas (RUSSELL; NORVIG, 2004). Introduzindo a IA, Kaufman (2019), baseando-se em definições de Davi Geiger e John McCarthy, define a IA como a ciência e engenharia de criar máquinas capazes de desempenhar funções cerebrais humanas. Um exemplo prático da aplicação da IA em cidades é o projeto e-Noé, que monitora rios urbanos usando sensores sem fio. Com a IA, é possível prever enchentes através de sensores submersos em locais estratégicos, monitorando o leito dos rios e registrando alterações nos níveis de água. Na área de transporte, a IA é usada para estimar o tempo de conclusão das rotas de transporte público, considerando variáveis como velocidade média, tráfego, dia da semana e até informações climáticas (CRUZ; BARCELLOS; BERNARDINI, 2020). A IA oferece possibilidades variadas e abrangentes. Diversos conceitos de cidades inteligentes convergem em seus objetivos de sustentabilidade, eficiência econômica e melhoria dos serviços para cidadãos. Tais conceitos, unidos com Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), como demonstrado, têm como meta consolidar práticas sustentáveis que yy o ambiente, promovam a economia e melhorem a qualidade de vida. O conjunto dessas abordagens sugere aplicativos promissores no contexto das bacias hidrográficas e da gestão de recursos hídricos (exemplos citados na Tabela 1), ressaltando a capacidade das cidades inteligentes de abordar desafios complexos de maneira inovadora e colaborativa.

**Tabela 1 - Aplicações de cidades inteligentes.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nome da aplicação** | **Descrição** | **Citação** |
| e-Noé | Aplicação capaz de prever possíveis enchentes com a utilização de IA. Composta por uma malha de sensores sem fio submersos em diversos locais de rios propensos a enchentes, essa rede monitora o leito do rio para registrar e identificar alterações no nível da água. | CRUZ; BARCELLOS; BERNARDINI (2020) |
| Horizon Scanning Centre (HSC) - Recursos Naturais e Energia | Consiste em um projeto do Reino Unido que, através de análises aprofundadas sobre múltiplos canais de dados (Big Data), aborda sobre as mudanças climáticas e seu impacto na disponibilidade de alimentos e água, nas tensões regionais e na estabilidade e segurança nacional. | AL NUAIMI, et al. (2015) |
| Risk Assessment and Horizon Scanning (RAHS) - Segurança Pública | Atua no âmbito do Centro Nacional de Coordenação de Segurança, que recolhe e analisa conjuntos de dados em grande escala, gerenciando proativamente ameaças, como ataques terroristas, doenças infecciosas e crises financeiras. Uma aplicação que capacita a realização de projeções e possíveis cenários. | AL NUAIMI, et al. (2015) |

Fonte: Elaboração própria (2023)

* 1. **Bacias hidrográficas e gestão dos recursos hídricos**

Nos últimos anos, os estudos sobre bacias hidrográficas e gestão dos recursos hídricos têm crescido devido à crescente importância desses temas diante dos impactos das mudanças climáticas e da possível escassez de água. A necessidade de entender o comportamento das bacias hidrográficas e suas subdivisões se tornou evidente para gestores e pesquisadores (TEODORO et al., 2007). Uma bacia hidrográfica, delimitada territorialmente, é onde a água da precipitação é coletada e direcionada para um ponto de saída. Ela inclui superfícies vertentes com inclinação para o escoamento e uma rede de cursos d'água que se unem em um único canal de saída (TUCCI, 2001; PORTO; PORTO, 2008). Atividades humanas ocorrem nas bacias hidrográficas, destacando a necessidade de uma gestão eficaz dos recursos hídricos presentes. Superar desafios para garantir que a água esteja disponível para atender demandas é crucial. O uso desenfreado em certos setores prejudica a segurança hídrica de outros ou de regiões inteiras. Apenas 2,5% da água no planeta é doce, e somente 0,5% está disponível para consumo humano. A desigual distribuição global aumenta a tensão e a urgência da gestão hídrica adequada (TUNDISI, 2003). Uma boa gestão de recursos hídricos fornece dados sobre disponibilidade de água e riscos à segurança hídrica, algo facilitado pelas TIC. O conceito de segurança hídrica surgiu nos anos 1990, sendo discutido nacionalmente após a crise hídrica em São Paulo em 2018 (JOHNSSON, 2018). No Brasil, a Lei Federal Nº 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, conhecida como "Lei das Águas", com quatro objetivos centrais, incluindo assegurar a disponibilidade de água e incentivar a captação de águas pluviais (BRASIL, 1997). Nesse contexto, a gestão hídrica eficaz nas bacias hidrográficas é fundamental. A aplicação de TIC pode melhorar essa gestão, proporcionando serviços melhores para a população local e suas atividades produtivas. O conceito de Bacias Hidrográficas Inteligentes, assim como o de Cidades Inteligentes, não é apenas uma aspiração, mas uma necessidade clara diante dos desafios hídricos e da busca por um uso sustentável dos recursos naturais. Portanto, a evolução dos estudos de bacias hidrográficas e gestão hídrica é motivada por preocupações globais como mudanças climáticas e escassez de água. A gestão eficaz é essencial para garantir a disponibilidade hídrica e assegurar a sustentabilidade das atividades humanas. A aplicação de TIC pode aprimorar essa gestão, e o conceito de Bacias Hidrográficas Inteligentes é uma necessidade premente para enfrentar os desafios atuais e futuros relacionados à água.

1. **METODOLOGIA**

O estudo subjacente a este artigo é uma pesquisa exploratória devido à novidade do tema (GIL, 2008). Esse tipo de pesquisa facilita a compreensão e divulgação do assunto (Silveira e Córdova, 2009) e é apropriado para investigar temas pouco explorados (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 1991). Dados qualitativos foram obtidos por pesquisa documental e bibliográfica, analisando conceitos e aplicações de cidades inteligentes, bacias hidrográficas e gestão de recursos hídricos. Essa abordagem é prescritiva, explorando formas de avaliar integração de conceitos. A pesquisa define termos, tecnologias de informação, conceitos de bacias e gestão hídrica, destacando relação entre cidades inteligentes e gestão hídrica em bacias.

1. **BACIAS HIDROGRÁFICAS INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS**

Ao estudar detidamente o conceito de bacias hidrográficas, é perceptível que vários outros assuntos complexos a elas se relacionam, exigindo uma base sólida e multidisciplinar do conhecimento que envolve a gestão dos recursos hídricos. A água, insubstituível e essencial, torna a gestão hídrica fundamental para a sociedade, com impactos diretos na vida dos cidadãos quando bem executada.  
Assim como as TICs beneficiam cidades inteligentes, suas aplicações e adaptações são valiosas para coletar e analisar dados em bacias hidrográficas. Isso otimiza a gestão, planejamento e uso dos recursos hídricos, reforçando a segurança hídrica em regiões específicas.   
Tomando por base as aplicações que já foram descritas no contexto das cidades inteligentes, observa-se que, a partir delas e dos recursos de TIC por elas usadas, algumas podem influenciar diretamente nos mecanismos utilizados como suporte à tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. Com este propósito, a seguir são apresentadas algumas sugestões destas aplicações.

O Serviço Inteligente de Coleta de Lixo em Barcelona utiliza sensores em lixeiras para notificar quando estão cheias, evitando a poluição dos recursos hídricos. Esses sensores, baseados em IoT, enviam alertas para o controle da coleta, prevenindo o arrastamento do lixo pela chuva para mananciais e esgoto.

O Centro Integrado de Comando (CEIC) em Porto Alegre é um centro de monitoramento georreferenciado com câmeras interconectadas e sensores que auxiliam no monitoramento público. Sua capacidade tecnológica, embora focada em aspectos urbanos, poderia contribuir para a gestão hídrica ao coletar dados pluviométricos das chuvas. Isso poderia ser incorporado à formação de uma base de dados para melhorar a tomada de decisões nesse campo.  
O CEIC coleta dados pluviométricos, exemplificando o conceito de bacias hidrográficas inteligentes. Assim, expandindo esse conceito, seria interessante a criação de um Centro Integrado de Monitoramento de Recursos Hídricos (CIMRC), cujo propósito seria o de receber informações coletadas dos espaços territoriais das bacias hidrográficas (aplicações de IoT) e processá-las, gerando subsídios para facilitar o processo de tomada de decisão da gestão dos recursos hídricos (aplicações de Big Data e Inteligência Artificial).

O Horizon Scanning Centre (HSC) do Reino Unido analisa Big Data relacionado a mudanças climáticas e suas consequências, como a disponibilidade de recursos e segurança. Pode ser aplicado em bacias hidrográficas inteligentes para análise detalhada e monitoramento contínuo das mudanças climáticas, fornecendo informações essenciais para o planejamento hídrico. Integrar o HSC ao Centro Integrado de Monitoramento de Recursos Hídricos (CIMRC) aprimoraria a gestão de recursos hídricos com dados sólidos e análises precisas.

O Risk Assessment and Horizon Scanning (RAHS), programa que atua no âmbito do Centro Nacional de Coordenação de Segurança de Singapura, é um centro responsável por recolher e analisar dados em grande escala, gerenciando proativamente ameaças, como ataques terroristas, doenças infecciosas e crises financeiras (AL NUAIMI et al, 2015). Apesar de atuar na gerência de diversas crises diferentes, com a estrutura de análise e de gerenciamento de dados em grande escala oferecido pelo RAHS, é possível que essas funcionalidades sejam direcionadas para tratar de questões envolvendo recursos hídricos, contribuindo na parte de análise e auxiliando nas tomadas de decisão. Com o RAHS reforça-se a necessidade de criação do CIMRC.

O NEdNet na Tailândia é um sistema integrado que abrange educação, infraestrutura de rede e serviços de aprendizagem. Ele suporta o entendimento para educadores, promove a aprendizagem personalizada e auxilia em decisões gerenciais na educação. Segundo os autores, também pode influenciar a dinâmica de aprendizagem e a capacidade de aprender dos indivíduos. Quando direcionado ao meio ambiente, o NEdNet pode ser um recurso valioso para a educação ambiental, abordando tópicos como desperdício de água, ciclo hidrológico e poluição hídrica. Essa abordagem poderia ser integrada ao CIMRC para orientar sobre a segurança hídrica em tempo real.

O e-Noé é uma solução composta por sensores sem fio para monitorar rios urbanos. Dados capturados pelos sensores submersos possibilitam o registro das alterações no nível da água. Com Inteligência Artificial, previsões de enchentes podem ser feitas. Essa aplicação se relaciona com gestão hídrica e bacias hidrográficas inteligentes. Sensores em rios poderiam coletar dados para auxiliar decisões em cheias ou escassez, integrando-se ao CIMRC.

Diante do volume de dados que o CIMRC pode receber e processar, o conceito de computação em nuvem pode ser aqui aposto, uma vez que todas as aplicações, dados e informações ficam reunidos em data centers e são acessados por meio da internet. Cada uma das aplicações e sistemas citados neste estudo possuem, obviamente, funções e funcionamentos distintos, ainda assim, todas tendem para o mesmo objetivo e se interconectam por este ponto. Aceito isso, sugere-se que o CIMRC auxiliaria na conectividade de todos os serviços, facilitando toda a integração existente entre eles.

1. **CONCLUSÕES**

O estudo se propôs a explorar o uso de TICs para desenvolver o conceito de bacias hidrográficas inteligentes e sustentáveis. Baseando-se em conceitos e aplicações de cidades inteligentes, enfatizou-se a importância das TICs para a melhoria da qualidade de vida. A criação de um Centro Integrado de Monitoramento de Recursos Hídricos (CIMRC) foi proposta para centralizar informações relacionadas à segurança hídrica da região da bacia hidrográfica. Esse centro automatizado utilizaria recursos como sensores e dados climáticos para melhorar a gestão dos recursos hídricos, permitindo análises e subsídios para tomadas de decisões eficazes em tempo real. A combinação de IoT, Computação em Nuvem, Big Data e Inteligência Artificial seria utilizada para alcançar eficiência na gestão hídrica. Os autores destacam que as soluções tecnológicas são exploratórias, fundamentadas na literatura, e sugerem a continuidade dos estudos e a implementação prática das soluções propostas para aprofundar o conceito de bacias hidrográficas inteligentes e sustentáveis.

# AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à Pontifícia Universidade Católica de Campinas pela oportunidade e incentivo de desenvolver pesquisa no país e pela bolsa PIBIC recebida.

# REFERÊNCIAS

1. AL NUAIMI, Eiman; AL NEYADI, Hind; MOHAMED, Nader; AL-JAROODI, Jameela. Applications of big data to smart cities. Journal of Internet Services and Applications, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2015. Disponível em: <https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13174-015-0041-5> . Acesso em: 07 jan. 2023.
2. BASSI, Alessandro; HORN, Geir. Internet of Things in 2020: A Roadmap for the Future. European Commission: Information Society and Media, v. 22, p. 97-114, 2008.
3. BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 05 set. 2023.
4. BORJA, Rafael; GAMA, Kiev. Middleware para cidades inteligentes baseado em um barramento de serviços. In: Anais do X Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. SBC, 2014. p. 584-590. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/6147>. Acesso em: 10 fev. 2023
5. BORSATO, F.; MARTONI, A. M., Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná, Acta Scientiarum Human and Social Science, 2008, DOI: 10.4025/actascihumansoc.v26i2.1391.
6. CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. . Smart Cities in Europe. Journal of Urban Technology, 2011. Vol. 2, n. 18, p. 65-82. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>. Acesso em: 20 out. 2022.
7. CARRION, Patrícia; QUARESMA, Manuela. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. Human Factors in Design, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796308152019049>. Acesso em: 20 dez. 2022.
8. COUTINHO, Pedro Caldas. Big Data em cidades inteligentes: um mapeamento sistemático. 2019. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/6440>. Acesso em: 03 fev. 2023.
9. CRUZ, Matheus; BARCELLOS, Raissa; BERNARDINI, Flavia. Inteligência Artificial no Governo Eletrônico em Cidades Inteligentes: Possibilidades e Desafios. Computação Brasil, n. 43, p. 27-30, 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/comp-br/article/view/1793>. Acesso em: 07 mar. 2023.
10. CUNHA, Izabella Bauer de Assis; BARACHO, Renata Maria Abrantes. Dados Abertos e suas aplicações em Cidades Inteligentes. Liinc em Revista, v. 15, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18617/liinc.v15i2.4767>. Acesso em: 16 jan. 2023.
11. DEBATTISTA, Jeremy; LANGE, Christoph; SCERRI, Simon; AUER, Sören. Linked'Big'Data: towards a manifold increase in big data value and veracity. In: 2015 IEEE/ACM 2nd International Symposium on Big Data Computing (BDC). IEEE, 2015. p. 92-98. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/BDC.2015.34>. Acesso em: 21 mar. 2023.
12. FARIAS, José Ewerton P. de; ALENCAR, Marcelo S.; LIMA, Ísis A.; ALENCAR, Raphael T. Cidades Inteligentes e Comunicações. Revista de tecnologia da informação e comunicação, n.1, 2011.
13. GANDOMI, Amir; HAIDER, Murtaza. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. International journal of information management, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>. Acesso em: 02 abr. 2023.
14. GIFFINGER, Rudolf; FERTNER, Christian; KRAMAR, Hans; KALASEK, Robert; PICHLER-MILANOVIC, Nataša; MEIJERS, Evert. Smart cities-ranking of european medium-sized cities. Final report, Vienna University of Technology, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.34726/3565>. Acesso em: 02 nov. 2022.
15. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.
16. GLEICK, P.; ICELAND, C. Water, Security, and Conflict. Issue Brief. World Resource Institute and Pacific Institute, p. 1–16, ago. 2018.
17. GOMES, D. dos S. Inteligência Artificial: conceitos e aplicações. Olhar Científico. v1, n. 2, p. 234-246, 2010.
18. JOÃO, Belmiro do Nascimento; SOUZA, Crisomar Lobo de; SERRALVO, Francisco Antonio. Revisão sistemática de cidades inteligentes e internet das coisas como tópico de pesquisa. Cadernos Ebape. br, v. 17, p. 1115-1130, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1679-395174442>. Acesso em: 13 mai. 2023.
19. JOHNSSON, Rosa Maria Formiga; MELO, Marilia Carvalho de. O conceito emergente de segurança hídrica. Sustentare, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5892/st.v1i1.4325>. Acesso em: 10 set. 2022.
20. KAUFMAN, Dora. A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana? ESTAÇÃO DAS LETRAS E CORES EDI, 2019.
21. KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios. Jornadas de atualização em informática, v. 17, 2016.
22. KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. Computação aplicada a Cidades Inteligentes: Como dados, serviços e aplicações podem melhorar a qualidade de vida nas cidades. CSBC 2017. JAI 4. São Paulo, SP, p. 2536, 2017.
23. KRISHNAMACHARI, Bhaskar; POWER, Jerry; KIM, Seon Ho; SHAHABI, Cyrus. I3: An IoT marketplace for smart communities. In: Proceedings of the 16th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. 2018. p. 498-499. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3210240.3223573>. Acesso em: 01 mar. 2023.
24. LAZZARETTI, Kellen; SEHNEM, Simone; BENCKE, Fernando Fantoni; MACHADO, Hilka Pelizza. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras, Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20190118>. Acesso em: 21 set. 2022.
25. LEMOS, André; De que forma as novas tecnologias - como a computação em nuvem, o Big Data e a internet Das coisas - podem melhorar a condição de vida nos espaços urbanos?. Revista GV-EXECUTIVO - Fundação Getúlio Vargas, v. 12 n. 2, 2013.
26. NAM, T.; PARDO, T.A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people and institutions. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>. Acesso em: 21 set. 2022.
27. PEDROSA, Paulo HC; NOGUEIRA, Tiago. Computação em nuvem. Acesso em, v. 6, 2011. Disponível em: <https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2011/T2/Artigos/G04-095352-120531-t2.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.
28. PORTO, Monica FA; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados, v. 22, p. 43-63, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>. Acesso em: 09 set. 2022.
29. RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Inteligência Artificial. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campos, 2004.
30. SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernadez; LUCIO, Pilar Batista Otros Metodología de la Investigación, v. 3, 1991.
31. SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. (org.). Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora de UFRGS, P. 31-42, 2009.
32. SOUSA, Flávio RC; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C. Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios. II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI), p. 150-175, 2009.
33. TAURION, Cezar. Cloud computing-computação em nuvem. Brasport, 2009.
34. TEODORO, Valter Luiz Iost; TEIXEIRA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite; FULLER, Beatriz Buda. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>. Acesso em: 12 jan. 2023.
35. TOPPETA, D. The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities. The Innovation Knowledge Foundation, 2010.
36. TUCCI, Carlos EM. Hidrologia: ciência e aplicação.; 2. reimpr. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
37. TUNDISI, José Galizia. Água no século XXI: enfrentando a escassez. 2003. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-383410>. Acesso em: 06 out. 2022.
38. WARD, Jonathan Stuart; BARKER, Adam. Undefined by data: a survey of big data definitions. arXiv preprint arXiv:1309.5821, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1309.5821>. Acesso em: 29 abr. 2023.
39. WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. Cidades inteligentes: a aplicação das tecnologias de informação e comunicação para a gestão de centros urbanos. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 9, n. 18, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v9n18.2634>. Acesso em: 29 abr. 2023.
40. YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M.; BUYS, L.; IOPPOLO, G.; SABATINI-MARQUes, J., da Costa, M.; YUN, J. J. Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. Cities, v. 81, p. 145-160, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.003>. Acesso em: 15 mar. 2023.