**TÍTULO**

**Bacias Hidrográficas Inteligentes: uma proposta, a partir do estudo dos conceitos e aplicações sobre cidades inteligentes, para auxiliar a gestão dos recursos hídricos**

**RESUMO**

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é utilizada e aplicada em várias áreas e proporciona, em várias situações, melhorias na qualidade de vida das pessoas. Um dos conceitos que comporta várias aplicações é o que chamamos de cidades inteligentes que, no contexto das cidades, podem trazer muitos benefícios para os cidadãos que vivem neste espaço. Atualmente, decorrente da mudança climática e do aquecimento global, temos vivenciado em alguns lugares a existência de crises hídricas, pela diminuição das reservas de água nos espaços das bacias hidrográficas, exigindo dos órgãos governamentais necessidade de melhoria na gestão dos recursos hídricos, de modo, que este bem precioso, a água, esteja disponível em quantidade e qualidade adequada. Assim, esse trabalho tem como objetivo estudar os conceitos e aplicações de TIC sobre cidades inteligentes e verificar como eles podem contribuir para a criação de aplicações de TIC úteis e que possam ser utilizadas nas bacias hidrográficas no sentido de contribuir para melhorar a gestão de recursos hídricos. O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, de caráter qualitativo, com abordagem prescritiva, uma vez que busca observar maneiras diferentes de avaliar como os conceitos envolvidos se integram e se complementam. Como resultado pretende-se apresentar conceitos e aplicações utilizados no contexto das cidades inteligentes que poderiam ser aplicados em bacias hidrográficas para melhorar a gestão dos recursos hídricos.

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

1. **INTRODUÇÃO**

Quando o crescimento econômico é desenvolvido de modo sustentável proporcionando qualidade de vida às pessoas que vivem em determinado espaço decorrente de investimentos em capital humano e social com infraestrutura moderna é possível relacionar essa situação com o conceito de cidade inteligente (CARAGLIU et al., 2011).

Nan e Pardo (2011) complementam ao afirmar que as cidades inteligentes devem possuir sistemas integrados com soluções inovadoras com a finalidade de proporcionar melhoria na qualidade dos serviços oferecidos aos cidadãos.

Toppeta (2010) afirma que as soluções inovadoras para gerenciar a complexidade das cidades devem utilizar facilidades das Tecnologias da Informação e Comunicação para que possam ser implementadas. Yigitcanlar et al (2018) complementam ao afirmar que a combinação de capital humano, capital social e TIC contribuem para o desenvolvimento de políticas públicas e desenvolvimento sustentável que permitem melhor convívio da sociedade reforçando o conceito de cidades inteligentes e sustentáveis.

Lazzaretti et al (2019) apresentam, a partir das principais contribuições dos estudos brasileiros no avanço das pesquisas sobre cidades inteligentes, algumas tecnologias e/ou aplicações. São elas:

* Desenvolvimento de TICs para auxiliar na gestão das cidades;
* Desenvolvimento de solução, dispositivos ou sensores de monitoramento para problemas urbanos;
* Desenvolvimento de dispositivos para possibilitar a participação do cidadão na gestão dos municípios;
* Desenvolvimento de soluções para melhor gestão dos recursos naturais, como a energia, nas smart cities;
* Entre outras.

Nos conceitos encontrados na literatura sobre cidades inteligentes, como alguns que foram apresentados até agora, nota-se que para gerenciar a complexidade das cidades, proporcionar melhor qualidade de vida para as pessoas, se preocupar com ações que tragam responsabilidade social e sustentabilidade e melhorar os serviços prestados pelo poder público, é fundamental a utilização de TIC.

As TIC são responsáveis por coletar dados, processá-los e analisá-los e disseminar informações para auxiliar as atividades das pessoas físicas ou jurídicas sejam elas operacionais, táticas ou estratégicas.

Quando se pensa uma cidade, seja ela de que tamanho for o seu espaço físico ou número de habitantes, é uma entidade complexa, pois possui muitos atores que convivem e trabalham em um mesmo espaço produzindo riquezas, pagando seus impostos, recebendo serviços prestados pelo poder público e convivendo com seus pares preferencialmente em harmonia para o bem da coletividade.

Pensando neste espaço complexo, ao introduzir o conceito de cidades inteligentes com a utilização de TIC, espera-se que as aplicações decorrentes melhorem a convivência das pessoas.

Um dos grandes problemas das cidades é fornecer os insumos necessários que para as pessoas possam continuar vivendo no espaço adequadamente. Um dos insumos mais importantes e que tem afetado a gestão pública é a água, que em muitas situações é escassa, decorrente de crises hídricas causadas por mudanças climáticas.

Para Gleick e Iceland (2018) a segurança hídrica ocorre quando da perspectiva do espaço territorial trata-se de garantir que certa quantidade de água chegue ao conjunto de consumidores na qualidade, volume e com a continuidade adequada para a manutenção da vida.

No entanto a disponibilidade de água está em um espaço mais complexo do que uma cidade, conhecido como bacia hidrográfica, pois além de possuir várias cidades com populações urbanas, ela contém a população rural e outros seres vivos que também dependem de água para a sua sobrevivência.

Borsato e Martoni (2004) definem bacias hidrográficas como uma área delimitada por divisores de água, que as separam de outras bacias e serve para captura natural de água através de precipitações de superfícies vertentes. Com uma rede de drenagem, formado pela junção dos cursos d’água, converge os escoamentos para a seção do exultório, sendo esse o ponto de saída.

Segundo Porto e Porto (2008) uma bacia hidrográfica engloba as áreas urbanas, industriais, agrícolas e de preservação e pode ser considerada um sistema que possui a precipitação da água da chuva como entrada e como saída a água que decorre do exutório no delineamento de bacias e sub-bacias interconectadas pelos sistemas hídricos.

Guerra e Cunha (1996) descrevem que as bacias hidrográficas são unidades de gestão e integração dos elementos naturais e sociais, ou seja, pode-se acompanhar as mudanças feitas pelo homem e as respectivas respostas da natureza.

Assim, diante da complexidade desta temática, será que os conceitos e aplicações sobre cidades inteligentes que utilizam TIC não poderiam ser úteis e adaptáveis no contexto de uma bacia hidrográfica para auxiliar na gestão de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica? Seria possível a partir deste estudo criar o conceito de bacias hidrográficas inteligentes?

Assim esse projeto tem como objetivo estudar os conceitos e aplicações de TIC sobre cidades inteligentes e verificar como eles podem contribuir para a criação de aplicações de TIC úteis e que possam ser utilizadas nas bacias hidrográficas no sentido de contribuir para **melhorar a gestão de recursos hídricos.**

1. **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**
   1. **Cidades inteligentes**
      1. **Conceitos**

Durante a década de 90, o debate entre as novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e o espaço urbano estava sob o amparo do termo "cidades digitais", termo no qual foi desenvolvido o princípio do surgimento das cidades inteligentes. Segundo Lemos,

o objetivo era dotar esse espaço de uma infraestrutura digital eficiente, como forma de estímulo a processos inovadores nas estruturas de governo, nas empresas e no comércio. A intenção era reaquecer o ambiente público, ampliar os laços comunitários e a participação política. (LEMOS, 2013, p. 46)

Defronte a ideia proposta, com o acesso a equipamentos tecnológicos e redes digitais amplamente democratizados, a inclusão social descrita seria atingida. Já em relação a esfera política, diversas ferramentas e softwares seriam um maior atrativo, uma vez que esses mecanismos visam garantir maior transparência, descentralizando assim, o poder, e o distribuindo aos cidadãos. (LEMOS, 2013)

Ao passar dos anos, os avanços tecnológicos crescentes e as constantes mudanças da sociedade em relação aos espaços físicos sociais passaram a exigir um conceito de organização. Juntamente desta necessidade, ações sustentáveis e a existência de uma infraestrutura tecnológica inteligente acabam sendo pilares para a boa e ideal execução prática da mesma. Essa organização, executada a modo que possamos preservar, se autossustentar e vivermos de forma a sempre evoluir da maneira mais eficiente possível, dentro do espaço em que exercemos nossas funções na sociedade, se dá o nome de cidades inteligentes.

A infraestrutura tecnológica inteligente, sendo uma das bases e fundamentos para projetos de uma cidade inteligente, é nada menos que a disseminação pelo espaço urbano de instrumentos eletrônicos (optoeletrônicos ou de outra natureza física) para aquisição, tratamento e transmissão de dados. (FARIAS et al; 2011) Disponibilizando serviços inteligentes para a população, se é obtido alguns hardwares sensoriais que auxiliam muito no processo de coleta e do manuseio de grandes massas de dados. Cada hardware dispõe de um papel específico, os sensores de poluição, tanto do ar, como da água, são exemplares nos quais nos habilitam a possuir um controle enorme e inédito sobre o que se é tratado. A partir destes mecanismos e a junção de diversos deles, se é iniciado a criação de sistemas de informações complexos e então uma possível evolução até o conceito de cidade inteligente.

Ao analisarmos o andamento mais atual de cidades inteligentes e suas aplicações, obtemos que a criação de ambientes balanceados em espaços urbanos - de forma que as pessoas possam trabalhar e ter suas necessidades e desejos razoavelmente satisfeitos no tocante aos serviços oferecidos pela infraestrutura urbana - são indispensáveis. Mais do que nunca, o ambiente alvo deve possuir uma capacidade funcional sustentável, à prova de futuro. A tecnologia aplicada em uma cidade inteligente é utilizada para otimizar o uso de recursos diversos e para transformação de sua infraestrutura básica. (FARIAS et al; 2011)

A justificativa do avanço está em virtude da busca contemporânea por soluções aos problemas econômicos, culturais e sociais enfrentados pelas cidades. Partindo de três bases de inteligência, sendo elas a humana, a coletiva e a artificial, as cidades inteligentes se tornam formas de apropriação do espaço urbano. (CURY, 2017)

Por meio de sensores integrados com sistemas de monitoramento em tempo real, é possível que o governo interaja diretamente com a infraestrutura da cidade e com sua comunidade, fazendo monitoramento do que acontece durante o dia a dia. As análises sobre a evolução da cidade, tendo como base a grande massa de dados diária coletadas, examinadas e disponibilizadas pelos equipamentos, são utilizadas como chave para eliminação de possíveis ineficiências dentre os espaços urbanos e a desigualdade. (CUNHA, 2019)

Com o passar dos anos, as críticas sobre cidades inteligentes são cada vez mais aparentes, temas como os estudos urbanos e a geografia econômica social são âmbitos notáveis dessa discussão. Segundo Tomás Donadio (2020), existem diversas representações sobre o tema por conta das diferentes linhas de pensamento:

1) os acadêmicos que se baseiam no determinismo tecnológico, fundamentados na neutralidade da tecnologia e na crença em seu “solucionismo”;

2) os estudiosos que defendem a utilização da tecnologia como uma ferramenta para políticas públicas centradas nos cidadãos;

3) os críticos que questionam as relações de poder, a comercialização do espaço público e o domínio tecnológico para criar uma ordem social neoliberal.

Diante das perspetivas existentes, a realidade de modelos empreendedores neoliberais aplicados em cidades inteligentes acabam não atendendo as necessidades dos cidadãos em geral, principalmente os grupos mais vulneráveis, pelo fato de serem idealizadas e desenvolvidas com base nos interesses de fornecedores e grandes empresas de tecnologia.

Cardullo, Di Feliciantonio, e Kitchin defendem em sua obra "The Right to the Smart City" (2019) a necessidade de ser repensado as cidades inteligentes de forma emancipatória, de modo que todos os cidadãos sejam beneficiados e não somente os mais privilegiados.

Dentre os diversos conceitos existentes de cidades inteligentes, é possível notar a semelhança em seus fundamentos, objetivos e embasamentos, que trabalhando em conjunto, visam realizar aplicações de TIC juntamente das ideias sustentáveis a ponto de oferecer melhores serviços a seus cidadãos. Nesse sentido, com as ideias apresentadas, seria possível se ter uma ideia qualitativa ou métricas sobre cidades inteligentes? Seria possível termos uma visualização nítida e clara sobre uma real cidade inteligente partindo apenas de seus conceitos? Talvez essas métricas e indagações possam ser mais bem observadas por meio de suas aplicações.

* + 1. **Aplicações**

Para chegar-se na execução das ideias dentro de um determinado espaço urbano, serão enfrentadas algumas objeções. Segundo professor Kon e o doutor Santana (2016), garantir a segurança e privacidade dos cidadãos e dos próprios sistemas da cidade, o gerenciamento e processamento das grandes massas de dados, oferecer escala adaptativa que acompanhe o crescimento populacional local, lidar com a grande variedade de dispositivos como sensores e smartphones e permitir que os diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto de forma interativa na troca de informações de maneira eficaz e eficiente, são alguns dos maiores desafios.

Giffinger et al. (2007) classifica algumas dimensões que servem de ferramenta para a verificação do quão inteligente uma cidade é. A primeira dimensão é a Economia inteligente, que, por meio de análises pautadas na qualidade das empresas instaladas e o ambiente para o empreendedorismo, é capaz de verificar o quão bem-preparada uma cidade está. A segunda dimensão é a População Inteligente, que, por fatores educacionais, renda, emprego, programas de educação científica e tecnológica e projetos de inclusão digital, se é medido o desenvolvimento dos cidadãos. A terceira dimensão é a Governança Inteligente, a qual se mede qualidade e transparência dos órgãos públicos por meio da facilidade no uso de serviços públicos, sua transparência em relação aos dados, investimentos em tecnologia e a transparência no uso dos recursos. A quarta dimensão é a Mobilidade Inteligente, que diante dos meios dos diversos transportes possíveis, é capaz de medir a facilidade de mobilidade no espaço da cidade. A quinta dimensão é o Meio-Ambiente Inteligente, que ao analisar a poluição ambiental, eficiência no uso de recursos e a quantidade de lixo reciclado, é capaz de medir a sustentabilidade da área. A sexta e última dimensão é a Vida Inteligente, essa divisão utiliza como parâmetros a taxa de homicídios, quantidade de áreas verdes, segurança, cultura, entretenimento, entre outros, com todos esses dados, é possível obter uma base para medir a qualidade de vida dos cidadãos.

* 1. **Tecnologias da Informação e Comunicação**

Ao analisar-se cidades inteligentes ao redor do mundo, é possível notar algumas principais Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que são frequentemente aparentes, as quais compõem a infraestrutura de suas aplicações. Entre todos os recursos avançados, os vocábulos Internet das Coisas (Internet of Things - IoT), Big Data, redes sociais online, computação em nuvem e inteligência artificial são indispensáveis.

* + 1. **Internet das Coisas (Internet of Things - IoT)**

Olhando para o termo Internet das Coisas, traduzido do inglês *Internet of Things* (IoT), se é possível explorar os conceitos das palavras "Internet" e "Coisas". Com a "Internet" obtém-se o protocolo de comunicação, já no sentido da palavra "Coisas", são apenas objetos não identificados com precisão. Com isso, semanticamente, o termo completo significa uma rede mundial de objetos interligados, com base em protocolos de comunicação. (BASSI e HORN, 2008)

Para Carrion e Quaresma, em suma

a Internet das Coisas trata-se de um ecossistema que conecta objetos físicos, através de um endereço de IP (*Internet Protocol*, ou Protocolo de Internet) ou outra rede, para trocar, armazenar e coletar dados para consumidores e empresas através de uma aplicação de software. (CARRION; QUARESMA, p.53)

Olhando para essa possibilidade de conexão de praticamente todos os objetos de nosso cotidiano, a importância atual do IoT na sociedade fica muito mais aparente e relevante. Com a vasta diversidade de dispositivos conectados, gama que abrange desde simples aparelhos domésticos até ferramentas industriais mais sofisticadas, o IoT permite comunicação perfeita principalmente entre pessoas e processos.

* + 1. **Big Data**

Outra tecnologia excepcional que também é imprescindível em aplicações é o Big Data. Jonathan Ward e Adam Barker descrevem Big Data em seu artigo "*Undefined By Data: A Survey of Big Data Definitions*", o termo está predominantemente associado a duas ideias: armazenamento de dados e análise de dados. Apesar da fama e do interesse atual sobre a expressão, seus conceitos não são nem um pouco novos e possuem longas linhagens. "Big" toma significado de complexidade e desafio, mas também é remetido ao sentido de quantificação, tornando assim, difícil de se fornecer uma definição.

Em 2001, Doug Laney levantou três dimensões desafiadoras quando se é tratado gerenciamento de dados, sendo elas *Volume*, *Variety* e *Velocity*. Essas dimensões passaram a ser comumente utilizadas para descrever Big Data.

O volume dos dados e sua magnitude é representado pelo primeiro dos três *V's*, o *Volume*, os quais são relatados em múltiplos terabytes e petabytes. As definições sempre são muito relativas quando se trata de volumes, tudo depende do tempo e do tipo do dado. (GANDOMI; HAIDER, 2015) Duas bases de dados possuindo o mesmo tamanho, em contextos e tipos dissemelhantes, serão necessários tecnologias diferentes para seu gerenciamento.

*Variety*, sendo o segundo dos *V's,* se trata exatamente dessa diversidade dos tipos de conjuntos de dados possíveis e sua heterogeneidade, que auxilia em sua própria definição. Entre esses tipos, se é encontrado os dados estruturados, os quais são tabulados, possuem a menor escala de volume existente entre os outros e, como exemplo, podem ser achados em bases de dados relacionais. Os semiestruturados, que por sua vez possuem capacidade de serem legíveis por máquinas e, por fim, os não-estruturados, como por exemplo, textos, imagens e vídeos. (GANDOMI; HAIDER, 2015)

O último dos três *V's* é a dimensão *Velocity*, a qual refere-se à taxa e velocidade de geração dos dados e seu tempo de análise. Diante do enorme avanço tecnológico contínuo dos dispositivos digitais, a criação de dados aumentou de forma imensurável, resultando cada vez mais na necessidade de processamento e da realização de análises dos dados em tempo real. (GANDOMI; HAIDER, 2015)

* + 1. **Computação em Nuvem**

Com a necessidade de construir infraestruturas de TI complexas, as quais envolvem operações de instalação, configuração e atualização de software por meio do usuário, surge a computação em nuvem. (SOUSA et al. 2009)

No livro "*Cloud Computing* - Computação em Nuvem" (2009), Cezar Taurion afirma que a computação em nuvem é um termo que descreve um ambiente de computação com base na rede de servidores, tanto virtuais, quanto físicos.

Ao expor a ideia, Taurion resume:

"um conjunto de recursos como capacidade de processamento, armazenamento, conectividade, plataformas, aplicações e serviços disponibilizados na Internet." (TAURION, p.2)

A computação em nuvem seria um novo modelo de computação, no qual é capaz de fornecer liberdade no acesso de serviços e aplicações independente da localidade em que o usuário se situa ou sua plataforma de acesso.

Para a execução deste modelo, todas as aplicações e os dados dos usuários são reunidos em um *data center*. A partir desta junção de dados no centro de armazenamento, a infraestrutura e as aplicações, por meio da internet, são compartilhadas em formato de serviços. (PEDROSA; NOGUEIRA, 2011)

* + 1. **Inteligência artificial**

A inteligência artificial (IA) é um campo universal (RUSSELL; NORVIG, 2004), surgida recentemente, esta ciência é capaz de abranger diversos campos, tanto em tarefas de áreas específicas, quanto em áreas de uso geral. Ao automatizar e sistematizar tarefas intelectuais, aplicações de IA passam a ter forte potencial nas mais diversas esferas da atividade humana.

Ao decorrer do tempo, muitos estudos foram realizados sobre o assunto, estudos em que resultaram em quatro linhas de pensamento para elaboração do conceito de IA. A primeira linha de pensamento está relacionada a sistemas que pensam como seres humanos, a segunda se diz respeito a sistemas que atuam como seres humanos, a terceira sobre sistemas que pensam racionalmente e a quarta linha reforça sobre sistemas que atuam racionalmente. (GOMES, 2010)

A primeira e a terceira linha argumentam sobre o processo de pensamento e raciocínio, já a segunda e a quarta tocam o comportamento. Ademais, a medição do sucesso em termos de fidelidade ao desempenho humano se é analisado pelas duas primeiras linhas e a medição do sucesso em relação a inteligência e racionalidade são medidas pelas duas últimas linhas de pensamento. (RUSSELL; NORVIG, 2004)

Ao introduzir inteligência artificial em seu livro "A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana?" (2019), Dora Kaufman, a partir da junção de definições já fundamentadas por grandes nomes no assunto como Davi Geiger e John McCarthy, faz um fechamento muito interessante. Ao completar, Kaufman diz que a inteligência artificial é a ciência e a engenharia de criar máquinas que possuam funções exercidas pelo cérebro dos animais.

**APLICAÇÕES REAIS**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nome da Aplicação** | **Descrição** | **Citação** |
| Serviços Inteligentes para a Coleta de Lixo. | Implantação de rede de sensores que notificam quando as lixeiras da cidade estão cheias. (Barcelona - Espanha) | KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. (2016) |
| Incentivo do Uso de Formas Sustentáveis de Transporte. | Instalação de pontos de recarga elétrica de carros pela cidade e projeto de bicicletas compartilhadas. (Barcelona - Espanha) | KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. (2016) |
| Big & Open Data - CitySDK | Padrões abertos e incentivos ao compartilhamento de grandes massas de dados e abertura sobre a discussão do que deve ser protegido ou divulgado. CitySDK é um dos projetos criados que auxilia nessa área, a finalidade se destaca ao simplificar o desenvolvimento de aplicações e definir formatos e padrões para tornar os dados públicos. (Amsterdam - Holanda) | KAMIENSKI, Carlos et al. (2016) |
| WiFi Livre SP | Implantação de praças digitais entre as principais regiões da cidade, onde o acesso e uso da rede é irrestrito e gratuito por quaisquer dispositivos eletrônicos. Wifi Livre SP foi desenvolvido com o objetivo de tornar a internet mais acessível ao cidadão. (São Paulo - Brasil) | KAMIENSKI, Carlos et al. (2016) |
| Centro de Operações do Rio de Janeiro (COR) | Órgãos e agências de monitoramento que monitoram 24 horas por dia o cotidiano da cidade. O objetivo é conseguir gerenciar e ter controle de possíveis crises que possam afetar os cidadãos e empresas. Entre essas crises, os deslizamentos, as condições de tráfego, condições do mar e chuvas fortes são exemplares que podem impactar a população que ali vive. O sistema possui captação de imagens através de mais de 500 câmeras instaladas e dados recebidos por sensores que também são estrategicamente instalados ao redor da cidade. Estes dados são completamente integrados para visualização, monitoramento e análise em uma sala de controle, permitindo assim, que tomadas de decisões e a solução dos problemas sejam realizadas em tempo real. (Rio de Janeiro - Brasil) | WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. (2013) |
| Centro Integrado de Comando (CEIC) | Dezenas de câmeras interconectadas de alta capacidade com sensores de movimento por infravermelho, sensores de deslocamento e recursos de ampliação de imagens que auxiliam no monitoramento de praças, vias, prédios e monumentos públicos. Além disso, o centro de comando possui monitoramento georreferenciado que acompanha o posicionamento e deslocamento de viaturas e sensores pluviométricos para nivelamento de rios. (Porto Alegre - Brasil) | WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. (2013) |
| Sinais semafóricos inteligentes – Sistema de Controle de Trânsito Adaptativo em Tempo Real | Laços indutivos instalados no chão que captam o fluxo de tráfego alternando o estado de forma automática. O objetivo é reduzir a taxa de emissão de gases e acelerar o tempo de circulação, taxas apresentam uma diminuição de até 7% da emissão de gases e uma aceleração de 30% no tempo de circulação. (Porto Alegre - Brasil) | WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. (2013) |
| Monitoramento de ônibus para cidades inteligentes | Dispositivos GPS instalados nos ônibus são fonte de dados reais, o monitoramento é realizado sobre a velocidade média de cada ônibus. A aplicação retorna para o cliente o posicionamento de cada ônibus no mapa, e com o cálculo de velocidade média, um alerta é disparado sobre as condições de trânsito sempre que uma baixa velocidade é detectada. Além disso, as rotas de cada ônibus são aparentes e os dados de busca de rotas realizadas pelos usuários servem de referência para a central de monitoramento, advertindo a necessidade de mais linhas na rota pesquisada. (Recife - Brasil) | BORJA, Rafael; GAMA, Kiev. (2014) |
| National Education Network (NEdNet) | Sistema integrado que inclui serviços de informação sobre educação (SIA), infraestrutura de rede, e serviços de aprendizagem, auxiliando assim, o raciocínio de quem superiormente possui o conhecimento e leciona, apoia a aprendizagem autodirigida e personalizada com base no estudante, e o apoio à decisão. (Tailândia) | AL NUAIMI, Eiman et al. (2015) |
| Horizon Scanning Centre (HSC) - Recursos Naturais e Energia | HSC consiste em um projeto que, através de análises aprofundadas sobre múltiplos canais de dados (Big Data), aborda alterações climáticas e seus efeitos na disponibilidade de alimentos e água, tensões regionais, e estabilidade e segurança nacional. O objetivo é auxiliar o governo a possuir mais controle ao lidar com desafios interdepartamentais e multidisciplinares. (Reino Unido) | AL NUAIMI, Eiman et al. (2015) |
| Risk Assessment and Horizon Scanning (RAHS) - Segurança Pública | O programa RAHS que atua no âmbito do Centro Nacional de Coordenação de Segurança, 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 cenários possíveis. | AL NUAIMI, Eiman et al. (2015) |

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

Dentro da literatura, ao longo do tempo, levantaram-se diversos conceitos sobre bacias hidrográficas, essa necessidade surgiu pela grande importância do termo que está fortemente relacionado a gestão dos recursos hídricos. Dentro do tema de gestão hídrica, as bacias hidrográficas são base e referência de estudos, dessa forma, fica eminente a importância de gestores e pesquisadores obterem domínio do conhecimento sobre as bacias e suas subdivisões. (TEODORO et al; 2007)

Segundo Tucci (2001), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz afluir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes, ou seja, superfícies as quais possuem certo nível de inclinação que possibilitam o escoamento de água; e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório, parte mais baixa do trecho do curso d`água principal.

Para Porto e Porto (2008), bacias hidrográficas são entes sistêmicos, uma vez que nelas são realizados processos de entrada de água, como a chuva, e processo de saída da água pelo exutório, formando assim bacias e sub-bacias interconectadas. Dentro do território de uma bacia hidrográfica realizam-se as atividades humanas, essa área de gestão abrange áreas urbanas, agrícolas, áreas de preservação e industriais, fornecendo água para todo esse espaço.

Diante das análises realizadas sobre as bacias hidrográficas existentes, pode-se observar a grande diversidade de formas de relevo, suas feições e modelos. A partir disso, estudos mostram e destacam por meio de medidas qualitativas e quantitativas os diferentes aspectos e características entre uma bacia e outra (TONELLO et al; 2006). Focando em alguns dos estudos quantitativos, estes exploram as interações entre os processos utilizando um método de análise morfométrica através dos seguintes parâmetros: densidade de drenagem, coeficiente de compacidade, índice de circularidade e forma da bacia. (ALVES e CASTRO, 2003; GUERRA e GUERRA, 2003; POLITANO e PISSARRA, 2003; POLITANO et al., 2004)

Com os dados hidrológicos e características físicas adquiridas dos métodos e parâmetros citados acima, tem-se uma capacidade de estabelecer relações e comparações entre os comportamentos hidrológicos das bacias estudadas, e indicar valores hidrológicos em locais que não possuem toda estrutura de captação de dados. (VILLELA e MATTOS, 1975)

Tonello et al. (2006) afirmam em seus estudos sobre a Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG que, a junção de todos os índices, suas expressões quantitativas, as características de forma dos processos e de suas inter-relações são essenciais para desvendar a complexa dinâmica de uma bacia. Toda a quantificação da disponibilidade hídrica acaba servindo de base para projetos e planejamentos dos recursos hídricos.

Entre os montantes benefícios e demandas que temos da água, o fato de todos os humanos e seres vivos terem uma necessidade vital deste recurso é o que mais se destaca e eleva a importância do assunto. Os recursos hídricos são utilizados pela sociedade das mais diversas formas, sendo útil tanto para o individual do ser, como na higiene humana e no bem-estar humano, quanto como elemento decisivo para progressos econômicos e sociais, sendo útil em transportes hidroviários, agricultura e pesca, processos industriais, energia hidrelétrica, irrigação, recreação e em atividades relacionadas a lazeres. (YASSUDA, 1993)

Para que toda água seja disponível de modo que atenda a quantidade e qualidade requisitada, seja por qualquer atividade ou processo humano, uma boa gestão hídrica deve existir. Atualmente, o uso descontrolado da água em diversos setores prejudica fortemente a segurança hídrica de determinadas regiões. Tundisi (2003) alega que aproximadamente 2,5% da água existente no planeta é doce, porém apenas 0,5% das águas são disponíveis para consumo e fornecimento para necessidades humanas. Além da porcentagem assustadoramente baixa de água disponível, a grande desigualdade na distribuição de água ao redor do mundo aumenta a tensão e preocupação referente a execução de gestões hídricas adequadas, rígidas e eficazes.

Assim, o grande benefício que um bom processo de gestão de recursos hídricos pode trazer é ter dados e informações sobre segurança hídrica, o que pode ser obtido por meio das TIC.

Colocar uma definição de segurança hídrica

1. **METODOLOGIA**

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, pois o “[...] tema escolhido é pouco explorado [...]” (Gil, 2008, p.43).

Segundo Silveira e Córdova (2009), esse tipo de pesquisa também proporciona mais familiaridade com o tema, assim, faz torná-lo mais conhecido. Ele também se encaixa com estudos com os quais se pretende “(...) examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado ou que não tenha sido abordado antes” (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 1991, p. 59).

Os dados do estudo, de caráter qualitativo serão obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre os temas conceitos e aplicações de cidades inteligentes, bacias hidrográficas e gestão de recursos hídricos. Essa abordagem é prescritiva, uma vez que busca observar maneiras diferentes de avaliar como os conceitos envolvidos se integram e se complementam.

No desenvolvimento do método, pretende-se: definir e caracterizar cidades inteligentes e suas aplicações; definir bacias hidrográficas e gestão dos recursos hídricos; relacionar conceitos e aplicações de cidades inteligentes que sejam úteis para auxiliar na gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

Para relacionar os conceitos e aplicações de cidades inteligentes que sejam úteis para auxiliar na gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, e para afastar o viés da subjetividade, a análise será feita por meio dos princípios de Gibson (2005). São eles:

1. Integridade do sistema socioecológico;
2. Recursos suficientes para subsistência e acesso a oportunidades;
3. Equidade intrageracional;
4. Equidade intergeracional;
5. Manutenção de recursos naturais e eficiência;
6. Civilidade socioambiental e governança democrática;
7. Precaução e adaptação; e
8. Integração entre situação atual e de longo prazo.
9. **CONTRIBUIÇÃO PARA CRIAÇÃO DE APLICAÇÕES PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS**

AL NUAIMI, Eiman et al. Applications of big data to smart cities. Journal of Internet Services and Applications, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2015.

ALVES, JM De P.; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.

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.

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.

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.

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. . Smart Cities in Europe. Journal of Urban Technology, 2011. Vol. 2, n. 18, p. 65-82. DOI http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2011.601117.

CARDULLO, Paolo; DI FELICIANTONIO, Cesare; KITCHIN, Rob (Ed.). The right to the smart city. Emerald Group Publishing, 2019.

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.

CUNHA, Izabella Bauer de Assis et al. Dados Abertos e suas aplicações em Cidades Inteligentes. Liinc em Revista, v. 15, n. 2, 2019.

CURY, Mauro José Ferreira; MARQUES, Josiel Alan Leite Fernandes. A cidade Inteligente: uma reterritorialização, Programa de Pós-Graduação Desenvolvimento Regional Mestrado e Doutorado, Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, janeiro-abril, 2017.

DONADIO, Tomás. Repensar a cidade inteligente ou voltar ao “antigo normal”?. Finisterra–Revista Portuguesa de Geografia, v. 115, n. LV, 2020.

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.

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.

GIBSON, R. B. et al. Sustainability Assessment: Criteria, Processes and Applications. London: Earthscan, 254 p, 2005.

GIFFINGER, Rudolf; FERTNER, Christian; KRAMAR, Hans; KALASEK, Robert; PICHLER-MILANOVIC, Nataša; MEIJERS, Evert. Smart cities-ranking of european medium-sized cities. Technical report, Vienna University of Technology, 2007.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

GLEICK, P.; ICELAND, C. Water, Security, and Conflict. Issue Brief. World Resource Institute and Pacific Institute., p. 1–16, ago. 2018.

GOMES, D. dos S. Inteligência Artificial: conceitos e aplicações. Olhar Científico. v1, n. 2, p. 234-246, 2010.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Orgs. Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Bertrand Brasil, 1997.

KAMIENSKI, Carlos et al. Computaçao urbana: Tecnologias e aplicaçoes para cidades inteligentes. Minicursos SBRC, p. 26, 2016.

KAUFMAN, Dora. A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana?. ESTAÇÃO DAS LETRAS E CORES EDI, 2019.

KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios. Jornadas de atualização em informática, v. 17, 2016.

LANEY, Doug et al. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. META group research note, v. 6, n. 70, p. 1, 2001.

LAZZARETTI, Kellen; SEHNEM, Simone; BENCKE, Fernando Fantoni; MACHADO, Hilka Pelizza. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras, Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2019, . DOI https://doi.org/10.1590/2175- 3369.011.e20190118

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.

NAM, T.; PARDO, T.A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people and institutions. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIGITAL, 2011.

PEDROSA, Paulo HC; NOGUEIRA, Tiago. Computação em nuvem. Acesso em, v. 6, 2011.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 297-305, 2004.

POLITANO, WALTER; PISSARRA, TERESA CT. Relações entre características morfométricas quantitativas e estimativa da vazão em função da área em microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude. Engenharia Agrícola, v. 23, n. 1, p. 179-186, 2003.

PORTO, Monica FA; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados, v. 22, p. 43-63, 2008.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. Inteligência Artificial. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campos, 2004.

SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernadez; LUCIO, Pilar Batista Otros Metodología de la Investigación, v. 3, 1991.

SANTIN, Janaína Rigo; GOELLNER, Emanuelle. A gestão dos recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso. Sequência (Florianópolis), p. 199-221, 2013.

SILVEIRA, D. T.; CÓDOVA, 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.

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.

TAURION, Cezar. Cloud computing-computação em nuvem. Brasport, 2009.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. 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.

TONELLO, Kelly Cristina et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. Revista Árvore, v. 30, p. 849-857, 2006.

TOPPETA, D. The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, “livable”, sustainable cities. The Innovation Knowledge Foundation, 2010.

TUCCI, Carlos EM. Hidrologia: ciência e aplicação. ; 2. reimpr. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.

TUNDISI, José Galizia. Água no século XXI: enfrentando a escassez. 2003.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. Hidrologia aplicada. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WARD, Jonathan Stuart; BARKER, Adam. Undefined by data: a survey of big data definitions. arXiv preprint arXiv:1309.5821, 2013.

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.

YASSUDA, Eduardo Riomey. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. Revista de Administração pública, v. 27, n. 2, p. 5 a 18-5 a 18, 1993.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M.; BUYS, L.; IOPPOLO, G.; SABATINI-MARQUes, J., da Costa, M.; YUN, J. J. Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desiredoutcomes in a multidimensional framework. Cities, n. 81, p. 145–160., 2018.