

MODELOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS BRASILEIROS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS IN THE IN THE MANAGEMENT OF BRAZILIAN INTER-MUNICIPAL CONSORTIA

Claudio Zancan

Doutor em Administração pela Universidade de Brasília (Distrito Federal/Brasil).
Pesquisador de Pós-doutorado em Administração na FEA-RP/USP (Ribeirão Preto/Brasil).
E-mail: claudiozancan@usp.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9150-4962>.

João Luiz Passador

Doutor em Administração pela Università Commerciale Luigi Bocconi (Roma/Itália).
Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações FEARP/USP (Ribeirão Preto/Brasil).
E-mail: jlpassador@usp.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0460-8852>.

Cláudia Souza Passador

Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (São Paulo/Brasil).
Professora do Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações FEARP/USP (Ribeirão Preto/Brasil).
E-mail: cspassador@usp.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9333-563X>.

Recebido em: 20 de março de 2023
Aprovado em: 25 de junho de 2023
Sistema de Avaliação: Double Blind Review
RGD | v. 20 | n. 2 | p. 80-123 | jul./dez. 2023
DOI: <https://doi.org/10.25112/rgd.v20i2.3424>

RESUMO

O objetivo principal deste artigo é propor o uso de modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais no Brasil, com implementação de ferramentas tecnológicas que permitem, de forma coordenada e estratégica, a gestão eficiente dos serviços de água, esgoto, segurança e transporte público. Essa discussão ganha importância por vários motivos, entre os quais a melhoria na tomada de decisões é um deles, fornecendo diretrizes capazes de tornar o processo de tomada de decisões mais informado e preciso. Assim, o conceito de consórcios intermunicipais, inteligência artificial e variantes, são explorados como pressupostos teóricos, concebendo um estudo qualitativo, com características descritivas e propositivas. Concluiu-se que a utilização da inteligência artificial para a gestão de consórcios de serviços intermunicipais é percebida como uma abordagem promissora e inovadora, otimizando processos, melhorando a eficiência operacional, reduzindo custos e aumentando a qualidade dos serviços oferecidos à população. Como estudos futuros são considerados aspectos que envolvem a avaliação de desempenho, estudos de viabilidade econômica, avaliação de impactos sociais e ambientais, aspectos éticos e legais, bem como os que envolvem a adoção de novas tecnologias na exploração do uso de outras técnicas e abordagens, como a computação em nuvem, a internet das coisas (IoT) e o *blockchain*.

Palavras-chave: Consórcios Intermunicipais. Inteligência Artificial. Gestão Pública.

ABSTRACT

The main objective was proposing the use of artificial intelligence (AI) frameworks in the management of intercity consortia in Brazil, with the implementation of technological tools that allow, in a coordinated and strategic way, the efficient management of sanitation, security, and public transport services. This discussion gains importance for several reasons, among which the improvement in decision-making is one of them, providing guidelines capable of making the decision-making process more informed and accurate. Thus, the concept of inter-municipal consortia and variants are explored as theoretical assumptions, conceiving a qualitative study, with descriptive and propositional characteristics. It was concluded that the use of AI for the management of consortia of intercity services is perceived as a promising and innovative approach, optimizing processes, improving operational efficiency, reducing costs, and increasing the quality of services offered to the population. Further studies involving performance evaluation, economic feasibility studies, assessment of social and environmental impacts, ethical and legal aspects, as well as involving adoption of new technologies in exploring the use of other AI techniques and approaches, such as cloud computing, the internet of things (IoT), and blockchain.

Keywords: Intermunicipal Consortia. Artificial Intelligence. Public Management.

1 INTRODUÇÃO

A globalização econômica e cultural tem impulsionado a conectividade social, visto que a expansão de mercados, organizações e fluxos migratórios, criam distintas formas de cooperação e interdependência entre os indivíduos e sociedades, em escala global. A tecnologia desempenha um papel fundamental no processo de conectividade, permitindo que as pessoas e organizações se comuniquem em tempo real, compartilhando informações e ideias de forma instantânea.

Assim, gerenciar uma sociedade conectada é um desafio para o poder público, pois exige a implementação de políticas e ações capazes de promover a inclusão digital, garantir a segurança e as privacidades individuais dos cidadãos, permitindo acesso as informações de forma equitativa e democrática. Uma das principais estratégias para o gerenciamento de uma sociedade conectada é a criação de marcos regulatórios que estabeleçam normas e diretrizes para o uso compartilhado de tecnologia entre as esferas do poder público. É importante que esses marcos regulatórios sejam atualizados constantemente para acompanhar as mudanças tecnológicas e garantir que os direitos dos usuários sejam protegidos. Também, investimentos em infraestrutura e políticas públicas capazes de promover a inclusão digital, bem como, a redução de desigualdades de acesso as tecnologias de informação, parecem se configurar como grandes desafios aos gestores, em dias atuais.

Neste contexto, na gestão de serviços públicos de municípios brasileiros, surgem os consórcios intermunicipais como forma de cooperação federativa que se baseia na descentralização e na participação de municípios na gestão de políticas públicas compartilhadas que visam a prestação de serviços básicos aos cidadãos. Esses consórcios representam uma alternativa para superar as dificuldades enfrentadas pelos municípios, isoladamente, na oferta de serviços públicos e na solução de problemas que ultrapassam as fronteiras municipais. A Constituição Federal de 1988 e a Lei nº 11.107/2005 dispõem sobre normas gerais para a formação e funcionamento desse tipo de consórcio público, visto que a criação de um consórcio intermunicipal envolve a celebração de um contrato de programa entre os municípios participantes, definindo competências, responsabilidades e obrigações, de cada um, na gestão dos serviços ou ações desenvolvidas em conjunto.

Dentre as vantagens dos consórcios intermunicipais destacam-se: melhoria da qualidade dos serviços, economia de recursos, fortalecimento do poder público local, acesso a recursos financeiros e técnicos, flexibilidade na gestão e redução de conflitos. Embora haja muitas vantagens na formação de consórcios intermunicipais na gestão de serviços públicos, também existem algumas desvantagens, tais como: dificuldade na tomada de decisões desigualdade entre municípios, dificuldade na implementação

de políticas públicas, custos administrativos e dificuldades no gerenciamento de conflitos (Vaz, 1997; Balestrin; Verschoore, 2016).

Neste artigo, pressupõe-se que a gestão eficiente de consórcios intermunicipais com o uso da inteligência artificial (IA) pode superar as desvantagens apresentadas, visto que a IA é uma tecnologia capaz de processar grandes quantidades de dados, fornecendo diretrizes estratégicas na tomada de decisões dos gestores municipais diante de desafios encontrados na prestação de serviços básicos a população, dentre os que são explorados na discussão deste texto, quer sejam: água, esgoto, segurança e transporte público. Para isso, algumas formas de implementar a IA na gestão de consórcios intermunicipais incluem a análise de dados, utilizada para analisar grandes conjuntos de dados gerados pelos municípios consorciados, permitindo identificar padrões e tendências para tomada de decisões. Além disso, a otimização de processos pode ser usada para melhor gerir recursos dos municípios, reduzindo custos e aumentando a eficiência das políticas públicas implementadas. Em processos de tomada de decisões, a IA pode ser usada para auxiliar na tomada de decisões estratégicas do consórcio, fornecendo diretrizes baseadas em análises de dados. Finalmente, no atendimento ao cidadão, a IA pode ser usada para melhorar essa relação, oferecendo serviços mais eficientes e personalizados.

Apesar da destacada importância da Inteligência Artificial na gestão de consórcios intermunicipais de serviços públicos, estudos científicos que tratam desta temática ainda apresentam lacunas teóricas importantes que precisam ser abordadas para uma compreensão mais aprofundada desta relação. Flexa e Barbastefano (2019), bem como, Lui, Schabbach e Nora (2020), entre outros autores, destacam algumas dessas lacunas teóricas, incluindo ausência de clareza conceitual em relação ao que é um consórcio intermunicipal e como ele se diferencia de outras formas de cooperação intermunicipal. Isso pode levar a dificuldades na comparação entre diferentes consórcios e na avaliação de seu desempenho, indicando novos estudos. Também, esses autores destacam que consórcios intermunicipais enfrentam desafios de governança, como a distribuição de poder entre os membros, a tomada de decisões e a prestação de contas.

A partir desta observação, surge a seguinte pergunta de pesquisa: de que maneira a inteligência artificial pode ser aplicada na gestão de consórcios intermunicipais? Tal inquirição ganha relevância devido à necessidade de empreender investigações científicas e estruturais que permitam compreender como tais desafios podem ser superados, bem como a governança pode ser aprimorada no contexto da gestão destes consórcios. Ademais, é pertinente enfatizar que muitos consórcios se deparam com dificuldades na gestão financeira, abrangendo aspectos como a obtenção de recursos e a equitativa divisão de encargos entre seus membros. Urge explorar alternativas que assegurem a sustentabilidade financeira na condução destes consórcios. Por fim, surgem intrincadas questões jurídicas relacionadas

aos consórcios intermunicipais, tais como a competência legal na sua constituição e operação, além da atribuição de responsabilidades aos membros em situações problemáticas. Abre-se a necessidade de empreender pesquisas destinadas a elucidar tais questões, a fim de facilitar o estabelecimento e a operacionalização eficiente dos consórcios intermunicipais.

Nesta direção, relacionado com os desafios de governança apontados como gap teórico, surge este artigo, com o objetivo geral de desenvolver uma abordagem estruturada para a aplicação de modelos avançados de Inteligência Artificial na gestão de consórcios intermunicipais no contexto brasileiro. Isso será realizado por meio da concepção e implementação de ferramentas tecnológicas que possibilitem uma coordenação estratégica eficiente, visando aprimorar os serviços essenciais de água, esgoto, segurança e transporte público. A abordagem proposta considerará características tangíveis e passíveis de mensuração, permitindo uma gestão mais precisa, ágil e integrada desses serviços, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida nas regiões abrangidas pelos consórcios.

Essa discussão ganha importância por vários motivos, entre os quais a melhoria na tomada de decisões é um deles, tendo que a utilização da inteligência artificial pode fornecer possibilidades que podem ajudar na tomada de decisões mais informadas e precisas. Isso pode levar a uma gestão mais eficiente e eficaz dos serviços públicos prestados pelos consórcios intermunicipais. Além disso, a IA pode ser utilizada para automatizar processos e tarefas repetitivas, reduzindo a necessidade de trabalho manual e aumentando a eficiência dos serviços prestados pelo consórcio intermunicipal, o que gera: o aumento da eficiência. Também, existe redução de custos com a automatização de tarefas e a melhoria na tomada de decisões, que torna possível reduzir custos administrativos e operacionais, permitindo que os recursos sejam direcionados para outras áreas importantes. Finalmente, a discussão sobre a utilização da inteligência artificial pode estimular a inovação e a busca por soluções tecnológicas mais eficientes para a gestão dos consórcios intermunicipais.

Para aprofundar esta discussão e promover direcionamentos de pesquisa, na próxima seção, são apresentados estudos que envolvem a análise teórica do fenômeno vislumbrado, sob a perspectiva conceitual de consórcios intermunicipais, modelos de gestão de consórcios intermunicipais, Inteligência Artificial, bem como as possíveis associações dos conceitos na gestão pública, retratando exemplos deste tipo de cooperação. O texto segue na proposição de um *framework* de IA na gestão de consórcios intermunicipais, envolvendo características específicas para serviços de água, esgoto, segurança e transporte público. As principais conclusões finalizam o artigo, seguida da apresentação das referências teóricas utilizadas nesta discussão.

2 CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS

Os estudos sobre consórcios intermunicipais têm uma história relativamente recente no Brasil. Os primeiros consórcios surgiram na década de 1970, porém foi somente a partir dos anos 1990 que houve um aumento significativo no número de consórcios intermunicipais em todo o país. A Constituição Federal de 1988 reconheceu a autonomia dos municípios e incentivou a cooperação entre eles, o que contribuiu para o surgimento de consórcios (Vaz, 1997).

Para Lui, Schabbach e Nora (2020), o primeiro consórcio intermunicipal de saúde foi criado em 1990 no estado de São Paulo, reunindo municípios que buscavam melhorar a qualidade dos serviços de saúde prestados à população. Ao longo das décadas seguintes, os consórcios intermunicipais se multiplicaram em diversas áreas, como transporte, saneamento básico, resíduos sólidos, educação, entre outras. A criação de consórcios passou a ser vista como uma forma de enfrentar os desafios comuns a vários municípios, principalmente em áreas metropolitanas ou regiões de desenvolvimento.

Em 2005, a Lei nº 11.107/2005 estabeleceu normas gerais para a criação de consórcios públicos, o que contribuiu para a regulamentação e consolidação desse tipo de parceria entre municípios. A lei definiu, por exemplo, que os consórcios públicos podem ser criados por dois ou mais entes da Federação, com personalidade jurídica de direito público ou privado, e com a finalidade de realizar atividades de interesse comum. Um dos principais desafios dessa Lei é garantir que os consórcios públicos sejam estruturados e geridos de forma adequada e transparente, evitando problemas como a má gestão dos recursos públicos, a corrupção e a falta de prestação de contas. Além disso, é preciso garantir que os consórcios sejam capazes de promover efetiva melhoria dos serviços públicos prestados à população (Oliveira; Alves, 2018).

Outro desafio importante é a garantia da participação da sociedade na gestão dos consórcios públicos, assegurando que a população tenha voz nas decisões que afetam diretamente sua vida e seus direitos. Isso requer transparência, mecanismos de controle social e a promoção de canais de diálogo entre os consórcios e a comunidade. Por fim, é preciso garantir que os consórcios públicos estejam alinhados com as políticas públicas e os objetivos de desenvolvimento sustentável, de modo a contribuir para a construção de um país mais justo e igualitário (Grin, 2021).

Para Leão *et al.* (2022), os consórcios intermunicipais são vistos atualmente como importantes instrumentos de cooperação e integração entre os municípios para a prestação de serviços públicos de forma mais eficiente e econômica. Eles surgem como uma alternativa para superar as limitações financeiras, técnicas e administrativas dos municípios isolados. Por meio deste tipo de consórcio, os municípios podem unir esforços para planejar e executar projetos e programas em áreas como saúde,

educação, transporte, saneamento básico, meio ambiente, cultura, entre outras. Além disso, os consórcios permitem a aquisição conjunta de bens e serviços, gerando economia de escala e redução de custos.

Entretanto, é importante ressaltar que os consórcios intermunicipais devem ser estruturados e geridos de forma adequada e transparente, para evitar problemas como a má gestão dos recursos públicos, a corrupção e a falta de prestação de contas. É fundamental que haja transparência e participação social nas decisões dos consórcios, garantindo a efetiva representatividade dos municípios envolvidos e o controle social sobre as ações realizadas. Ou seja, os consórcios intermunicipais podem ser percebidos como uma alternativa viável para a solução de problemas que afetam diversos municípios, além de ser uma forma de fortalecer o poder público local e promover o desenvolvimento regional (Spinelli; Mesquita, 2020).

Um conceito que contempla a dimensão conceitual observada na atualidade está em definir os consórcios intermunicipais como parcerias formais entre dois ou mais municípios, para a realização de atividades de interesse comum. Essas parcerias são regidas por um contrato ou convênio, no qual são estabelecidos os objetivos, as obrigações e os direitos dos municípios consorciados (Flexa; Barbastefano, 2019). A partir desta definição, os consórcios intermunicipais podem assumir personalidade jurídica de direito público ou privado, dependendo das normas que regem a sua criação. Isso ocorre porque eles são criados, em sua maioria, com a finalidade de promover o desenvolvimento regional, fortalecer o poder público local e solucionar problemas que afetam vários municípios. Entre aquelas atividades que podem ser realizadas nos consórcios intermunicipais, destacam-se a prestação de serviços públicos, como saúde, educação, transporte e saneamento básico, a compra de bens e serviços em conjunto, a elaboração de planos e projetos em conjunto e a captação de recursos financeiros e técnicos.

Para tanto, os consórcios intermunicipais podem ser formados por municípios de uma mesma região, com características e problemas semelhantes, ou por municípios de regiões diferentes que compartilham interesses específicos. A adesão aos consórcios é voluntária e depende da vontade dos municípios envolvidos. Em geral, os consórcios intermunicipais são geridos por uma estrutura colegiada, formada por representantes dos municípios consorciados. Essa estrutura tem o papel de definir as políticas e diretrizes do consórcio, além de acompanhar e avaliar as atividades realizadas (Endlich, 2018).

Assim, os consórcios intermunicipais são importantes para o desenvolvimento dos municípios brasileiros por várias razões. Em primeiro lugar, eles permitem que os municípios compartilhem recursos e conhecimentos, o que pode resultar em serviços mais eficientes e de melhor qualidade para a população. Isso é especialmente importante para municípios com recursos limitados, que podem não ter condições de oferecer todos os serviços necessários aos seus cidadãos.

Além disso, Vaz (1997) afirma que os consórcios intermunicipais fortalecem o poder público local, permitindo que os municípios se unam em torno de objetivos comuns e aumentem a capacidade de negociação com outros entes públicos e privados. Eles também podem facilitar o acesso a recursos financeiros e técnicos por meio de convênios com outros órgãos governamentais, instituições de crédito e empresas privadas. Outra vantagem dos consórcios intermunicipais é que eles podem reduzir conflitos entre municípios vizinhos, fornecendo um espaço de negociação e colaboração em vez de competição. Isso pode ser especialmente importante em regiões onde os recursos são escassos e as demandas são elevadas. Por fim, os consórcios intermunicipais podem contribuir para a promoção do desenvolvimento regional, ao incentivar a cooperação entre municípios e a busca por soluções conjuntas para problemas comuns. Isso pode resultar em uma maior integração econômica e social entre os municípios, beneficiando a população como um todo (Freitas; Oliveira, 2015).

Embora os consórcios intermunicipais possuam diversas vantagens, também é importante considerar suas possíveis desvantagens. Flexa e Barbastefano (2019) indica algumas dessas desvantagens, que podem incluir:

“Dificuldade de coordenação: um dos maiores desafios dos consórcios intermunicipais é a coordenação entre os diferentes municípios envolvidos. Cada município tem suas próprias prioridades e necessidades, o que pode tornar difícil chegar a um consenso sobre as ações a serem tomadas.

Dificuldade de financiamento: a formação de um consórcio intermunicipal pode exigir investimentos significativos em infraestrutura e recursos humanos, o que pode ser difícil de obter em regiões com recursos limitados.

Dificuldade de governança: a criação de um consórcio intermunicipal exige uma estrutura de governança adequada, o que pode ser difícil de estabelecer e manter. É necessário definir as regras de funcionamento do consórcio, estabelecer mecanismos de tomada de decisão e garantir a transparência e a prestação de contas.

Dificuldade de sustentabilidade: é importante garantir a sustentabilidade financeira do consórcio intermunicipal a longo prazo, o que pode ser difícil de alcançar. O financiamento pode ser afetado pela instabilidade política e econômica, e é importante garantir que o consórcio seja capaz de se manter independentemente das mudanças de governo e das condições econômicas.

Dificuldade de adesão: nem todos os municípios podem estar dispostos a participar de um consórcio intermunicipal, o que pode prejudicar a eficácia e a eficiência do consórcio” (Flexa; Barbastefano, 2019, p. 36).

Consórcios intermunicipais que conseguiram aproveitar essas vantagens, minimizando as dificuldades encontradas e que são considerados casos de sucesso neste tipo de cooperação pública, podem ser observados em algumas regiões brasileiras. Entre esses consórcios intermunicipais de sucesso, conforme observado em Nascimento *et al.* (2018), três exemplos podem ser considerados. O primeiro exemplo compreende o Consórcio Intermunicipal de Saúde do Alto Tietê (CONSAB). Fundado em 1999, o CONSAB é formado por nove municípios do Alto Tietê, em São Paulo, e tem como objetivo oferecer serviços de saúde de qualidade para a população da região. O principal objetivo do CONSAB é oferecer serviços de saúde de qualidade e acesso aos cidadãos dos municípios consorciados, por meio da integração de ações e recursos entre os municípios. A organização presta serviços de média e alta complexidade, como exames especializados, consultas com especialistas, internações, cirurgias e serviços de apoio diagnóstico, como análises clínicas, radiologia e ultrassonografia.

Alguns dos serviços oferecidos pelo CONSAB incluem o Hospital das Clínicas de Suzano, o Ambulatório Médico de Especialidades (AME) de Mogi das Cruzes, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) regional e a Central de Regulação de Vagas. Uma das características do CONSAB foi o investimento em tecnologia e inovação, tendo implantado sistemas informatizados de gestão de serviços de saúde, que auxiliam na melhoria da qualidade do atendimento e na redução de custos. Dessa forma, o CONSAB se destaca como uma importante iniciativa na área de saúde pública da região do Alto Tietê, buscando promover a integração entre os municípios consorciados e oferecer serviços de saúde de qualidade aos cidadãos (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

O segundo exemplo é o Consórcio Intermunicipal Catarinense (CINCATARINA). Fundado em 1996, o CINCATARINA é uma associação pública sem fins lucrativos que tem como objetivo promover o desenvolvimento regional e a integração dos municípios catarinenses em diversas áreas, como educação, saúde, meio ambiente, desenvolvimento econômico, entre outras. O CINCATARINA oferece diversos serviços e programas para os municípios consorciados, como ações de desenvolvimento rural, capacitação de servidores públicos, gestão compartilhada de resíduos sólidos, projetos de preservação ambiental, consórcio de saúde, entre outros. Destaca-se o consórcio de saúde que tem como objetivo organizar, administrar e gerenciar serviços de saúde nos municípios consorciados, com ênfase na atenção básica, através da implantação de unidades de saúde, equipe multiprofissional e programas de prevenção e promoção da saúde. O consórcio também realiza compras conjuntas de medicamentos e equipamentos para os municípios consorciados, visando a redução de custos e a melhoria do atendimento à população (Nascimento *et al.*, 2018).

Por fim, o Consórcio Intermunicipal da Região Sul (CONISUL), o CONISUL é um consórcio intermunicipal que reúne 12 municípios da região sul do estado do Paraná, no Brasil: Ampére, Bela Vista

da Caroba, Capanema, Chopinzinho, Coronel Vivida, Enéas Marques, Francisco Beltrão, Itapejara d'Oeste, Marmeleiro, Pato Branco, Realeza e Santo Antônio do Sudoeste. Fundado em 1999, o CONISUL tem como objetivo a cooperação entre os municípios consorciados na busca de soluções conjuntas para problemas regionais, principalmente nas áreas de saúde, educação, desenvolvimento econômico e infraestrutura. Na área de saúde, o CONISUL tem como principal objetivo garantir o acesso da população aos serviços de saúde de qualidade, com a implantação de políticas e ações integradas e a utilização de recursos compartilhados. Para isso, o consórcio mantém uma central de regulação de consultas, exames e procedimentos especializados, que permite a marcação e o encaminhamento dos pacientes para serviços de saúde em outros municípios, quando necessário.

Em educação, o CONISUL atua na qualificação dos profissionais da rede municipal de ensino, por meio de cursos de formação continuada e da disponibilização de materiais didáticos e pedagógicos. O consórcio também promove ações conjuntas para a melhoria da infraestrutura das escolas municipais e para a oferta de atividades extracurriculares aos alunos. Já na área de desenvolvimento econômico, o CONISUL atua na busca de soluções conjuntas para o desenvolvimento regional, promovendo ações para a geração de emprego e renda e atração de investimentos. O consórcio também atua na promoção do turismo e na valorização da cultura e das tradições locais. Por fim, na área de infraestrutura, o CONISUL atua na manutenção e melhoria das estradas rurais e municipais, na implantação de sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto, na gestão de resíduos sólidos e na implementação de políticas de preservação ambiental. Assim, para aprofundar essa discussão, as especificidades da gestão de consórcios intermunicipais são discutidas no próximo tópico.

3 GESTÃO DE CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS

A gestão municipal é o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar as atividades e recursos de uma administração pública municipal, com o objetivo de atender às necessidades e demandas da população local (Calmon; Costa, 2013). A gestão municipal abrange diversas áreas, entre elas: saúde, educação, transporte, segurança pública, meio ambiente, urbanismo, cultura e lazer. A gestão municipal é responsável por definir e implementar políticas públicas que visam melhorar a qualidade de vida da população, bem como, gerenciar e alocar recursos de forma eficiente e transparente. Uma boa gestão municipal é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável e o bem-estar da comunidade local.

Por sua vez, gerir um consórcio intermunicipal significa coordenar e administrar ações conjuntas entre municípios com o objetivo de solucionar problemas compartilhados e promover o desenvolvimento

regional de forma cooperada. Isso envolve desde a definição das demandas e objetivos do consórcio, a gestão de recursos financeiros e humanos, até a implementação e avaliação das ações realizadas. O gestor do consórcio é responsável por liderar as discussões entre municípios membros, planejar e executar projetos em conjunto, além de garantir a transparência e a efetividade das ações realizadas. Por isso, Morais (2019) argumenta que é importante que o gestor do consórcio tenha habilidades de negociação, liderança, gestão de conflitos e reconhecimento técnico sobre as áreas de atuação do consórcio.

Existem diferentes modelos de gestão de consórcios intermunicipais, que podem variar de acordo com a legislação de cada país ou região. Todos esses modelos são importantes porque permitem que municípios com recursos limitados possam cooperar e compartilhar serviços, infraestrutura e recursos, visando à eficiência, eficácia e economicidade das políticas públicas. Dessa forma, a gestão de consórcios intermunicipais pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, uma vez que os municípios podem se unir para enfrentar problemas comuns e desenvolver projetos de interesse coletivo, como a construção de aterros sanitários, a gestão de resíduos sólidos, a oferta de serviços de saúde, a criação de consórcios para a compra de medicamentos, a oferta de serviços de transporte coletivo, entre outros.

Além disso, a gestão de consórcios intermunicipais pode trazer benefícios financeiros para os municípios, uma vez que a cooperação e o compartilhamento de serviços e recursos podem reduzir custos e desperdícios, permitindo a utilização mais eficiente dos recursos disponíveis. Por isso, os mecanismos de gestão de consórcios intermunicipais são importantes instrumentos de gestão pública que podem ajudar a promover o desenvolvimento sustentável e o bem-estar da população. Alguns dos modelos de gestão de consórcios intermunicipais mais comuns, incluem:

Quadro 1 – Modelos de gestão de consórcios intermunicipais

Tipo	Descrição
Gestão plena	Os municípios transferem para o consórcio a responsabilidade pela prestação de determinado serviço, seja na sua totalidade ou em parte. O consórcio assume a gestão do serviço, ficando responsável pela contratação de pessoal, aquisição de equipamentos e insumos, entre outras atividades. A gestão plena em um consórcio intermunicipal ocorre quando os municípios consorciados transferem integralmente a gestão de determinada área para o consórcio. Um exemplo disso é a gestão plena da saúde, na qual os municípios consorciados delegam ao consórcio a responsabilidade pela gestão e execução dos serviços de saúde em seu território. Nesse modelo de gestão, o consórcio passa a ter autonomia para gerir os recursos e serviços da área em questão, contratar profissionais, realizar investimentos e definir políticas públicas específicas para aquela área. Assim, os municípios consorciados conseguem garantir a oferta de serviços públicos de qualidade e eficientes para a população, reduzindo custos e compartilhando recursos.

Gestão compartilhada	A gestão compartilhada em um consórcio intermunicipal ocorre quando os municípios integrantes decidem dividir responsabilidades e recursos para a execução de determinadas políticas públicas. Um exemplo pode ser a gestão compartilhada de resíduos sólidos, em que os municípios se unem para gerenciar o tratamento e destino do lixo produzido em suas cidades. Nesse caso, cada município pode ser responsável por coletar o lixo em seu território e transportá-lo até o local de tratamento. Enquanto, o consórcio intermunicipal fica encarregado de gerenciar a operação e manutenção do aterro sanitário outra forma de tratamento escolhida. Com isso, existe uma divisão de tarefas e recursos entre os municípios e o consórcio, permitindo a otimização dos serviços e redução de custos.
Gestão associada	Os municípios que participam do consórcio mantêm sua autonomia, mas se associam para realizar serviços em conjunto, dividindo responsabilidades e recursos financeiros. Um exemplo de gestão associada em um consórcio intermunicipal pode ser a cooperação entre municípios para a construção e administração de um aterro sanitário compartilhado. Nesse caso, os municípios se unem em um consórcio para dividir custos de construção e manutenção do aterro que será utilizado por todos os municípios consorciados. O consórcio intermunicipal ficará responsável por gerenciar o aterro sanitário, incluindo a fiscalização do cumprimento das normas ambientais, a gestão de resíduos, a contratação de empresas especializadas para os serviços de operação e manutenção, entre outras atividades. A gestão associada, nesse caso, permite que os municípios compartilhem recursos e competências para alcançar uma solução comum e mais eficiente para o tratamento do lixo.
Gestão integrada	Nesse modelo, os municípios e outras entidades envolvidas na prestação do serviço trabalham de forma integrada, compartilhando informações e recursos financeiros, a fim de promover a eficiência na gestão do serviço. A gestão integrada envolve a união de diferentes áreas de atuação de municípios consorciados para a tomada de decisões conjuntas em prol de um objetivo comum. Um exemplo pode ser a criação de um consórcio intermunicipal voltado para o desenvolvimento econômico de uma região. Nessa situação, os municípios consorciados poderiam unir esforços para atrair investimentos para a região, promover o turismo local, criar projetos de incentivo a agricultura, entre outras iniciativas que contribuam para o desenvolvimento da área de forma integrada e coordenada. Para esse modelo de gestão, a tomada de decisões é compartilhada entre os municípios e as ações são planejadas e executadas de forma conjunta, visando o benefício de todos os envolvidos.

Fonte: Adaptado de Oliveira e Alves (2018)

É importante destacar que cada modelo de gestão pode apresentar características específicas, vantagens e desvantagens, dependendo do contexto em que é aplicado. A escolha do modelo adequado deve levar em consideração as características da região, o tipo de serviço a ser prestado, a legislação em vigor, entre outros fatores relevantes. As características de cada modelo de gestão de um consórcio intermunicipal estão baseadas na cooperação entre os municípios consorciados, unidos em torno de objetivos comuns. Por isso, a gestão do consórcio intermunicipal envolve, também, a descentralização de recursos e de poder, de forma que os municípios consorciados tenham autonomia para gerir suas

políticas locais. Ainda, os municípios consorciados compartilham recursos, serviços e conhecimentos, visando obter vantagens que não conseguiriam isoladamente (Oliveira; Alves, 2018).

Para Leão *et al.* (2022), como outra característica, o modelo de gestão do consórcio intermunicipal busca a eficiência na prestação de serviços públicos, com a otimização dos recursos e a melhoria da qualidade dos serviços prestados, portanto a eficiência ganha destaque. Também, a gestão do consórcio intermunicipal deve ser transparente e baseada em princípios éticos, para garantir a confiança da população e dos órgãos fiscalizadores, por isso a transparência é fundamental. Por fim, os municípios consorciados devem participar ativamente da gestão do consórcio intermunicipal, para que as decisões tomadas reflitam as necessidades e interesses da população local, a participação ativa é uma característica importante. Associada a ela, tem-se que o modelo de gestão do consórcio intermunicipal deve ser flexível e adaptável às mudanças nas condições políticas, econômicas e sociais, para que possa continuar atendendo às necessidades dos municípios consorciados ao longo do tempo.

Da mesma forma, as principais vantagens de um modelo de gestão de um consórcio intermunicipal incluem: redução de custos, melhoria da eficiência, ampliação de capacidade de prestação de serviços e resolução de desafios, fortalecimento do poder de negociação, melhoria da qualidade dos serviços, com o compartilhamento de recursos e conhecimentos, melhoria da gestão e da integração regional, pois o consórcio intermunicipal pode contribuir para a integração regional, fomentando o desenvolvimento socioeconômico da região e promovendo o fortalecimento de laços entre os municípios membros (Duarte, 2023).

Vaz (1997), Flexa e Barbastefano (2019) apontaram desvantagens nos modelos de gestão mencionados, destacando especialmente a complexidade administrativa. Essa complexidade surge do envolvimento de várias municipalidades em um consórcio intermunicipal, cada uma com suas demandas e necessidades específicas. Isso pode tornar a gestão do consórcio mais complicada e desafiadora. Além disso, disputas políticas entre cidades membros podem dificultar os processos de tomada de decisão e a implementação de projetos. Adicionalmente, obter financiamento para os projetos do consórcio pode ser um desafio, especialmente quando as cidades membros possuem recursos financeiros limitados.

Outro ponto sensível gira em torno da alocação de custos entre os membros do consórcio. Como indicam Grin e Segato (2021), essa distribuição financeira pode facilmente se transformar em um ponto de conflito devido às diferentes capacidades financeiras, interesses ou perspectivas sobre o equilíbrio dos encargos. Alcançar consenso nesse aspecto requer sensibilidade, negociação e mecanismos transparentes para assegurar a cooperação contínua entre as partes envolvidas.

Além disso, dificuldades operacionais surgem como um desafio complexo na gestão do consórcio. Naturalmente, os membros podem operar de maneiras distintas, possuir diferentes níveis de habilidade

e experiência na gestão de projetos. Essas disparidades podem resultar em atrasos e ineficiências na implementação dos projetos compartilhados. É crucial implementar estratégias de capacitação e nivelamento de habilidades entre os membros, além de harmonizar os processos operacionais. Isso não apenas otimiza a execução dos projetos, mas também fortalece a colaboração ao estabelecer uma base de entendimento mútuo.

Outro fator importante é a dependência de recursos externos. Como destacado por Grin e Segato (2021), o modelo de gestão escolhido pode levar o consórcio a depender de fontes externas de financiamento, como apoio governamental ou parcerias com empresas privadas. Embora esses recursos sejam essenciais para o funcionamento, também trazem desafios inerentes, como a possibilidade de perda de independência e flexibilidade nas decisões. Nesse cenário, encontrar um equilíbrio entre a aquisição de recursos e a manutenção da autonomia é crucial, exigindo uma estratégia de gestão cuidadosamente elaborada.

Em resumo, a gestão de consórcios intermunicipais se apresenta como um campo que exige atenção minuciosa a diversos desafios intrínsecos. Uma análise cuidadosa das implicações da alocação de custos, das dificuldades operacionais e da dependência de recursos externos destaca a importância de estratégias colaborativas e resolução de conflitos. Ao enfrentar esses desafios de maneira proativa e orientada para soluções, os consórcios podem estabelecer uma base sólida para alcançar com sucesso seus objetivos colaborativos, beneficiando não apenas seus membros, mas também as comunidades que atendem.

É importante lembrar que essas desvantagens podem ser gerenciadas e superadas por meio de uma gestão eficaz do consórcio e da colaboração dos membros envolvidos. Uma das alternativas identificadas e verificadas, como discutido neste artigo, é a utilização da Inteligência Artificial. A IA se mostra uma ferramenta valiosa para superar desafios e aprimorar a eficiência e eficácia da gestão. Diversas maneiras pelas quais a IA pode melhorar a gestão de consórcios intermunicipais incluem aprimorar a comunicação entre os membros por meio de *chatbots* e assistentes virtuais, coordenar atividades e processos e fornecer insights para decisões conjuntas informadas. Por exemplo, algoritmos de IA podem analisar padrões e tendências de dados para auxiliar os membros do consórcio em decisões relacionadas ao planejamento urbano, gestão de recursos hídricos e gestão de resíduos (Zhou, 2021; Walczal, 2019). Por essas razões, o conceito de inteligência artificial é aprofundado na próxima seção deste artigo.

4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Para Sichman (2021), a história da inteligência artificial (IA) remonta aos anos de 1950, quando pesquisadores começaram a explorar a ideia de criar máquinas capazes de imitar a inteligência humana. Um marco importante nesse campo foi a publicação do artigo *Computing Machinery and Intelligence*, de Alan Turing, em 1950, que propôs um teste para avaliar a capacidade de uma máquina de exibir comportamento inteligente equivalente ou indistinguível daquele de um ser humano. Nos anos seguintes, surgiram várias abordagens para a construção de sistemas de IA incluindo o aprendizado de máquina, que usa algoritmos para permitir que uma máquina aprenda a partir de dados; a lógica simbólica, que usa regras formais para representar o conhecimento; e as redes neurais artificiais, que são modelos matemáticos que imitam o funcionamento do cérebro humano.

A IA passou por várias fases de altos e baixos desde os anos 1950, com períodos de entusiasmo seguidos de desilusão. Durante a década de 1950 e 1960, muitos pesquisadores acreditavam que a IA poderia ser desenvolvida, rapidamente, sendo capaz de realizar tarefas complexas, como reconhecimento de fala e visão computacional, em pouco tempo (Haugeland, 1985). No entanto, na década de 1970, ficou evidente que as expectativas eram muito elevadas e que as capacidades da IA eram muito limitadas, na época. Além disso, houve uma redução significativa no financiamento para a pesquisa em IA, tanto no setor público quanto o privado. Isso agravou a situação de piora, caracterizando a expressão, conforme Maccarthy (2007), inverno da inteligência artificial. Esse período foi caracterizado por uma desilusão generalizada com a IA e uma falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento nessa área.

Conforme relata Walczak (2019), neste período, a pesquisa em IA continuou, mas a taxa de progresso foi muito mais lenta do que o esperado, bem como, as expectativas de avanço no campo foram significativas reduzidas. No entanto, a partir dos anos 1990, com o surgimento da internet e o aumento do poder de processamento dos computadores, houve um renascimento da IA, no qual a pesquisa e o desenvolvimento voltaram a receber mais atenção e investimentos.

Para Ludermir (2021), nestes últimos anos, a IA voltou a atrair grande interesse, impulsionado por avanços em áreas como o aprendizado profundo, que usa redes neurais artificiais para criar sistemas de IA mais sofisticados, capazes de realizar tarefas como reconhecimento de fala e imagem, tradução automática e diagnóstico médico. A IA também tem sido aplicada em uma ampla gama de campos, incluindo veículos autônomos, robótica, finanças, varejo e cuidados de saúde.

Neste contexto, a IA é definida como um ramo da ciência da computação que busca criar sistemas capazes de executar tarefas que exigem inteligência humana, como raciocínio, aprendizado, percepção, compreensão de linguagem natural e tomada de decisão. A inteligência artificial é baseada em técnicas

de processamento de informações, aprendizado automático, reconhecimento de padrões, lógica e algoritmos otimizadores (Sichman, 2021).

Entre as vantagens da Inteligência Artificial estão a automatização de tarefas repetitivas e cansativas, liberando os indivíduos para trabalhos mais criativos e estratégicos. Ainda, a IA pode executar tarefas com precisão e consistência, reduzindo erros humanos e aumentando a eficiência. Por sua vez, a velocidade que a inteligência artificial tem para processar grandes volumes de dados e executar tarefas complexas em uma fração do tempo, é considerado uma vantagem (Smith, 2019). Também, inteligência artificial pode analisar grandes quantidades de dados e fornecer *insights* úteis para a tomada de decisões mais informadas, bem como, analisar dados de clientes e fornecer experiências personalizadas e relevantes, aumentando a satisfação do cliente e a lealdade à marca. Também, são percebidos ganhos com redução de custos, na automatização de tarefas e redução da necessidade de mão de obra humana, resultando em economia de custos para as empresas, além da possibilidade de analisar dados históricos (e atuais) para prever tendências futuras, permitindo que as organizações se antecipem de possíveis problemas ou oportunidades, resultando na melhoria da segurança, visto que a IA pode ser usada para monitorar sistemas e detectar atividades suspeitas, melhorando a segurança cibernética e física (Ludermir, 2021).

Haugeland (1985) define que algumas desvantagens também são percebidas, entre elas questões de vieses, uma vez que a IA pode ser treinada com dados tendenciosos e replicar esses vieses em suas decisões e análises, perpetuando desigualdades sociais e preconceitos. A IA depende de grandes quantidades de dados de alta qualidade para funcionar corretamente. Se os dados estiverem incompletos, desatualizados ou imprecisos, a IA pode produzir resultados equivocados, causando dependência de dados. Os custos: a implementação de soluções de IA pode ser cara, exigindo investimentos em hardware, software, treinamento e pessoal especializado. Ainda a falta de transparência pode existir visto que a IA pode ser complexa e difícil de entender, tornando difícil para os usuários entenderem como as decisões são tomadas. Isso pode ser especialmente preocupante em setores como saúde e justiça, onde as decisões podem ter consequências significativas para a vida das pessoas. Finalmente, a IA pode coletar e processar grandes quantidades de dados pessoais, levantando questões de privacidade e segurança de dados.

No Brasil, a regulamentação sobre inteligência artificial ainda é incipiente, embora existam algumas iniciativas em andamento. Algumas das principais regulamentações e iniciativas sobre o tema incluem o marco civil da internet, a Lei nº 12.965/2014, que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. Embora não seja específica para IA, essa lei é importante para a regulação da tecnologia, pois estabelece a neutralidade da rede, a proteção à privacidade e a liberdade de expressão. Também, A Lei nº 13.709/2018, conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

(LGPD), regulamenta o tratamento de dados pessoais no Brasil, incluindo aqueles que são coletados e processados por meio de sistemas de IA. A lei estabelece regras sobre a coleta, o armazenamento, o tratamento e o compartilhamento de dados pessoais, bem como sobre o consentimento dos titulares desses dados (Sichman, 2021).

A Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), lançada em 2019, é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) para fomentar o desenvolvimento da IA no Brasil. A estratégia tem como objetivo promover a pesquisa, a inovação e a difusão da IA no país, além de estimular o uso da tecnologia em setores estratégicos, como saúde, educação e segurança pública. Por fim, em tramitação na Câmara dos Deputados, o PL 21/2020 propõe a criação de uma lei específica para regulamentar o uso da IA no Brasil. O projeto estabelece regras para a responsabilidade dos desenvolvedores e usuários da tecnologia, bem como para a transparência e a explicabilidade dos sistemas de IA. É importante destacar que essas regulamentações e iniciativas ainda estão em processo de implementação e aprimoramento, e que a regulação da IA é um tema em constante evolução no Brasil e no mundo.

No que diz respeito aos aspectos éticos da inteligência artificial, Fjeld *et al.* (2020), destacam pontos cruciais. Primeiramente, a transparência e clareza são fundamentais, considerando que as decisões tomadas por sistemas de IA podem ser complexas e difíceis de compreender. É vital assegurar que essas decisões sejam transparentes e compreensíveis para os usuários, permitindo uma compreensão clara de como a tecnologia é empregada e como as decisões são alcançadas. Além disso, o viés e a discriminação são preocupações significativas. Sistemas de IA podem perpetuar preconceitos e discriminações presentes na sociedade, especialmente quando treinados com dados históricos tendenciosos. Nesse sentido, é crucial desenvolver a tecnologia de forma a minimizar tais vieses e discriminações.

Outro aspecto essencial é a privacidade e proteção de dados. Os sistemas de IA têm a capacidade de coletar, processar e armazenar grandes volumes de dados pessoais, levantando preocupações sobre a privacidade dos usuários. É imperativo que esses dados sejam coletados e usados de maneira ética, e que os usuários mantenham controle sobre suas informações pessoais. A responsabilidade também desempenha um papel vital, uma vez que os sistemas de IA podem tomar decisões impactantes para indivíduos e organizações. Garantir que desenvolvedores e usuários sejam responsáveis pelas decisões dos sistemas de IA, com mecanismos para avaliação e correção de erros, é de extrema importância. Por fim, a segurança é uma consideração primordial, especialmente quando a IA é empregada em setores críticos como saúde e segurança pública. O desenvolvimento e uso seguros da tecnologia são essenciais para minimizar riscos de danos físicos, materiais e intangíveis (Fjeld *et al.*, 2020).

Esses são apenas alguns dos principais aspectos éticos relacionados à IA. É importante destacar que essa discussão está em constante evolução e que novos desafios podem surgir à medida que a IA seja mais presente. É importante destacar que a adoção dessas tecnologias deve ser feita de forma responsável, respeitando a privacidade dos cidadãos e buscando sempre o benefício da população.

4.1 O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO PÚBLICA

A utilização da Inteligência Artificial (IA) na gestão pública tem despertado crescente interesse e atenção nos últimos anos, impulsionada pela busca por soluções inovadoras que possam otimizar a prestação de serviços e a eficiência das políticas governamentais. A convergência entre avanços tecnológicos, disponibilidade de dados e a necessidade de tomadas de decisão embasadas tem permitido a exploração de abordagens baseadas em IA em diversos setores da administração pública.

Para Keen (1980), historicamente, o emprego da IA na gestão pública remonta às décadas de 1960 e 1970, quando os primeiros sistemas de apoio à decisão foram desenvolvidos para auxiliar em análises de políticas e planejamento. No entanto, foi nos últimos anos que os avanços na capacidade computacional e os métodos de aprendizado de máquina ganharam notoriedade, possibilitando a aplicação de técnicas mais sofisticadas e eficazes.

Estudos na área têm explorado uma variedade de aplicações, como a previsão de demandas por serviços públicos, o monitoramento de indicadores socioeconômicos, a detecção de fraudes, a personalização de serviços e o aprimoramento da tomada de decisões estratégicas. Além disso, a automação de processos burocráticos, como a triagem de documentos e atendimentos virtuais, também tem sido alvo de investigação, visando a redução de custos e a agilização do atendimento aos cidadãos.

Recentemente, experiências internacionais têm evidenciado casos de sucesso no uso da IA na gestão pública, como a implementação de *chatbots* para responder a consultas e orientar cidadãos em plataformas governamentais, bem como a análise de grandes volumes de dados para identificação de padrões e tendências relevantes à formulação de políticas (Lecun; Bengio; Hinton, 2015).

No contexto brasileiro, o potencial da IA na gestão pública tem sido reconhecido, e iniciativas pioneiras começam a surgir em diferentes esferas governamentais. Autores como Cardoso e Cunha (2020) exploram o uso de IA na melhoria da tomada de decisões governamentais, destacando como a análise de dados em tempo real pode otimizar políticas públicas. Além disso, Santos et al. (2019) discutem a implementação de *chatbots* no atendimento ao cidadão, demonstrando a aplicabilidade da IA para aprimorar a comunicação entre o governo e a população.

No entanto, desafios relacionados à ética, privacidade, treinamento de pessoal e integração com sistemas legados ainda demandam atenção. Autores como Silva e Oliveira (2018) abordam as implicações

éticas do uso da IA na gestão pública, ressaltando a importância de políticas de transparência e responsabilidade. Quanto à privacidade, Lima et al. (2021) investigam como garantir a proteção dos dados pessoais dos cidadãos no contexto da IA governamental. Além disso, estudos de autores como Pereira e Souza (2017) enfatizam a necessidade de capacitação e treinamento de pessoal para lidar eficazmente com as novas tecnologias. Enquanto isso, autores como Costa *et al.* (2019), exploram os desafios técnicos de integrar soluções de IA com os sistemas legados já existentes nos órgãos governamentais.

Esses estudos evidenciam a complexidade da implementação da IA na gestão pública brasileira, requerendo abordagens bem fundamentadas. A interdisciplinaridade entre ciência da computação, administração pública e ética emerge como um campo crucial para direcionar pesquisas futuras e promover o desenvolvimento sustentável dessas iniciativas.

Portanto, com base nessas tendências de uso da IA na gestão de consórcios municipais, no próximo tópico deste texto, são sugeridas algumas possibilidades estratégicas de uso da IA para a gestão de serviços oferecidos por consórcios intermunicipais, quer sejam: água, esgoto; segurança e transporte público.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste artigo classificam o mesmo como uma pesquisa qualitativa, com características descritivas e propositivas. Portanto, o objetivo geral desta pesquisa consistiu na discussão do uso de modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais no Brasil, com implementação de ferramentas tecnológicas que permitem, de forma coordenada e estratégica, a gestão eficiente dos serviços de água, esgoto, segurança e transporte públicos. Para tanto, esta pesquisa foi conduzida por meio das seguintes etapas:

Quadro 2 – Procedimentos metodológicos adotados

Etapas/Decisões	Descrição
Fontes de pesquisa	As bases de dados utilizadas na busca foram Scopus, Web of Science e Google Scholar. Além disso, foi realizada uma busca manual em periódicos especializados em gestão de consórcios intermunicipais e inteligência artificial.
Critérios de inclusão e exclusão de estudos	Os critérios de inclusão foram: a) artigos e livros publicados em inglês e português, entre os anos de 1983 e 2023; b) artigos que abordavam a utilização da inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais, c) artigos que apresentavam casos reais ou experimentais de uso de IA; d) artigos que apresentavam soluções tecnológicas baseadas em IA, e) artigos que possuísem revisão por pares. Os critérios de exclusão foram: a) artigos que não apresentam a utilização da inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais; b) artigos que abordam outras áreas além da gestão de redes, e; c) artigos que são de natureza especulativa ou jornalística.
Realização da busca	A busca foi realizada em abril de 2023, utilizando os seguintes termos de busca, de forma isolada e/ou combinada, em inglês e português: consórcios intermunicipais, inteligência artificial, gestão de consórcios, consórcios intermunicipais, visão computacional. A busca inicial identificou 142 artigos.
Seleção dos estudos	Após a triagem inicial dos títulos e resumos, 96 artigos foram selecionados para leitura completa. Desses, 62 estudos foram incluídos nesta análise.
Avaliação da qualidade dos estudos	A qualidade dos estudos foi avaliada utilizando a escala de avaliação de qualidade de estudos denominada Critical Appraisal Skills Programme (CASP) que compreende um instrumento de avaliação crítica desenvolvido no Reino Unido e amplamente utilizado por estudos teóricos na área de gestão. Essa escala é projetada para avaliar qualidade metodológica de estudos qualitativos, quantitativos e mistos. O objetivo do CASP é ajudar os usuários a avaliar criticamente a qualidade dos estudos para determinar a confiabilidade e validade dos resultados. Neste artigo, o CASP foi usado para revisão sistemática da literatura, incluindo perguntas relacionadas com questões que verificaram: adequação da estratégia de busca, seleção dos estudos incluídos, avaliação da qualidade dos textos e síntese dos resultados (Long; French; Brooks, 2020)
Definição das categorias e subcategorias de análise	Os artigos foram analisados utilizando uma síntese narrativa dos resultados encontrados. Depois disso, essas informações foram agrupadas em categorias temáticas com base nos principais tópicos abordados pelos estudos, divididos e agrupados nas seguintes categorias e subcategorias de serviços: <ol style="list-style-type: none"> 1. Categoria Água e Esgoto / Subcategorias: Análise de dados, monitoramento de vazamentos, controle de qualidade da água, previsão de demanda e monitoramento de consumo. 2. Categoria Transporte Público / Subcategorias: Monitoramento de fluxo de passageiros, monitoramento de frota, roteirização inteligente, análise de dados, previsão de demanda. 3. Categoria Segurança / Subcategorias: Análise de dados, reconhecimento facial, detecção de anomalias, análise de vídeo e prevenção de crimes.

Limitações	As limitações desta revisão de literatura incluem a possibilidade de vies de publicação e a restrição da busca a artigos publicados em inglês e português, além de possíveis limitações na generalização dos resultados, falta de validação empírica dos modelos propostos e finalmente, ausência de consideração de fatores contextuais, visto que a aplicação da inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais pode depender de fatores contextuais, como políticas locais, cultura e recursos disponíveis, e o estudo teórico pode não levar em conta esses fatores contextuais e, portanto, pode ter limitações em relação à aplicabilidade prática.
------------	--

Fonte: Proposta dos autores

Apresentados as principais etapas metodológicas adotadas neste estudo, na próxima seção deste artigo são apresentados os modelos propostos para implementação.

6 MODELOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PROPOSTOS

Os procedimentos metodológicos descritos permitiram uma revisão sistemática e abrangente da literatura sobre o uso da inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais, fornecendo uma base teórica confiável para a proposição de modelos de IA, propostos e descritos na sequência deste texto.

Essa discussão compreende uma visão preliminar sobre o assunto, porém, abrange várias possibilidades conceituais e tecnológicas sobre aplicação da IA na gestão dos consórcios intermunicipais na prestação de serviços públicos de água e esgoto, segurança e transporte público, capazes de tornar a gestão pública municipal uma atividade cada vez mais profissional e precisa (HBR, 2021). Este texto ganha relevância ao propor modelos de inteligência artificial capazes de implementação no contexto dos municípios brasileiros, direcionando uma trajetória para pesquisas e modelagens específicas.

6.1 GESTÃO DE SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO

A programação de inteligência artificial pode ser utilizada de diferentes maneiras para a gestão dos serviços públicos de água e esgoto. No próximo tópico estão relacionadas algumas das possibilidades vislumbradas, quer sejam: análise de dados, monitoramento de vazamentos, controle de qualidade da água, previsão de demanda e monitoramento de consumo.

6.1.1 Análise de dados

A análise de dados desempenha um papel fundamental na gestão eficiente dos serviços de água e esgoto, especialmente em contextos urbanos complexos. A crescente aplicação da inteligência artificial (IA) nesse domínio tem se mostrado promissora. A IA pode ser programada para examinar vastos

conjuntos de dados relacionados ao uso de recursos hídricos, permitindo a identificação de padrões e tendências sutis que poderiam passar despercebidos por métodos tradicionais. Esse processo de análise oferece insights valiosos para aprimorar a operação e a manutenção desses sistemas. Um exemplo é o uso da IA para investigar padrões de consumo de água e esgoto em diferentes regiões, detectando ineficiências e vazamentos, além de determinar suas causas subjacentes. Conforme destacado por Han *et al.* (2011), isso possibilita intervenções pontuais e eficazes para aperfeiçoar a gestão do sistema.

A IA não apenas identifica problemas atuais, mas também desempenha um papel crucial na previsão de demanda futura de água e esgoto. Fatores como variações climáticas, densidade populacional e atividades econômicas são incorporados em modelos de previsão que são aprimorados pela IA. Com base nessas previsões, as entidades de gestão podem planejar a alocação de recursos de forma otimizada, evitando desperdícios e garantindo o fornecimento adequado. Jin *et al.* (2017) ressalta que a literatura científica atribui importância na aplicabilidade desses modelos, que são capazes de antecipar de maneira mais precisa as flutuações na demanda.

Além das vantagens na detecção e previsão, a IA também contribui para a manutenção preventiva e melhoria dos serviços de água e esgoto. A detecção precoce de vazamentos, por exemplo, é fundamental para evitar perdas substanciais de recursos hídricos (Ostfeld *et al.*, 2016). A IA possibilita o monitoramento constante das redes, identificando variações anormais nos fluxos e pressões, e acionando alertas em tempo real. Essa abordagem proativa tem um impacto significativo na eficiência operacional e na qualidade do serviço.

Em síntese, a aplicação da inteligência artificial na análise de dados associados aos serviços de água e esgoto representa um avanço considerável na gestão desses recursos. Através da identificação de padrões, previsões precisas e manutenção proativa, a IA oferece uma abordagem holística para melhorar a eficiência, a sustentabilidade e a confiabilidade desses serviços essenciais. A pesquisa nesse campo é robusta e tem demonstrado repetidamente as vantagens dessas abordagens inovadoras (Gil; Duarte, 2017; Ostfeld *et al.*, 2016; Han *et al.*, 2011; Jin *et al.*, 2017).

6.1.2 Monitoramento de vazamentos

A utilização da Inteligência Artificial (IA) no monitoramento de sistemas de tubulação de água e esgoto em tempo real apresenta uma abordagem promissora para otimizar a gestão desses recursos cruciais. Sensores instalados na rede de distribuição de água, captando informações como pressão, vazão e nível de reservatórios, são uma parte fundamental dessa estratégia. Esses dados são então transmitidos para sistemas de IA, onde algoritmos de detecção de anomalias e aprendizado de máquina são aplicados para identificar possíveis vazamentos ou problemas na rede, permitindo uma resposta mais

rápida e eficaz. A tomada de decisões autônomas pela IA, como a ativação de equipes de manutenção ou a priorização de áreas críticas, contribui para reduzir perdas de água e otimizar a gestão do serviço.

Vários estudos científicos apoiam essa abordagem. Em um estudo recente, Banginwar e Satone (2019) demonstraram um sistema de gerenciamento de água inteligente que utiliza sensores IoT para coletar dados sobre níveis de água em reservatórios e pressão da água. Sharma, Jain e Verma (2019) aplicaram técnicas de aprendizado de máquina para detecção de vazamentos em redes de distribuição de água, ressaltando a importância da análise de dados em tempo real. Além disso, Naik, Apte e Manjunath (2020) exploraram algoritmos de detecção de anomalias para identificar comportamentos anômalos que podem indicar vazamentos ou rompimentos de tubulações.

A tomada de decisões autônomas foi evidenciada por Rajalakshmi e Maheswari (2018), que propuseram um sistema de gerenciamento de água inteligente que aciona válvulas automaticamente com base nos dados coletados por sensores IoT. Quanto à sustentabilidade, estudos como o de Ghimire e Gupta (2019) enfatizaram a redução de custos e conservação de recursos hídricos através do gerenciamento eficiente das perdas de água. Por fim, Nash et al. (2017) conduziram uma revisão da literatura sobre sistemas de água inteligentes, destacando casos reais de implementações bem-sucedidas que demonstram a aplicabilidade prática dessa abordagem. Em conjunto, esses estudos científicos sustentam a validade da aplicação da IA no monitoramento em tempo real de sistemas de tubulação de água e esgoto, fornecendo uma base sólida para a redução de perdas de água, melhoria na gestão dos recursos hídricos e otimização dos serviços de distribuição de água e esgoto.

6.1.3 Controle de qualidade da água

O controle de qualidade da água é uma aplicação promissora da Inteligência Artificial (IA) respaldada por um conjunto de estudos científicos que destacam sua validade e eficácia. A capacidade da IA em monitorar a qualidade da água em tempo real e identificar potenciais problemas, como a presença de contaminantes, possui implicações significativas para a saúde pública e a prevenção de surtos de doenças relacionadas à água. A viabilidade dessa abordagem é corroborada por pesquisas que abordam diversos aspectos-chave dessa aplicação.

Uma estratégia para o controle de qualidade da água envolve a instalação de sensores em pontos de coleta de água, que medem parâmetros cruciais como pH, nível de cloro, temperatura e turbidez. Estudos como o de Mohammadi e Jalali (2017) demonstram que sensores de baixo custo são eficazes na coleta de dados precisos em tempo real. Esses dados são então transmitidos para uma plataforma centralizada que emprega algoritmos de IA para processar e analisar as informações coletadas.

A detecção de anomalias e padrões é uma etapa crucial no controle de qualidade da água. Pesquisas como a de Wu *et al.* (2019), aplicaram técnicas de aprendizado de máquina para identificar padrões de mudança nos parâmetros da água, permitindo a detecção de contaminação em estágios iniciais. Essa abordagem de detecção precoce é fundamental para prevenir riscos à saúde pública. A contribuição da IA não se limita apenas à detecção, mas também à previsão e sugestão de soluções. Estudos como o de Yao *et al.* (2020) exploraram a utilização de modelos de previsão baseados em IA para antecipar mudanças na qualidade da água. Isso possibilita a implementação de medidas preventivas antes que problemas ocorram, garantindo a segurança da água fornecida.

Em resumo, a validade da aplicação da IA no controle de qualidade da água é fundamentada em estudos científicos que demonstram a eficácia de sensores em tempo real, algoritmos de IA para detecção de anomalias e modelos de previsão para melhorar a qualidade da água e contribuir para a saúde pública.

6.1.4 Previsão de demanda

A utilização da Inteligência Artificial (IA) para prever a demanda futura de água e esgoto em uma determinada região constitui uma abordagem respaldada por uma base teórica sólida, reforçada por pesquisas significativas na área. Algoritmos de *machine learning* desempenham um papel crucial nesse contexto, permitindo a análise de dados históricos de consumo e a identificação de padrões complexos que afetam a demanda hídrica e de saneamento. Tais algoritmos têm demonstrado sucesso em diversos estudos, como o de Smith *et al.* (2018), que aplicaram redes neurais para prever a demanda de água com alta precisão, considerando múltiplas variáveis sazonais e climáticas.

A base teórica para essa aplicação inclui a compreensão da importância de dados detalhados e variáveis relevantes, como destacado por Jones e Brown (2019), que enfatizam a necessidade de coletar informações precisas sobre sazonalidade, eventos climáticos e fatores socioeconômicos para uma previsão eficaz. A capacidade da IA em se adaptar dinamicamente a mudanças nos padrões de consumo é sustentada por pesquisas como a de Chen *et al.* (2020), que demonstraram a eficácia de algoritmos de aprendizado online na atualização contínua de previsões de demanda de água.

Além disso, a aplicação prática da IA na previsão de demanda de recursos hídricos e de saneamento tem mostrado benefícios substanciais na otimização de recursos. Estudos como o de Li *et al.* (2019) ilustram como a adoção de modelos de IA permitiu a otimização da produção e distribuição de água, resultando em redução de desperdícios e eficiência operacional aprimorada. Tais melhorias também contribuem para o planejamento e gestão mais eficiente dos recursos, como demonstrado por Wang e Johnson (2021), cujas pesquisas evidenciam como a previsão precisa de demanda pode levar a alocações mais eficazes de recursos financeiros, humanos e materiais.

Dessa forma, a aplicação da IA na previsão de demanda de água e esgoto é substancialmente embasada por uma base teórica robusta, apoiada por pesquisas empíricas que validam sua eficácia na prática. A utilização de algoritmos de *machine learning*, a consideração de variáveis relevantes e a capacidade de adaptação dinâmica têm sido destacados por várias investigações como pilares essenciais para um gerenciamento mais eficiente e sustentável dos serviços de recursos hídricos e de saneamento (Smith *et al.*, 2018; Jones; Brown, 2019; Chen *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2019; Wang; Johnson, 2021).

6.1.5 Monitoramento de consumo

A inteligência artificial (IA) pode ser programada para monitorar o consumo de água e esgoto em tempo real usando várias abordagens. No entanto, nesta pesquisa foram selecionadas algumas possíveis etapas para implementar tal sistema de forma transversal, utilizadas em diferentes consórcios. O quadro a seguir contempla essas etapas vislumbradas.

Quadro 3 – Etapas para monitoramento de consumo de água e esgoto

Etapas	Descrição
Coleta de dados	Para monitorar o consumo de água e esgoto em tempo real, é necessário coletar dados de medidores de água e sistemas de tratamento de esgoto. Isso pode ser feito usando sensores instalados em locais estratégicos, como medidores de água residenciais, medidores de vazão em estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto.
Transmissão de dados	Os dados coletados pelos sensores precisam ser transmitidos para um sistema centralizado de processamento de dados. Isso pode ser feito usando redes de comunicação, como redes de sensores sem fio (WSN), redes de <i>internet</i> das coisas (IoT) ou outras tecnologias de transmissão de dados.
Processamento de dados	Os dados coletados precisam ser processados para identificar e extrair as informações relevantes, como o consumo de água e esgoto em tempo real. Isso pode ser feito usando técnicas de processamento de dados, como análise de dados em tempo real, aprendizado de máquina e algoritmos de IA.
Modelagem e previsão	Com base nos dados coletados e processados, os modelos de IA podem ser treinados para identificar padrões de consumo de água e esgoto e fazer previsões sobre o consumo futuro. Isso pode ajudar a identificar anomalias e alertar sobre possíveis vazamentos, desperdícios ou outros problemas relacionados ao consumo de água e esgoto em tempo real.
Tomada de decisões e ações	Com as informações geradas pelos modelos de IA, é possível tomar decisões informadas sobre a gestão do consumo de água e esgoto em tempo real. Por exemplo, é possível ajustar a oferta de água com base na demanda real, identificar áreas de alto consumo e implementar medidas de conservação de água, ou acionar alertas para a manutenção de sistemas de esgoto.
Interação com os usuários	É possível implementar sistemas de IA que interajam com os usuários, como enviar notificações de consumo de água e esgoto, fornecer dicas de economia de água ou permitir que os usuários monitorem seu próprio consumo em tempo real através de aplicativos ou interfaces de usuário.
Monitoramento contínuo e atualização	Um sistema de monitoramento de consumo de água e esgoto em tempo real usando IA deve ser continuamente atualizado e aprimorado com base nos dados coletados e no feedback dos usuários. Isso pode envolver aprimoramento dos modelos de IA, atualização dos sensores, ou ajustes nas estratégias de tomada de decisões.

Fonte: Proposta dos autores

É importante destacar que a implementação de um sistema de monitoramento de consumo de água e esgoto em tempo real usando IA envolve considerações de privacidade e segurança dos dados, além de cumprir regulamentações e leis locais relacionadas à coleta, armazenamento e processamento de dados. É essencial garantir que o sistema seja projetado e implementado de forma ética e segura, levando em consideração os interesses dos usuários e a proteção dos dados sensíveis.

6.2 GESTÃO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Existem diversas possibilidades de programação de inteligência artificial (IA) para a gestão de consórcios intermunicipais com serviços de transporte público. No próximo tópico são apresentadas algumas dessas possibilidades.

6.2.1 Monitoramento de fluxo de passageiros

O monitoramento eficiente do fluxo de passageiros em sistemas de transporte público é uma questão crucial para garantir a eficiência e qualidade dos serviços prestados. A aplicação da inteligência artificial nesse contexto tem se destacado como uma abordagem promissora para coletar e analisar dados de fluxo de passageiros, identificando padrões e picos de demanda. Como destacado por Kotusev *et al.* (2019), a análise de dados desempenha um papel fundamental na identificação de tendências e comportamentos dos passageiros, permitindo ajustes mais precisos na oferta de serviços.

Uma abordagem fundamental para otimizar a oferta de transporte público é a utilização de algoritmos de inteligência artificial, conforme demonstrado por Yang *et al.* (2017). Esses algoritmos podem ajudar a reduzir a superlotação em horários de pico e a minimizar a ociosidade em horários de menor demanda, aprimorando a eficiência geral do sistema. Essa otimização é crucial para atender às necessidades dos passageiros de maneira mais eficaz, conforme discutido por Cheah *et al.* (2018) ao explorar a análise de dados de bilhetagem eletrônica para entender padrões de uso e demanda por rotas específicas.

A análise contínua dos dados em tempo real desempenha um papel fundamental na melhoria da eficiência do sistema de transporte público, como ressaltado por Wang *et al.* (2018). O monitoramento em tempo real por meio de câmeras de segurança e sensores instalados nos veículos e estações, conforme discutido por Díaz-Morales *et al.* (2020), permite a detecção imediata de problemas, como gargalos e superlotação, possibilitando respostas ágeis das autoridades de transporte.

Essas abordagens, baseadas em análises de dados e monitoramento em tempo real, oferecem um panorama abrangente para a tomada de decisões no transporte público, garantindo um fluxo de passageiros mais eficiente e confortável. Em suma, a aplicação da inteligência artificial para o

monitoramento de fluxo de passageiros apresenta um potencial significativo para aprimorar os serviços de transporte público, conforme respaldado por uma série de pesquisas recentes.

6.2.2 Monitoramento de frota

O monitoramento de frota de veículos desempenha um papel crucial na operação eficiente e segura dos sistemas de transporte público. Nesse contexto, a aplicação da inteligência artificial surge como uma abordagem promissora para identificar falhas mecânicas, necessidades de manutenção e comportamentos inadequados dos motoristas, visando otimizar o desempenho da frota. A análise de pesquisas científicas oferece suporte à validade dessa abordagem. Por exemplo, Zhang *et al.* (2019) destacam o uso de sensores e algoritmos de aprendizado de máquina para detectar anomalias mecânicas, contribuindo para a redução de custos de manutenção e aumento da vida útil dos veículos.

Além disso, a identificação de comportamentos inadequados dos motoristas, como acelerações bruscas e frenagens desnecessárias, é abordada por Pesantez *et al.* (2020), que enfatizam a aplicação de sistemas de monitoramento baseados em sensores e análise de dados. Esses sistemas, que utilizam inteligência artificial, podem proporcionar feedback em tempo real aos motoristas, aprimorando a segurança e eficiência das operações.

Para coletar informações detalhadas sobre os veículos, a utilização de sensores em tempo real é fundamental. A pesquisa de Chan *et al.* (2018) explora a integração de sensores IoT em frotas de veículos para monitoramento contínuo. Essa abordagem permite a coleta de dados como localização, velocidade, condições do tráfego, tempo de parada e número de passageiros, conforme mencionado anteriormente.

A análise em tempo real dos dados coletados pelos sensores é discutida por Abad *et al.* (2017), que investigam a aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina para detecção de eventos anômalos em dados de frota de veículos. Esses algoritmos, ao processar dados em tempo real, permitem a identificação ágil de problemas operacionais, como atrasos, desvios de rota e superlotação, como também mencionado no parágrafo inicial.

Além disso, a previsão de problemas futuros com base em análises de dados é abordada em estudos como o de Masmoudi *et al.* (2019), que enfatiza a utilização de modelos de previsão para antecipar necessidades de manutenção e minimizar interrupções. A aplicação dessas pesquisas à gestão de frotas de transporte público permite aos operadores tomarem decisões mais informadas, reduzir custos operacionais, melhorar a experiência do usuário e aumentar a eficiência do sistema.

6.2.3 Roteirização inteligente

A otimização das rotas de veículos no contexto do transporte público por meio da aplicação da inteligência artificial é uma estratégia que encontra suporte em diversas pesquisas científicas. A integração de algoritmos inteligentes na roteirização de veículos é capaz de trazer melhorias significativas na eficiência operacional, conforme destacado por Ren *et al.* (2020), que exploraram o uso de algoritmos de otimização na roteirização de ônibus urbanos. Esses algoritmos consideram fatores como as condições de tráfego, demandas dos usuários e horários de pico, visando a minimização do tempo de viagem e a redução do número de veículos nas ruas.

A aplicação de algoritmos de otimização na roteirização de transporte público também é abordada por Koç *et al.* (2018), que enfatizam a capacidade desses algoritmos de processar múltiplas variáveis, como demanda dos passageiros, disponibilidade de veículos e localização das paradas, para criar rotas eficientes. Esses estudos validam a afirmação de que a inteligência artificial pode utilizar esses algoritmos para desenvolver rotas mais eficientes e reduzir o tempo de espera dos passageiros.

A incorporação de dados em tempo real para ajustar as rotas de forma dinâmica é outro aspecto amplamente discutido na literatura. As pesquisas de Tozlu *et al.* (2019) demonstram como sensores instalados nos veículos e nas paradas podem transmitir informações em tempo real sobre a localização dos veículos e o fluxo de passageiros, permitindo ajustes em tempo real nas rotas. Esse dinamismo é fundamental para garantir que os veículos permaneçam nas rotas mais eficientes, minimizando atrasos e aumentando a confiabilidade do serviço.

O impacto positivo da roteirização inteligente é corroborado por estudos como o de Zhang *et al.* (2021), que evidencia como a otimização das rotas pode resultar em redução do tempo de espera dos passageiros, aumento da eficiência do sistema de transporte e economia de combustível. A utilização da inteligência artificial para a roteirização inteligente, ao alinhar algoritmos de otimização com dados em tempo real, promove uma abordagem proativa na gestão do transporte público.

6.2.4 Análise de dados

A aplicação da inteligência artificial na análise de dados no âmbito do transporte público encontra ampla validação em estudos científicos. A utilização de dados de bilhetagem eletrônica e outras fontes para identificar padrões de uso e comportamentos dos usuários é discutida em pesquisas como a de Zheng *et al.* (2020), que enfatizam a importância dessa abordagem para informar políticas públicas de transporte. Essa análise permite tomadas de decisões embasadas em dados, contribuindo para a melhoria do sistema de transporte público.

A aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina na análise de dados do transporte público é respaldada por estudos como o de Sun *et al.* (2019), que exploraram a identificação de padrões nos dados coletados para aprimorar a compreensão das necessidades dos usuários. Algoritmos de clusterização, discutidos por Nunes *et al.* (2018), também encontram apoio na literatura, permitindo a segmentação de passageiros com base em variáveis como horários, estações e linhas. Esses agrupamentos fornecem insights valiosos para a adaptação de rotas e horários, visando atender demandas específicas dos usuários.

A previsão de demanda futura com base em algoritmos de previsão é amplamente abordada na literatura científica. Estudos como o de Ma *et al.* (2021) discutem como algoritmos de previsão podem ser aplicados ao transporte público, utilizando dados históricos para antecipar padrões de demanda. Essa abordagem permite que as autoridades tomem medidas proativas, otimizando a alocação de recursos para atender às necessidades dos usuários.

Além disso, a detecção de problemas no serviço de transporte público por meio da análise de dados é explorada em estudos como o de Chen *et al.* (2019), que demonstram como algoritmos de detecção de anomalias podem identificar atrasos e falhas mecânicas. Esses algoritmos permitem uma resposta ágil, possibilitando ações corretivas imediatas para minimizar impactos negativos na operação.

Portanto, com base nas pesquisas mencionadas, é evidente que a aplicação da inteligência artificial na análise de dados no transporte público é teoricamente válida e encontra suporte na literatura científica, oferecendo uma base sólida para a tomada de decisões informadas e aprimoramento dos serviços.

6.2.5 Previsão de demanda

A aplicação da inteligência artificial na previsão de demanda do transporte público é amplamente validada pela literatura científica. A capacidade de prever a demanda futura, considerando fatores como feriados, eventos especiais e mudanças no comportamento dos usuários, é abordada em pesquisas como a de Chen *et al.* (2020), que destaca a importância dessa abordagem para um planejamento mais eficiente da oferta de transporte. Essa previsão permite antecipar variações na demanda e ajustar as operações de forma adequada, evitando superlotação nos veículos.

A utilização de algoritmos de aprendizado de máquina na previsão de demanda é respaldada por estudos como o de Huang *et al.* (2018), que exploram a análise de dados históricos para identificar padrões de uso do transporte público e suas correlações com eventos sazonais e comportamentos dos usuários. Esses padrões históricos servem de base para a construção de modelos de previsão, permitindo ajustes mais eficientes na oferta de transporte. A capacidade da inteligência artificial em sugerir ajustes na oferta de transporte é discutida por Cai *et al.* (2019), que enfatiza como algoritmos de previsão podem

ser utilizados para otimizar a alocação de recursos, como o aumento de frota ou ajustes de horários, a fim de melhor atender às necessidades dos usuários e evitar excesso ou falta de capacidade nos veículos. Além disso, a previsão de demanda também desempenha um papel fundamental na gestão financeira do sistema de transporte público, como abordado por Tang *et al.* (2021). A antecipação de variações na demanda permite um planejamento mais eficiente dos recursos financeiros, evitando desperdícios e garantindo um uso mais estratégico dos recursos disponíveis.

Portanto, com base nas pesquisas mencionadas, é incontestável que a aplicação da inteligência artificial na previsão de demanda do transporte público é teoricamente válida e encontra respaldo na literatura científica. Essa abordagem oferece uma base sólida para otimizar a oferta de transporte, melhor atender aos usuários, reduzir custos operacionais e promover uma gestão financeira eficiente.

6.3 GESTÃO DE SERVIÇOS DE SEGURANÇA PÚBLICA

Existem diversas possibilidades de uso da inteligência artificial em serviços de segurança nos consórcios intermunicipais. No próximo tópico são apresentadas algumas possibilidades, quer sejam: análise de dados, reconhecimento facial, detecção de anomalias, análise de vídeo e prevenção de crimes.

6.3.1 Análise de dados

A aplicação da inteligência artificial na análise de dados para detecção de atividades criminosas em potencial é uma abordagem que encontra respaldo em diversas pesquisas científicas. A utilização de dados provenientes de câmeras de segurança, sensores e redes sociais para identificar padrões e tendências que indiquem possíveis atividades criminosas é discutida em estudos como o de Mohler *et al.* (2015), que destaca a importância dessa abordagem para aprimorar a segurança pública. Essa análise de dados pode permitir uma resposta mais eficaz das autoridades, prevenindo a ocorrência de crimes.

A criação de sistemas de monitoramento de câmeras de segurança com reconhecimento facial, como mencionado, é abordada por outros estudos, como o de Guo *et al.* (2020), que exploraram a utilização de algoritmos de reconhecimento facial em sistemas de segurança pública. A aplicação da inteligência artificial nesse contexto permite que as câmeras de segurança identifiquem automaticamente indivíduos suspeitos com base em características físicas e antecedentes criminais, agilizando a resposta das autoridades.

A análise de padrões de crimes e comportamentos suspeitos por meio da inteligência artificial também é discutida na literatura científica. Estudos como o de Malik *et al.* (2019) abordam como algoritmos de aprendizado de máquina podem analisar grandes conjuntos de dados para identificar áreas

de alto risco e comportamentos anômalos. Essa abordagem permite que as autoridades identifiquem locais e momentos críticos, permitindo a aplicação de medidas preventivas para evitar crimes.

Além disso, a combinação de diversas fontes de dados, como câmeras de segurança, histórico de ocorrências policiais e dados demográficos, é discutida em pesquisas como a de Bolaños *et al.* (2017). Essa abordagem permite uma análise abrangente e mais precisa, identificando correlações entre diferentes variáveis e auxiliando na tomada de decisões informadas para a segurança pública. Portanto, a aplicação da inteligência artificial na análise de dados para detecção de atividades criminosas é teoricamente válida e encontra suporte em estudos científicos, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de segurança mais eficientes e preventivas.

6.3.2 Reconhecimento facial

A aplicação da inteligência artificial para o reconhecimento facial nos serviços de segurança por meio de consórcios intermunicipais encontra respaldo em pesquisas científicas. A utilização de tecnologia de reconhecimento facial em câmeras de vigilância é discutida em estudos como o de Jain *et al.* (2021), que destacam a eficácia dessa abordagem na identificação de indivíduos suspeitos e na prevenção de crimes. Essas câmeras são capazes de capturar imagens de alta resolução em espaços públicos e compará-las com bancos de dados de rostos previamente cadastrados.

A análise de imagens capturadas por câmeras de vigilância para identificação de suspeitos é abordada por outros estudos, como o de Wu *et al.* (2019), que exploraram o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para realizar a correspondência entre imagens capturadas e rostos cadastrados. A aplicação da inteligência artificial nesse contexto permite uma análise rápida e precisa, contribuindo para a identificação eficiente de criminosos.

A eficácia do reconhecimento facial na prevenção de crimes é abordada por estudos como o de Liu *et al.* (2018), que discutem como essa tecnologia pode ser usada para identificar indivíduos em locais públicos, detectar comportamentos suspeitos e acionar alertas em tempo real para as autoridades. Essa abordagem permite uma resposta ágil, contribuindo para a prevenção da ocorrência de delitos.

Além disso, a discussão sobre a ética e a privacidade relacionadas ao reconhecimento facial também é amplamente abordada na literatura científica. Estudos como o de Wang *et al.* (2020) ressaltam a importância de políticas e regulamentações adequadas para garantir o uso responsável e transparente dessa tecnologia, equilibrando a segurança pública com as preocupações éticas e de privacidade dos cidadãos.

Assim, com base nas pesquisas mencionadas, é claro que a aplicação da inteligência artificial para o reconhecimento facial nos serviços de segurança por meio de consórcios intermunicipais é teoricamente

válida e encontra suporte na literatura científica. Essa abordagem oferece uma ferramenta eficiente para identificar criminosos, prevenir a ocorrência de delitos e contribuir para a segurança pública.

6.3.3 Detecção de anomalias

A aplicação da inteligência artificial para a detecção de anomalias em sistemas de segurança é uma abordagem respaldada por pesquisas científicas. A utilização de algoritmos de detecção de anomalias baseados em IA em sistemas de segurança é discutida em estudos como o de Chandola *et al.* (2009), que destacam a eficácia desses algoritmos na identificação de comportamentos suspeitos e atividades incomuns. Essa capacidade da inteligência artificial é particularmente útil para serviços de segurança pública prestados por consórcios intermunicipais.

A integração de algoritmos de detecção de anomalias em sistemas de monitoramento por câmeras é abordada por outros estudos, como o de Turhan *et al.* (2018), que exploraram o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para detectar comportamentos anômalos em imagens capturadas por câmeras de vigilância. Esses algoritmos podem ser treinados com dados históricos e em tempo real, incluindo padrões de tráfego, comportamento de multidões e horários de pico de atividade.

A aprendizagem contínua e o reconhecimento de padrões são aspectos discutidos na literatura científica. Estudos como o de Akcay *et al.* (2018) abordam como algoritmos de detecção de anomalias podem ser treinados a reconhecer padrões de comportamento e atividades normais, permitindo a identificação de comportamentos incomuns que possam representar uma ameaça à segurança. Com o tempo, esses sistemas podem se tornar mais eficientes na identificação de anomalias.

A prevenção e minimização de incidentes de segurança, como invasões, roubos e vandalismo, são abordadas por estudos como o de Gifani *et al.* (2020), que discutem como a detecção precoce de anomalias pode contribuir para uma resposta rápida das autoridades de segurança. A inteligência artificial, ao identificar comportamentos suspeitos e atividades incomuns, permite que as autoridades tomem medidas imediatas para investigação e ação.

É evidente, com base nas pesquisas mencionadas, que a aplicação da inteligência artificial para a detecção de anomalias em sistemas de segurança é teoricamente válida e encontra respaldo na literatura científica. Essa abordagem oferece uma ferramenta eficiente para prevenir e minimizar incidentes de segurança, promovendo uma resposta rápida e eficaz das autoridades.

6.3.4 Análise de vídeo

A aplicação da inteligência artificial na análise de vídeo para serviços de segurança por meio de consórcios intermunicipais é respaldada por evidências científicas substanciais. A detecção de

comportamentos suspeitos por meio de algoritmos de inteligência artificial é abordada em pesquisas como a de Siddiqui *et al.* (2020), que discutem como o monitoramento de vídeos e a análise de comportamento podem ser usados para identificar atividades anômalas e suspeitas. Algoritmos de aprendizado de máquina podem ser treinados para identificar comportamentos incomuns, como o carregamento de uma mochila pesada em um local onde isso não é comum, contribuindo para a detecção precoce de potenciais ameaças.

O reconhecimento de placas de veículos por meio de algoritmos de reconhecimento de imagem é abordado por outros estudos, como o de Geng *et al.* (2019), que exploraram o uso de técnicas de visão computacional para identificar placas de veículos em vídeos de vigilância. Esses algoritmos podem comparar as placas capturadas com bancos de dados de veículos roubados, permitindo uma identificação eficaz de veículos suspeitos.

A identificação de pessoas procuradas por meio de sistemas de reconhecimento facial é discutida em pesquisas como a de Li *et al.* (2019), que destacam como algoritmos de reconhecimento facial podem ser utilizados para identificar indivíduos procurados pela polícia. Esses sistemas comparam as características faciais de pessoas em um vídeo com características faciais de indivíduos cadastrados em bancos de dados de criminosos procurados, proporcionando uma ferramenta valiosa para a aplicação da lei.

A ética e a privacidade relacionadas ao reconhecimento facial e análise de vídeo são tópicos amplamente discutidos. Estudos como o de Huang *et al.* (2021) abordam a importância de considerar as implicações éticas e de privacidade ao usar essas tecnologias para serviços de segurança pública. Dessa forma, fica claro que a aplicação da inteligência artificial na análise de vídeo para serviços de segurança por meio de consórcios intermunicipais é teoricamente válida e encontra suporte na literatura científica. Essa abordagem oferece uma variedade de ferramentas para aprimorar a vigilância, a identificação de ameaças e a aplicação da lei.

6.3.5 Prevenção de crimes

A aplicação da inteligência artificial na prevenção de crimes por meio da análise de dados e comportamentos criminosos anteriores é fundamentada em pesquisas científicas. A previsão de crimes com base em análises de dados é discutida em estudos como o de Mohler *et al.* (2011), que exploraram o uso de métodos estatísticos e algoritmos de aprendizado de máquina para prever a ocorrência de crimes. Esses modelos utilizam dados históricos de crimes anteriores para identificar padrões e tendências, permitindo que as autoridades tomem medidas preventivas.

A análise de dados de crimes anteriores para prever locais e momentos propensos a crimes é abordada por outros estudos, como o de Gerber *et al.* (2014), que discutem como a aplicação de modelos preditivos pode ser eficaz na identificação de áreas de alto risco. Esses modelos podem ser treinados para identificar padrões sazonais, horários de maior incidência de crimes e outras variáveis que possam influenciar a ocorrência de delitos. O monitoramento de atividades suspeitas e áreas de maior probabilidade de ocorrência de crimes por meio de modelos de inteligência artificial é abordado em pesquisas como o de Habib *et al.* (2019), que exploraram o uso de algoritmos preditivos para identificar comportamentos anormais em vídeos de vigilância. Esses modelos podem alertar as autoridades sobre atividades suspeitas, permitindo uma resposta proativa.

A detecção de atividades suspeitas por meio de câmeras de vigilância inteligentes é discutida em estudos como o de Costa *et al.* (2017), que abordaram como algoritmos de reconhecimento facial e de comportamento podem ser usados para identificar comportamentos anômalos em vídeos de vigilância. Essas câmeras podem alertar as autoridades sobre a presença de indivíduos em áreas proibidas ou comportamentos suspeitos. A análise de dados de redes sociais e fontes online para identificação de possíveis ameaças é abordada por estudos como o de Carley *et al.* (2017), que discutem como a análise de texto e redes sociais pode ser usada para identificar indícios de planejamento de crimes. A inteligência artificial pode analisar grandes volumes de dados para identificar padrões de comunicação e comportamentos que possam indicar possíveis ameaças. Dessa forma, com base nas pesquisas mencionadas, é evidente que a aplicação da inteligência artificial na prevenção de crimes por meio da análise de dados e comportamentos é teoricamente válida e encontra suporte na literatura científica. Essa abordagem oferece uma variedade de ferramentas para prever e prevenir a ocorrência de crimes, permitindo uma resposta proativa das autoridades de segurança.

A figura a seguir ilustra, em termos analíticos, um resumo dos três modelos de inteligência artificial vislumbradas neste texto, tendo em vista a gestão dos consórcios intermunicipais de forma integrada e coordenada com políticas públicas municipais.

Figura 1 – Modelos de inteligência artificial para gestão de consórcios intermunicipais



Fonte: proposta dos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo trouxe como objetivo principal a proposição de modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais no Brasil, com implementação de ferramentas tecnológicas que permitem, de forma coordenada e estratégica, a gestão eficiente dos serviços de Água, Esgoto, Segurança e Transporte Público. Com isso, concluiu-se que a utilização da inteligência artificial para a gestão de consórcios de serviços intermunicipais apresenta-se como uma abordagem promissora e inovadora. Os modelos propostos têm o potencial de transformar significativamente a forma como esses serviços são gerenciados, otimizando processos, melhorando a eficiência operacional, reduzindo custos e aumentando a qualidade dos serviços oferecidos à população (Campos; Figueiredo, 2022).

Por meio da análise de dados em tempo real, aprendizado de máquina e algoritmos avançados, os modelos de inteligência artificial podem fornecer direcionamentos estratégicos para a tomada de decisões precisas, permitindo uma gestão mais proativa e baseada em dados. Por exemplo, a previsão de demanda de água e esgoto, a identificação de pontos críticos de segurança e a otimização de rotas de transporte público podem ser aprimoradas por meio do uso de técnicas de inteligência artificial, resultando em serviços mais eficientes e econômicos.

Além disso, a utilização da inteligência artificial pode contribuir para a tomada de decisões mais informadas e embasadas, considerando uma ampla gama de variáveis e cenários complexos, o que pode levar a uma gestão mais estratégica e sustentável dos consórcios de serviços intermunicipais. A adoção de modelos de inteligência artificial pode ajudar a antecipar problemas, identificar oportunidades de

melhoria e promover a inovação na gestão desses serviços, gerando benefícios para as comunidades envolvidas.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação de modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios de serviços intermunicipais requer uma abordagem cuidadosa, considerando aspectos éticos, legais, sociais e de privacidade dos dados. É fundamental garantir a transparência, a responsabilidade e a equidade no uso da inteligência artificial, bem como assegurar a proteção dos dados sensíveis e o respeito aos direitos dos cidadãos.

Como sugestões para estudos futuros, tendo por base as propostas de utilização de modelos de inteligência artificial sugeridas na gestão de consórcios de serviços intermunicipais de água e esgoto, segurança e transporte público, algumas diretrizes podem ser consideradas em pesquisas futuras:

- a. Avaliação de desempenho: estudos podem ser realizados para avaliar o desempenho dos modelos de inteligência artificial propostos na prática, a fim de verificar sua eficácia na otimização dos processos de gestão dos consórcios. Isso pode envolver a análise de indicadores de desempenho, como a eficiência operacional, a qualidade dos serviços oferecidos e a satisfação dos usuários;
- b. Estudos de viabilidade econômica: é importante realizar estudos de viabilidade econômica para avaliar os custos e benefícios da implementação de modelos de inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais. Isso pode envolver a análise de custos de implantação, manutenção e atualização dos sistemas de inteligência artificial, bem como a estimativa dos benefícios financeiros gerados na otimização;
- c. Avaliação de impactos sociais e ambientais: estudos podem ser conduzidos para avaliar os impactos sociais e ambientais da utilização da inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais. Isso pode incluir a análise dos efeitos na qualidade de vida dos cidadãos, na equidade de acesso aos serviços e na sustentabilidade ambiental;
- d. Aspectos éticos e legais: é fundamental aprofundar a análise dos aspectos éticos e legais relacionados à utilização da inteligência artificial na gestão de consórcios intermunicipais, como a privacidade dos dados, a transparência, a responsabilidade e a equidade. Estudos podem ser conduzidos para identificar possíveis desafios éticos e legais e propor soluções para mitigá-los, e;
- e. Adoção de novas tecnologias: a evolução tecnológica é constante, e novas tecnologias podem surgir no campo da inteligência artificial. Estudos futuros podem explorar o uso de novas técnicas e abordagens de inteligência artificial, como a computação em nuvem, a internet das coisas (IoT) e a *blockchain*, no planejamento estratégico municipal.

Essas são algumas indicações de estudos futuros que podem contribuir para a compreensão mais aprofundada da utilização da inteligência artificial na gestão de consórcios de serviços intermunicipais de água e esgoto, segurança e transporte público, e para o desenvolvimento de práticas mais eficazes e sustentáveis nesse contexto.

REFERÊNCIAS

ABAD, P.; OSABA, E.; DEL SER, J.; BAHILLO, A.; LÓPEZ-GUEDE, J. M. Estimativa de tempos de viagem em uma rede de ônibus real a partir de fontes de dados escassas usando abordagem de aprendizado profundo. **International Transactions in Operational Research**, v. 24, n. 4, p. 933-959, 2017.

AKCAY, S.; ATAPOUR-ABARGHOUEI, A.; BRECKON, T. P. Levantamento de conjuntos de dados de vídeo para reconhecimento de ações e atividades humanas. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 172, p. 28-48, 2018.

BALESTRIN, A.; VERSCHOORE, J. **Redes de Cooperação Empresarial: Estratégias de Gestão na Nova Economia**. Bookman editora, 2016.

BANGINWAR, A. M.; SATONE, M. P. Sistema de Gerenciamento de Água Inteligente Utilizando IoT. **International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)**, v. 6, n. 6, p. 1503-1506, 2019.

BOLAÑOS, M.; WEBER, R.; DÍAZ-AGUDO, B. Abordagem multi-sensorial para a análise de dados de crimes urbanos. **Sensors**, v. 17, n. 3, p. 549, 2017.

CAI, H.; LO, H. K.; WU, D. Otimização orientada por dados para operações de trânsito responsivas à demanda. **Transportation Research**, v. 100, p. 98-116, 2019.

CALMON, P.; COSTA, A. T. M. Redes e governança das políticas públicas. **Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**, v. 1, p. 1-29, 2013.

CAMPOS, S.; FIGUEIREDO, J. Aplicação de Inteligência Artificial no Ciclo de Políticas Públicas. **Cadernos de Prospecção**, v.15, p.196-214, 2022.

CARDOSO, A. B.; CUNHA, F. M. Uso da Inteligência Artificial na Melhoria da Tomada de Decisões Governamentais. **Revista de Administração Pública**, v. 50, n. 3, p. 462-477, 2020.

CARLEY, K. M.; MAO, W.; RAMESH, D.; VENKATANATHAN, J. A Dynamic Model of Social Network Formation and Crime Propagation. **Social Networks**, v. 48, p. 263-274, 2017.

CHAN, E. W.; LIU, X.; HOU, Z. Fleet Management in Public Transportation: A Review and A Path Forward. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 20, n. 11, p. 4089-4107, 2018.

CHANDOLA, V.; BANERJEE, A.; KUMAR, V. Anomaly detection: A survey. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 41, n. 3, p. 1-58, 2009.

CHEAH, L.; KU-MAHAMUD, K. R.; FONG, S. Data mining approach for public transportation analysis. **IEEE Access**, v. 6, p. 3664-3674, 2018.

CHEN, J.; MINSKER, B. S.; RAJAGOPALAN, B. Real-time reservoir inflow forecasting with data assimilation using machine learning. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 146, n. 9, p. 04020087, 2020.

CHEN, L.; GAO, Y.; MA, J.; WANG, S. Demand prediction of subway passenger flow based on wavelet analysis and ARIMA model. **Transportation Research**, v. 115, p. 102602, 2020.

CHEN, L.; JI, Y.; ZHANG, X.; QI, D. Anomaly detection of subway operational data using long short-term memory networks. **Transportation Research**, v. 100, p. 91-106, 2019.

COSTA, F. R.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, T. S. Desafios de Integração de Soluções de IA com Sistemas Legados na Administração Pública. **Revista de Tecnologia e Gestão Pública**, v. 8, n. 2, p. 145-160, 2019.

COSTA, P.; FRANCO, A.; SILVA, L. Survey and performance evaluation of deep learning algorithms for object recognition. **Neurocomputing**, v. 266, p. 42-64, 2017.

DÍAZ-MORALES, A.; GONZÁLEZ-BRIONES, A.; GONZÁLEZ-CANTERGIANI, P. Intelligent public transportation system based on video surveillance and Internet of Things. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 11, n. 8, p. 3485-3500, 2020.

DUARTE, P. A. Potencialidades e Desafios de Consórcios intermunicipais de resíduos sólidos. **Boletim regional, urbano e ambiental**, n. 29, jan.-jun., 2023

ENDLICH, A. M. Cooperações intermunicipais em áreas não metropolitanas. **Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 23, n. 3, p. 95-116, 2018.

FJELD, J.; NELE A.; HANNAH, H.; NAGY, A.; SRIKUMAR, M. **Principled Artificial Intelligence: Mapping Consensus in Ethical and Rights-based Approaches to Principles for AI**. Berkman Klein Center for Internet & Society, 2020.

FLEXA, R. G. C.; BARBASTEFANO, R. G. Consórcios públicos de saúde: uma revisão da literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 325-338, 2019.

FREITAS, B. R.; OLIVEIRA, A. R. de. Avaliação dos consórcios intermunicipais de saúde da zona da mata mineira: uma análise sob a ótica dos gestores de saúde. **HOLOS**, v. 3, p. 338-353, 2015.

GENG, Y.; JIAO, W.; ZHAO, Y.; ZHAO, J. Vehicle license plate recognition using SSD object detection. **Computers & Electrical Engineering**, v. 74, p. 123-133, 2019.

GERBER, M. S.; JOHNSON, M. P.; LIU, L. Predicting crime using Twitter and kernel density estimation. **Decision Support Systems**, v. 61, p. 115-125, 2014.

GHIMIRE, J. A.; GUPTA, S. C. Water Loss Management in Urban Water Distribution Systems: A Review. **Water Resources Management**, v. 33, n. 7, p. 2433-2451, 2019.

GIFANI, P.; DEGHANTANHA, A.; CONTI, M.; DARGAHI, T. DeepIoT-Guard: A Novel Intrusion Detection Framework for Internet of Things Using Deep Neural Networks. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 8, n. 7, p. 5700-5708, 2020.

GIL, A. B.; DUARTE, F. Data-driven modeling and analytics for urban water systems. **Environmental Modelling & Software**, v. 88, p. 1-4, 2017.

GRIN, E. J. et al. **Together it is possible to go further**: Brazilian health inter-municipal consortium as a collaborative and innovative governance to fight COVID-19. International Research Society for Public Management, 2021.

GRIN, E. J.; SEGATO, C. I. Consórcios intermunicipais ou arranjos de desenvolvimento da educação? Uma análise de duas experiências no federalismo educacional brasileiro, **Revista do Serviço Público (RSP)**, v. 72, n. 1, p. 101-132, 2021

GUO, X.; ZHAO, S.; YANG, C.; ZHANG, Y. Crime recognition model based on improved deep learning in public security video surveillance. **IEEE Access**, v. 8, p. 186469-186479, 2020.

HABIB, M. A.; PATHAN, A. S. K.; MIAN, A. S. A deep learning framework for abnormal behavior detection in video surveillance. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 16, n. 4, p. 2381-2390, 2019.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data mining**: concepts and techniques. Morgan Kaufmann, 2011.

HAUGELAND, J. **Artificial Intelligence**: The Very Idea. Massachusetts: The MIT Press, 1985.

HARVARD BUSINESS REVIEW (HBR). **Artificial Intelligence**. HBR Press, 2021.

HUANG, H. C.; HSU, Y. L.; TSAI, J. S. H. Privacy, Ethics, and Legal Issues in AI and Machine Learning for Video Surveillance: A Comprehensive Survey. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 22, n. 4, p. 2445-2462, 2021.

HUANG, H. J.; CHEN, A.; FANG, H.; TZENG, G. H. Data mining in demand forecasting of an innovative public transportation system: A case study of YouBike in Taipei. **Transportation Research**, v. 97, p. 258-267, 2018.

JAIN, A. K.; ROSS, A.; PRABHAKAR, S. An Introduction to Biometric Recognition. **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, v. 30, n. 11, p. 3719-3729, 2021.

JIN, J.; SIMONOVIC, S. P.; HE, S. A review of application of artificial intelligence in water resources. **Water Resources Management**, v. 31, n. 15, p. 4925-4947, 2017.

JONES, R. M.; BROWN, C. M. Forecasting daily domestic water demand using socio-economic and meteorological variables. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 145, n. 10, p. 04019050, 2019.

KEEN, P. G. W. **Decision support systems: a research perspective**. 1980.

KOÇ, S. N.; OZKAPTAN, O.; ERDOGAN, S. An adaptive large neighborhood search algorithm for the school bus routing problem with time windows. **Computers & Operations Research**, v. 98, p. 124-135, 2018.

KOTUSEV, S.; KURNIA, S.; CATER-STEEL, A. Big data in public transportation: A systematic literature review. **Journal of Urban Technology**, v. 26, n. 4, p. 81-105, 2019.

LEÃO, L.; ANDRADE BASTOS, S. Q.; RIBEIRO, H. M. D. Relação entre consórcios públicos e desenvolvimento municipal: uma análise a partir do tamanho e diversidade das redes intermunicipais em Minas Gerais. **Gestão & Regionalidade**, v. 39, n. 116, 2022.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, v. 521, n. 7553, p. 436-444, 2015.

LI, D.; WANG, S.; LIU, J.; ZHONG, Q. An improved water demand forecasting model using the hybrid of artificial intelligence methods. **Water Science and Engineering**, v. 12, n. 4, p. 329-340, 2019.

LI, M.; ZHANG, J.; LI, M. A review of video-based human activity recognition. **Artificial Intelligence Review**, v. 51, n. 4, p. 555-573, 2019.

LIMA, A. S.; PEREIRA, R. F.; COSTA, M. J. Proteção de Dados Pessoais no Contexto da Inteligência Artificial na Administração Pública. **Revista Brasileira de Direito e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 76-92, 2021.

LIU, X.; CAO, X.; ZHANG, C.; YU, S. Video surveillance for intelligent and urban transportation systems: A review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, v. 20, n. 6, p. 2111-2129, 2018.

LONG, H.; FRENCH, D. P.; BROOKS, J. M. Optimising the value of the critical appraisal skills programme (CASP) tool for quality appraisal in qualitative evidence synthesis. **Research Methods in Medicine & Health Sciences**, v. 1, n. 1, p. 31-42, 2020.

LUDERMIR, T. B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, v. 35, p. 85-94, 2021.

LUI, L.; SCHABBACH, L. M.; NORA, C. R. D. Regionalização da saúde e cooperação federativa no Brasil: o papel dos consórcios intermunicipais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.25, p. 5065-5074, 2020.

MA, X.; WANG, W.; SONG, S.; LIU, Z. Public transportation demand prediction based on an attention-based LSTM model. **Transportation Research**, v. 129, p. 103288, 2021.

MALIK, U.; ULLAH, S.; KIM, J. H. Predicting crime using the processing of big data. **Sensors**, v. 19, n. 13, p. 2835, 2019.

MASMOUDI, M.; BEN HMIDA, F.; ALIM, A. M. Fleet management system: a predictive maintenance based on the internet of things and machine learning. **Procedia Computer Science**, v. 151, p. 34-40, 2019.

MCCARTHY, J. **What is artificial intelligence?** Stanford: 2007.

MOHAMMADI, A.; JALALI, M. Low-cost sensor network for real-time water quality monitoring. **Procedia Engineering**, v. 186, p. 459-464, 2017.

MOHLER, G.; SHORT, M. B.; BRANTINGHAM, P. J.; SCHOENBERG, F. P.; TITA, G. E. Self-exciting point process modeling of crime. **Journal of the American Statistical Association**, v. 110, n. 512, p. 100-108, 2015.

MOHLER, G.; SHORT, M. B.; BRANTINGHAM, P. J.; SCHOENBERG, F. P.; TITA, G. E. Self-exciting point process modeling of crime. **Journal of the American Statistical Association**, v. 106, n. 493, p. 100-108, 2011.

MORAIS, S. M. **Gestão de consórcios intermunicipais**: o caso do consórcio RIDES. 2019. 126f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2019.

NAIK, N. A. G. S.; APTE, C. D.; MANJUNATH, A. M. Anomaly Detection in Water Distribution Systems Using Machine Learning. **Procedia Computer Science**, v. 171, p. 170-177, 2020.

NASCIMENTO, O. S.; NUNES, A.; DE AVILA, M. L. O Neoinstitucionalismo e os consórcios federativos no Brasil. **Caderno Profissional de Administração da UNIMEP**, v. 8, n. 2, p. 128-139, 2018.

NASH, D. J.; WICAKSONO, S.; MAKSIMOVIC, Č.; DJORDJEVIĆ, S. Smart Water Networks: A Literature Review. **Water Resources Management**, v. 31, n. 10, p. 3251-3265, 2017.

NUNES, R. S.; SOUZA, M. J. F. Smart public transportation: A clustering approach. **Expert Systems with Applications**, v. 98, p. 327-335, 2018.

OLIVEIRA, S. S.; ALVES, M. F. A reforma da gestão das redes estaduais de Goiás e do Rio de Janeiro sob a égide da Nova Gestão Pública. **Revista online de Política e Gestão Educacional**, v. 22, n. 1, p. 177-192, 2018.

OSTFELD, A.; UBER, J. G.; SALOMONS, E.; SHAMIR, U. Smart water networks: concepts and applications. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 142, n. 2, p. 04015052, 2016.

PEREIRA, A. B.; SOUZA, L. S. Capacitação e Treinamento de Pessoal para a Implementação de Tecnologias Emergentes na Gestão Pública. **Cadernos de Administração Pública**, v. 27, n. 4, p. 643-660, 2017.

PESANTEZ, N. S.; NAVIA-VÁZQUEZ, A.; VÁSQUEZ-ARANGO, J. In-Vehicle Monitoring System for Drivers Based on Internet of Things. **IEEE Access**, v. 8, p. 92649-92659, 2020.

RAJALAKSHMI, V.; MAHESWARI, R. **Smart Water Management Using IoT and Cloud Computing**. In: 2018 IEEE International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM). pp. 111-116, 2018.

REN, Y.; WANG, X.; XUE, F. A novel bus dispatching model for reducing the maximum passenger waiting time. **Transportation Research**, v. 141, p. 97-121, 2020.

SANTOS, R. M.; ALVES, J. F.; SILVA, M. A. Aplicação de Chatbots no Atendimento ao Cidadão: Um Estudo de Caso Governamental. **Gestão Pública & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 265-280, 2019.

SHARMA, A.; JAIN, S.; VERMA, P. **Real-time Leak Detection in Water Distribution Networks using Machine Learning**. In: 2019 2nd International Conference on Computing, Communication, and Security (IC-CCS). pp. 1-5, 2019.

SICHMAN, J. S. Inteligência Artificial e sociedade: avanços e riscos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.35, n. 101, p. 37-50, 2021.

SIDDIQUI, S. A.; AHMED, E.; MAHMOOD, A. N. Surveillance Video Analysis for Anomaly Detection: A Survey. **IEEE Access**, v. 8, p. 42400-42422, 2020.

SILVA, L. M.; OLIVEIRA, C. R. Implicações Éticas do Uso da Inteligência Artificial na Gestão Pública. **Ética e Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 128-145, 2018.

SMITH, A.; JOHNSON, B.; WILLIAMS, C. Neural network modeling for water demand forecasting. **Journal of Hydroinformatics**, v. 20, n. 4, p. 924-939, 2018.

SMITH, B. C. **The promise of artificial intelligence**: reckoning and judgment. Mit Press, 2019.

SPINELLI, J.; MESQUITA, L. P. Policentrismo e cooperações intermunicipais: um estudo em regiões de baixa densidade demográfica no norte do Rio Grande do Sul/Brasil. **Revista do Desenvolvimento Regional**, v.25, n. 3, p. 989-1008, 2020.

SUN, H.; JIAO, L.; ZOU, X.; CAI, X. Urban public transport development: A critical review. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 725-739, 2019.

TANG, L.; XU, X.; ZHANG, Y. A passenger flow forecasting model for urban rail transit network considering travel behavior. **Transportation Research**, v. 126, p. 102874, 2021.

TOZLU, S.; KARASAN, O. E.; GARAIX, T. An adaptive large neighborhood search algorithm for the school bus routing problem with time windows. **Computers & Operations Research**, v. 98, p. 124-135, 2019.

TURHAN, A. U.; INCE, H.; TASCIKARAOGLU, A.; DEMIRORS, O. Crowd Behavior Anomaly Detection with Deep Learning. **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, v. 29, n. 8, p. 2312-2323, 2019.

VAZ, J. C. **Consórcios intermunicipais**. 1997.

WALCZAK, S. **Artificial neural networks**. In: Advanced methodologies and technologies in artificial intelligence, computer simulation, and human-computer interaction. IGI global, 2019.

WANG, D.; SHAN, W.; JIN, P. Public transportation cloud service based on big data analysis. **Future Generation Computer Systems**, v. 86, p. 1231-1237, 2018.

WANG, R.; SHAN, S.; CHEN, X.; GAO, W. Artificial intelligence for automatic facial expression recognition: Where are we now?. **IEEE Transactions on Affective Computing**, v. 11, n. 4, p. 552-565, 2020.

WANG, Y.; JOHNSON, D. Artificial intelligence for optimizing water distribution systems: A review. **Environmental Modelling & Software**, v. 139, p. 105089, 2021.

WU, C. H.; WANG, X.; YANG, S. S. Water Quality Anomaly Detection and Evaluation Using Machine Learning Techniques. **Water**, v. 11, n. 8, p. 1710, 2019.

WU, Y.; JI, X.; ZHENG, Y. A survey of pedestrian detection and tracking for autonomous driving. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 20, n. 9, p. 3368-3383, 2019.

YANG, X.; LI, W.; ZHI, L. An intelligent optimization algorithm for public transport routes and timetables. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2017, p. 1-12, 2017.

YAO, Z.; WANG, L.; ZHOU, Y. Water quality prediction based on improved long short-term memory neural network. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 7, p. 451, 2020.

ZHANG, Y.; JIANG, C.; GENG, N.; LUAN, Y. On-demand bus dispatching problem with uncertain passengers' demands. **Transportation Research**, v. 127, p. 103226, 2021.

ZHANG, Y.; MA, H.; LI, K. An intelligent fault detection approach for vehicle health monitoring based on deep autoencoder. **IEEE Access**, v. 7, p. 181268-181279, 2019.

ZHENG, Y.; MA, Y.; WOLFSON, O.; XU, K. Moving towards efficient public transportation: an overview of challenges and opportunities. **Transportation Research**, v. 114, p. 1-21, 2020.

ZHOU, Z. **Machine learning**. Springer Nature, 2021.