

# Desafios para a computação na implementação e implantação de solução baseada em IA em governo: uma análise da literatura

Carlos David R. Pasco<sup>1</sup>, José Viterbo<sup>1</sup>, Flavia Bernardini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Computação – Universidade Federal Fluminense (UFF)

cdrpasco@id.uff.br, {viterbo, fcbernardini}@ic.uff.br

**Abstract.** *Artificial Intelligence (AI) has been adopted by governments around the world as a tool to increase efficiency, reduce costs and improve the provision of digital public services. Although AI adoption has increased significantly in recent years, few studies have investigated the use of AI in governments in order to shed light on the challenges faced when trying to adopt AI in their processes and in the delivery of public services. The present study presents a literature review based on a Systematic Literature Review protocol to identify the computational challenges faced when adopting AI in government. Some challenges were listed at the end of this work, which include the need for teams with greater expertise in AI and other aspects of data governance and information and communication technologies.*

**Resumo.** *A Inteligência Artificial (IA) tem sido adotada por governos em todo o mundo como ferramenta para o aumento de eficiência, redução de custos e melhoria na oferta de serviços públicos digitais. Embora a adoção da IA tenha aumentando significativamente nos últimos anos, poucos estudos investigaram o uso da IA em governos, de modo a lançar luz sobre os desafios enfrentados ao se tentar adotar a IA em seus processos e na prestação de serviços públicos. O presente estudo apresenta uma análise da literatura baseada em um protocolo de Revisão Sistemática da Literatura para identificar quais os desafios computacionais enfrentados ao se adotar IA em governo. Alguns desafios foram elencados ao final deste trabalho, que inclui a necessidade de equipes com maior especialização de IA e outros aspectos de governança de dados e de tecnologias de informação e comunicação.*

## 1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) é definida pela Comissão Europeia como “sistemas que apresentam comportamento inteligente, analisando seu ambiente e tomando ações —com algum grau de autonomia— para atingir metas específicas”[European Commission 2019]. Ela tem sido considerada como uma das tecnologias com potencial de promover mudanças fundamentais em nossa sociedade. Segundo a Comissão Econômica e Social das Nações Unidas para a Ásia e o Pacífico, a IA é classificada como uma *tecnologia de fronteira* que “tem o potencial de romper o *status quo*, alterar a maneira como as pessoas vivem e trabalham, rearrumar os agregados de valor e levar a um conjunto inteiramente novo de produtos e serviços”[UNESCAP 2018].

Tecnologias de IA, em especial o Aprendizado de Máquina (AM) tem evoluído fortemente nos últimos anos, graças ao crescimento exponencial de dados, barateamento de recursos de armazenamento de dados e a ascensão de *big data analytics* [Barnes 2015]. Técnicas de AM permitem desenvolver sistemas que aprendem com dados históricos e podem, a partir deste aprendizado, tomar decisões de maneira automática. Todo este potencial tem levado organizações a adotarem a IA em busca de aumento de eficiência e produtividade.

Além do setor privado, governos tem buscado explorar o potencial da IA, com sua aplicação em diversos cenários relacionadas à prestação de serviços públicos, como em serviços de controle de imigração, na oferta de robôs para atendimento digital e na assistência e proteção às crianças [Kuziemski and Misuraca 2020], [M. Vogl 2020]. Apesar da popularidade da IA, poucos estudos investigaram o uso da IA em governo [Campion et al. 2020]. Neste sentido, pouco é sabido quanto a quais são os desafios enfrentados pelos governos ao se tentar adotar IA em seus processos e na prestação de serviços públicos. Alguns estudos lançaram luz sobre as implicações e dificuldades encontradas na adoção de IA por governos [Zuiderwijk et al. 2021], com foco nos aspectos organizacionais dos desafios. No entanto, não são analisados aspectos computacionais e de recursos humanos especializados em computação, também necessários do ponto de vista de implementação de soluções computacionais baseadas em IA em governo.

O objetivo deste estudo é identificar na literatura os desafios computacionais e de recursos humanos especializados em computação enfrentados ao se adotar IA em governo e descobrir se esses desafios se diferem daqueles encontrados em organizações de modo geral. Para isto, foi feita uma revisão sistemática da literatura publicada de estudos primários, publicados entre 2012 e 2021. Buscamos especificamente artigos que tratam de aplicações de IA em governo, em busca de identificar e categorizar os desafios associados.

O artigo é dividido da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados trabalhos relacionados a este, no sentido de apresentarem os desafios de implementar soluções de software baseadas em IA em diversos cenários. Na Seção 3 são apresentados os detalhes do protocolo da revisão sistemática da literatura. A Seção 4 apresenta os resultados encontrados. Por fim, a Seção 5 apresenta nossas conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Trabalhos relacionados**

No trabalho [Dwivedi et al. 2019] é feita uma análise ampla das oportunidades, impactos e desafios trazidos pela rápida evolução da IA nos últimos anos. O artigo faz a análise sob uma perspectiva multidisciplinar, envolvendo estudiosos de diversas áreas, como administração, políticas públicas, governo e ciência e tecnologia. Ao tratar dos desafios relacionados à IA, são apresentadas sete categorias de desafios: 1) desafios sociais, 2) desafios econômicos, 3) desafios éticos, 4) desafios políticos e legais, 5) desafios organizacionais e de gestão, 6) desafios de dados e 7) desafios tecnológicos. Esta categorização foi utilizada originalmente em [Sun and Medaglia 2019]. Os desafios tecnológicos descritos no artigo apontam para problemas como a opacidade algorítmica, a dificuldade da IA ler dados não estruturados e o fato de a IA ainda não ser capaz de entender situações da experiência humana, não conseguindo extrair significado destas situações.

No trabalho [Sun and Medaglia 2019], os autores buscam mapear os desafios na adoção da IA no setor público conforme a percepção dos principais interessados. Nele é feito um estudo de caso sobre a adoção do IBM Watson pelo sistema de saúde da China, onde foram mapeados três principais grupos de interessados: elaboradores de políticas de governo, médicos e gestores hospitalares e gerentes de empresas de TI. A pesquisa conduziu entrevistas com indivíduos dos três grupos, além de ter analisado documentos relacionados ao projeto. Apenas a opacidade algorítmica e a dificuldade da IA em ler dados não estruturados foram apontados como desafios tecnológicos.

Uma revisão sistemática da literatura e uma agenda de pesquisa sobre as implicações do uso da IA em governos é proposto por [Zuiderwijk et al. 2021]. De forma mais abrangente, excluindo as visões puramente técnicas da adoção da IA presentes em trabalhos da computação e engenharias, foram pesquisado artigos publicados entre 2010 e 2020 que fossem relacionados a técnicas de IA aplicados à governança pública. De 85 artigos coletados, foram selecionados 26 artigos. De forma a garantir um escopo não técnico, disciplinas como computação, física e medicina foram explicitamente excluídos no processo de busca nas bases de publicações científicas. O estudo foi capaz de mapear diversos desafios associados à aspectos organizacionais, econômicos, sociais e legais, além de propor uma agenda de pesquisa para áreas como administração pública, ciência da informação, ciências políticas, dentre outras.

Todos esses três trabalhos trazem luz aos desafios de se implementar soluções baseadas em IA, do ponto de vista de diversos aspectos. No entanto, tais estudos não discutem os aspectos tecnológicos e computacionais da adoção da IA em governos, deixando uma lacuna sobre as especificidades da implantação de IA em governos sob a ótica técnica. Buscando cobrir essa lacuna, o presente trabalho foca sua atenção nos estudos realizados na área de computação que trate de cenários de aplicação de IA em governos.

### 3. Revisão Sistemática da Literatura

Nesta seção, é apresentado o protocolo utilizado na condução da revisão sistemática da literatura, seguindo a metodologia descrita em [Kitchenham and Charters 2007], executada em três passos. O primeiro é a etapa de planejamento que envolve a definição das questões de pesquisa a serem respondidas, a estratégia de pesquisa, os critérios de seleção dos estudos primários junto com a metodologia de extração e síntese dos dados. O segundo passo trata da condução do processo, onde os estudos primários são identificados, selecionados e avaliados segundo o protocolo definido anteriormente. No terceiro passo, é apresentado um relatório agregando as informações extraídas dos estudos primários relevantes, levando em consideração o objetivo principal que é responder à questão de pesquisa.

**Planejamento:** Em tal etapa, são definidos os objetivos e questões de pesquisa da revisão sistemática da literatura. Há neste trabalho dois objetivos principais. A fim de encontrar estudos primários que ajudassem a entender e resumir esses desafios, foram formuladas as questões de pesquisa juntamente com o objetivo relacionado, que são apresentadas na Tabela 1. Optou-se por utilizar como fonte de trabalhos científicos apenas o *Scopus*, tendo em vista que esta base atua como um indexador de publicações de outras bases como Elsevier, Springer, Inderscience e IEEE, cobrindo mais de 90% da publicação científica indexada [Gusenbauer and Haddaway 2020].

**Seleção de Estudos:** De modo a buscar estudos que trouxessem a visão de quem

**Tabela 1. Questão de Pesquisa e Objetivo.**

<b>Questão de Pesquisa</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Q1:</b> Existem questões técnicas específicas para a adoção de IA em governo?	Descobrir, sob a ótica de quem implanta a IA, se os desafios computacionais da adoção de IA em governo se diferenciam daqueles encontrados na adoção de IA em outras organizações.
<b>Q2:</b> Caso existam, quais são os desafios computacionais da implementação de IA em governo?	Listar, caso existam, quais são os desafios computacionais que são particulares à adoção de IA em governo.

implanta a IA, foi formulada uma *string* de busca que pudesse buscar de forma abrangente artigos que tratassem de estudos de caso da aplicação em governo das diversas técnicas relacionadas a IA. Nos primeiros testes da string de busca, verificou-se a ocorrência de diversos artigos que não tinha relação com a IA e utilizavam o termo *artificial intelligence* em suas palavras-chaves. O mesmo achado foi relatado em [Zuiderwijk et al. 2021]. Tendo em vista que artigos que tratam da implementação de técnicas de IA fazem referência direta às técnicas usadas, optou-se pela remoção dos termos *artificial intelligence* e *AI* da string de busca. Os termos de busca utilizados podem ser visto na tabela 2 e foram buscados no título, resumo e palavras-chave. Foram incluídos apenas artigos publicados em periódicos e conferências, relacionados à disciplina de ciência da computação, publicados em inglês e a partir do ano de 2012. As últimas buscas ocorreram em Novembro de 2021.

**Tabela 2. String de busca usados na revisão sistemática da literatura na base Scopus.**

("machine learning"OR ml OR "deep learning"OR "supervised learning"OR "unsupervised learning"OR "reinforcement learning"OR "neural networks"OR "computer vision"OR "image recognition"OR "facial recognition"OR "face recognition"OR "natural language processing"OR "speech recognition"OR "intelligence system"OR "virtual assistant"OR "autonomous vehicle"OR "predictive analytics") AND (government OR governance OR e-government OR e-gov OR "public sector"OR "public management"OR "public governance"OR "public administration"OR "public policy") AND ("case study"OR "case studies")

Com a string de busca apresentada, obteve-se um total de 178 artigos da base Scopus. Foi efetuada a leitura do título e resumo, de forma a selecionar artigos que fossem relevantes e com maior potencial de responder às questões de pesquisa. Nesta etapa, foram utilizados 2 Critérios de Inclusão (CI) e 8 Critérios de Exclusão (CE) para a seleção dos artigos para a leitura completa: (CI1) O estudo é da área de conhecimento da ciência da computação; (CI2) O estudo trata de um estudo de caso que implementa IA em governo; (CE1) O estudo não é da área de ciência da computação; (CE2) O estudo não trata de um estudo de caso; (CE3) O estudo não trata da implementação de IA em governo; (CE4) O estudo é secundário ou terciário; (CE5) O estudo foi publicado em outro idioma que não o inglês ou português; (CE6) O estudo não foi publicado em periódico ou conferência; (CE7) O estudo não possui resumo; e (CE8) O estudo foi publicado antes de

2012. Após esta etapa, foram selecionados 12 artigos para a leitura completa. A maior parte dos artigos excluídos (160) não tratavam da implementação de soluções baseadas em IA em governo. Isso ocorreu, em grande parte, em estudos que tratavam de temas de governo de forma transversal ou que usavam palavras relacionadas a governo em seus resumos, porém sem relação direta com a governança pública.

**Avaliação de Qualidade:** Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram utilizados critérios de forma a se avaliar a qualidade e relevância dos artigos selecionados. Os seguintes 5 Critérios de Qualidade (CQ) foram aplicados: (CQ1) O domínio de aplicação é claramente descrito?; (CQ2) O nível de governo é definido?; (CQ3) O estudo descreve claramente os desafios computacionais e de recursos humanos em computação na implementação da solução da IA em governo?; (CQ4) Os objetivos de pesquisa estão claramente descritos?; e (CQ5) Há uma apresentação clara dos resultados do estudo? Para a avaliação de cada critério de qualidade, usamos uma escala, com 1 ponto equivalendo a *Sim*, significando que o critério foi atendido completamente, 0,5 ponto equivalendo a *Parcialmente*, caso o critério seja atendido parcialmente e 0 ponto equivalendo a *Não*, caso o critério não seja atendido. Foram selecionados apenas os estudos que somassem mais que três pontos. Dos 12 artigos selecionados para leitura completa, 3 artigos foram retirados por não atenderem aos critérios mínimos de qualidade (mínimo nota 2). A Figura 1 apresenta o resumo da quantidade de artigos selecionados em cada etapa.

**Extração de Dados:** Foi utilizada uma planilha para a consolidação dos dados extraídos dos artigos selecionados. Foram coletados metadados de 9 artigos selecionados após a avaliação de qualidade. Os metadados referem-se a informações descritivas dos artigos, além de informações que são relevantes para os objetivos de pesquisa do estudo.

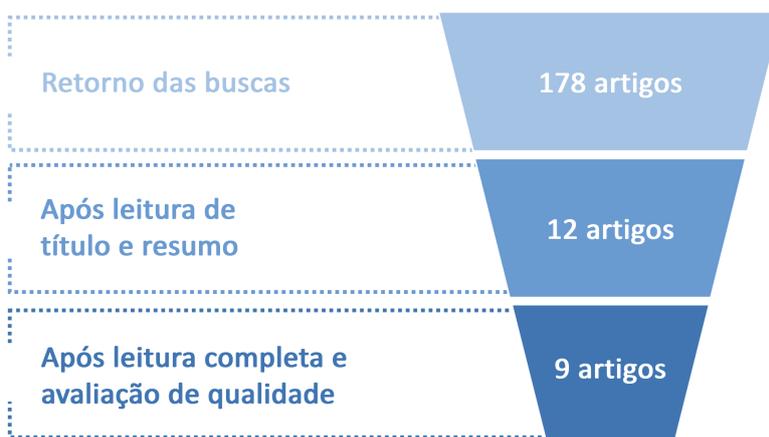


Figura 1. Quantidade de artigos selecionados em cada etapa.

#### 4. Resultados Obtidos

Dentre os estudos de caso relatados nos artigos, soluções baseadas em Processamento de Linguagem Natural (PLN) foi a abordagem de IA com maior número de ocorrências, aparecendo em 6 dos 9 estudos analisados.

Em [Altaweel et al. 2019], técnicas de PLN são usadas para análise de conteúdo de documentos governamentais relacionados a eventos de desequilíbrio ecológico rela-

cionados a surtos de besouros de pinheiro da montanha (BPM). O estudo propõe uma abordagem semiautomatizada que aplica modelagem de tópicos para investigar respostas políticas a distúrbios ecológicos usando Alocação Latente de Dirichlet (LDA) e Processo de Dirichlet Hierárquico (HDP) e análise do Termo Frequência - Frequência Inversa do Documento (TF-IDF). Foi observado que, do ponto de vista computacional, há ainda que se evoluir nos algoritmos para melhora das respostas por parte do sistema.

Um estudo de caso da implantação de um sistema interativo de resposta por voz do Ministério da Agricultura da Índia com o objetivo de fornecer serviços a agricultores é apresentado em [Kamal et al. 2015]. O sistema apresentado faz uso de reconhecimento de fala e PLN de modo a interagir com um público muitas vezes iletrado e que não tem acesso a dispositivos computacionais para acesso a serviços digitais. Os resultados foram considerados inspiradores, ainda que a qualidade da resposta do chat implementado requeira melhorias.

O uso de PLN para a análise de petições eletrônicas é apresentado em [Hagen et al. 2015], onde é feito um estudo de caso sobre a aplicação de técnicas de PLN, como Reconhecimento de Entidade Nomeada (NER), sobre petições do portal de e-participação do governo americano *We the People*. O estudo mostra que ferramentas de análise textual podem fornecer medidas descritivas úteis para fazer inferências causais a partir de dados de petições eletrônicas. No entanto, a solução apresentada requer muita interação humana. O uso de ferramentas de IA mais recentes podem auxiliar nesse sentido.

Um estudo de caso sobre o serviço de participação cidadã online da Alemanha é apresentado em [Balta et al. 2019], com o objetivo de analisar o reuso de artefatos de IA para simplificar a adoção de IA por governos. O estudo analisa a adoção de duas diferentes metodologias de PLN aplicadas ao serviço de e-participação, com a ferramenta *LingTool* e *BERT*. Os resultados sugerem que a padronização de artefatos de IA para reuso ocorre em nível estritamente técnico e apresenta limitações. Sendo assim, é importante que, do ponto de vista computacional, as ferramentas ainda evoluam para esse tipo de problema.

Em [Kang et al. 2013], técnicas de NLP são utilizadas para análise de avaliações de restaurantes em sites como o *Yelp* para direcionar inspeções sanitárias feitas pelos Departamentos de Saúde Pública. Um estudo empírico foi conduzido mostrando a viabilidade de modelos estatísticos que aprendem a relação entre os sinais textuais em avaliações de restaurantes e os registros de inspeção de higiene do Departamento de Saúde Pública. A análise foi feita sobre dados de inspeção de restaurantes publicados no portal de dados abertos da prefeitura de Seattle. Como resultado, chegou-se a um modelo que atinge mais de 82% de precisão na discriminação de infratores graves de locais sem violação e fornece informações sobre traços importantes em avaliações que são indicativas das condições sanitárias do restaurante. Nesse caso, observa-se portanto o uso de tecnologias de IA para *crowdsourcing*, o que tem sido bastante comum em aplicações de IA em governo digital.

Com o objetivo de encontrar um framework de aprendizado de máquina ideal para classificar mercadorias de acordo com uma codificação utilizada no sistema aduaneiro do governo da Indonésia (código HS), em [Paramartha et al. 2021] é apresentado um estudo de caso onde técnicas de PLN combinadas com algoritmos de classificação fo-

ram utilizadas para, a partir da descrição das mercadorias preenchidas nos formulários de importação e exportação, fossem atribuídos os códigos corretos referentes aos produtos descritos. Como resultado, dentre os algoritmos avaliados, o melhor resultado foi obtido com o uso de Random Forest para classificação dos 4 primeiros dígitos do código HS, apresentando F1-score de 79,60%, e o uso de Naive Bayes Multinomial para classificar dígitos inteiros do código HS, obtendo F1-score de 72,72%. Observa-se, portanto, que há ainda espaço para melhorias nesse cenário do ponto de vista de desenvolvimento de tecnologias de IA para esse fim.

No artigo de [Ackermann et al. 2018], métodos de aprendizado de máquina são utilizados em um Sistema de Intervenção Antecipada implantados nos departamentos de polícia do condado de Mecklenburg e da polícia Metropolitana de Nashville. A proposta do Sistema de Intervenção Antecipada é o de identificar policiais que necessitem de acompanhamento psicológico por apresentarem alto risco de terem um evento adverso, como um uso injustificado da força ou sofrerem uma queixa comprovada. O estudo de caso relata diversos problemas enfrentados na implantação do sistema, como baixa acurácia, dificuldades na governança do sistema, baixa confiança e dificuldades com os custos envolvidos. Nesse sentido, há que se evoluir na implementação de boas práticas de governança de Tecnologias de Informação e Comunicação e governança de dados. Para isso, é necessária a evolução de equipes especializadas em computação e governança para resolver tais questões.

Em [Lubis and Albarda 2018], é proposto o uso de Redes Neurais Artificiais para construir um modelo para predição de receitas não-tributárias no governo federal da Indonésia, de modo a auxiliar o planejamento econômico do governo. O estudo de caso fez uso da metodologia CRISP-DM para nortear os passos de execução do projeto. Foram realizados experimentos quanto ao particionamento dos dados e ao número de neurônios ocultos no modelo, de forma a minimizar o erro. O melhor resultado apresentou uma predição com MSE de  $2 \times 10^{-5}$ . Para o contexto de negócio apresentado este resultado se mostra excelente, representando uma predição muito próxima aos valores reais. No entanto, é importante observar que a aplicação é realizada em um cenário bastante específico.

O uso de técnicas de aprendizado de máquina para cenários de predição também pode ser visto em [Mukherjee et al. 2020]. Um modelo de regressão e um de classificação foram propostos neste estudo com o objetivo tanto de predizer o número de mortes por overdose como também para predizer a ocorrência de picos de overdose na semana futura. Os modelos propostos foram utilizados no estado de Connecticut – EUA. Foram utilizados dados governamentais abertos relacionados a mortes por abuso de drogas, dados de previsão do tempo e dados de tendência de busca do *Google*. Os resultados mostraram que o uso das tendências de busca na web melhoraram o poder de predição, tanto na regressão como na classificação. Além disso, o estudo da ordem de importância de cada característica para os modelos lançou luz sobre quais termos de busca possuem valor preditivo para o cenário de aplicação analisado.

Conforme visto na tabela 2, os termos de busca utilizados incluíam os termos *case study* e *case studies*, de modo a selecionar artigos que trouxessem estudos de caso de uso de IA em governo. A hipótese levantada era que os estudos de caso poderiam apresentar desafios técnicos e computacionais que se destacassem em cenários de governo. Durante

a análise dos artigos selecionados, dois fatos relevantes foram observados em relação à descrição dos estudos de caso de implantação de IA em governos. Primeiramente, os estudos analisados, em sua maioria, não apresentaram os desafios técnicos enfrentados. Todos os desafios que observamos foram por nós concluídos. Os principais desafios identificados foram: a necessária melhoria da qualidade das soluções em alguns trabalhos, a especificidade das soluções apresentadas e a necessidade de equipe mais especializadas quando as soluções baseadas em IA são construídas para problemas mais amplos. Dois trabalhos se destacaram por apresentar, de maneira realística, os problemas que ainda persistem na implementação e implantação de soluções baseadas em IA no governo. Os autores do trabalho [Ackermann et al. 2018] citam como desafios a baixa acurácia e a necessidade de transparência e explicabilidade sobre os modelos implementados. Os autores de [Kamal et al. 2015] apontam a baixa acurácia nos modelos de reconhecimento de voz utilizados como um desafio para a oferta de um serviço de atendimento.

O outro fato encontrado é que, em todos os artigos, os autores não apresentam nenhum desafio ou oportunidade pelo fato do cenário de aplicação se dar em governos. Em sua maioria, os estudos tratam dos cenários de governo apenas como mais um cenário de aplicação, não fazendo distinção entre o cenário de governo e o de outras organizações. Por outro lado, é importante observar que em cenários de serviços digitais em governo, há múltiplos atores envolvidos, como os próprios entes de governo, cidadãos com os mais diversos níveis de instrução e com diferentes níveis de acesso à internet, dentre outros aspectos que devem ser considerados no desenvolvimento de serviços digitais. Assim, podemos elencar os seguintes desafios do ponto de vista computacional e de recursos humanos especializados na área para o desenvolvimento de soluções computacionais baseadas em IA:

- Necessidade de melhoria da qualidade das soluções em alguns cenários;
- Desenvolvimento de arquiteturas de software para apoiar o desenvolvimento de soluções baseadas em IA de forma mais ampla, considerando, de forma mais contundente, dois aspectos fundamentais: (i) a presença de múltiplos atores em soluções de governo digital; e (ii) requisitos éticos para IA confiável, considerando que o bem-estar de toda a sociedade deve ser tratada em soluções de governo digital, já que todos são potencialmente afetados;
- Necessidade de instrumentos que apoiem a governança de dados e de modelos de IA para os serviços digitais governamentais, já que há diversas legislações que vêm emergindo, como a Lei de Acesso à Informação<sup>1</sup>, Lei Geral de Privacidade de Dados<sup>2</sup> e Projeto de Lei para Regulamentação da IA<sup>3</sup>;
- Necessidade de equipe mais especializadas quando as soluções baseadas em IA são construídas para problemas mais amplos, com membros com conhecimentos em Inteligência Artificial, Modelagem de Processos de Negócios ou Arquitetura Corporativa para melhor identificação de como os problemas precisam ser abordados, além de especialistas nas leis vigentes.

---

<sup>1</sup>Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm)

<sup>2</sup>Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm)

<sup>3</sup>Em tramitação no senado federal, disponível em <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>

## 5. Conclusão e trabalhos futuros

A partir da análise dos artigos, podemos dizer que, do ponto de vista da computação, há diversos desafios técnicos no desenvolvimento de soluções computacionais baseadas em IA em governo. Há que se observar que os desafios observados podem também ocorrer em outros domínios. No entanto, serviços de governo baseadas em soluções computacionais podem ser bastante complexos de serem desenvolvidos, já que está presente uma grande quantidade de possíveis atores, que são os entes de governo, empresas que desenvolvem software e usuários dos serviços dos mais diversos tipos. Assim, há que se considerar que as soluções baseadas em IA possuem módulos computacionais com mecanismos de IA, mas que devem ser adequados aos mais diversos tipos de usuário. Além disso, há que se ressaltar que são muitos os desafios ainda a serem enfrentados do ponto de vista da IA ética e confiável.

Assim, além dos desafios aqui apresentados, uma investigação futura sobre o grau de conhecimento dos especialistas da área de computação sobre frameworks relacionados à prestação de serviços digitais pode trazer conhecimento relevante para o aprimoramento da qualidade nos cenários de implantação da IA em ambiente de governo.

## Referências

- Ackermann, K., Naveed, H., Bennett, J., Walsh, J., Rivera, A., Defoe, M., De Unánue, A., Lee, S.-J., Cody, C., Haynes, L., and Ghani, R. (2018). Deploying machine learning models for public policy: A framework. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pages 15–22.
- Altaweel, M., Bone, C., and Abrams, J. (2019). Documents as data: A content analysis and topic modeling approach for analyzing responses to ecological disturbances. *Ecological Informatics*, 51:82–95.
- Balta, D., Kuhn, P., Sellami, M., Kulus, D., Lieven, C., and Krcmar, H. (2019). How to streamline ai application in government? a case study on citizen participation in germany. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11685 LNCS:233–247.
- Barnes, J. (2015). Azure machine learning. *Microsoft Azure Essentials. 1st ed, Microsoft*.
- Campion, A., Gasco-Hernandez, M., Mikhaylov, S. J., and Esteve, M. (2020). Overcoming the challenges of collaboratively adopting artificial intelligence in the public sector. *Social Science Computer Review*, 0(0):0894439320979953.
- Dwivedi, Y., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P., Janssen, M., Jones, P., Kar, A., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., Medaglia, R., Le Meunier-FitzHugh, K., Le Meunier-FitzHugh, L., Misra, S., Mogaji, E., Sharma, S., Singh, J., Raghavan, V., Raman, R., Rana, N., Samothrakis, S., Spencer, J., Tamilmani, K., Tubadji, A., Walton, P., and Williams, M. (2019). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57.
- European Commission (2019). A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines. Technical report, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence.

- Gusenbauer, M. and Haddaway, N. (2020). Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta-analyses? evaluating retrieval qualities of google scholar, pubmed and 26 other resources [open access]. *Research Synthesis Methods*, 11:181–217.
- Hagen, L., Harrison, T., Uzuner, O., Fake, T., LaManna, D., and Kotfila, C. (2015). Introducing textual analysis tools for policy informatics: A case study of e-petitions. *ACM International Conference Proceeding Series*, 27-30-May-2015:10–19.
- Kamal, K., Kumar, M., Varyani, B., and Bhatia, K. (2015). Efficient use of voice as a channel for delivering public services. *ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings*, 2:626–631.
- Kang, J., Kuznetsova, P., Luca, M., and Choi, Y. (2013). Where not to eat? improving public policy by predicting hygiene inspections using online reviews. *EMNLP 2013 - 2013 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Proceedings of the Conference*, pages 1443–1448.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report, Technical report, EBSE Technical Report EBSE-2007-01.
- Kuziemski, M. and Misuraca, G. (2020). AI governance in the public sector: Three tales from the frontiers of automated decision-making in democratic settings. *Telecommunications Policy*, 44(6):101976. Artificial intelligence, economy and society.
- Lubis, F. and Albarda (2018). Data partition and hidden neuron value formulation combination in neural network prediction model: Case study: Non-tax revenue prediction for indonesian government unit. *2018 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2018*, 2018-January:879–884.
- M. Vogl, T. (2020). Artificial intelligence and organizational memory in government: The experience of record duplication in the child welfare sector in canada. In *The 21st Annual International Conference on Digital Government Research*, dg.o '20, page 223–231, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Mukherjee, S., Becker, N., Weeks, W., and Ferres, J. (2020). Using internet search trends to forecast short term drug overdose deaths: A case study on connecticut. *Proceedings - 19th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2020*, pages 1332–1339.
- Paramartha, I., Ardiyanto, I., and Hidayat, R. (2021). Developing machine learning framework to classify harmonized system code. case study: Indonesian customs. *3rd 2021 East Indonesia Conference on Computer and Information Technology, EICON-CIT 2021*, pages 254–259.
- Sun, T. and Medaglia, R. (2019). Mapping the challenges of artificial intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare. *Government Information Quarterly*, 36(2):368–383.
- UNESCAP (2018). Frontier technologies for sustainable development in Asia and Pacific. Technical report, UNESCAP.

Zuiderwijk, A., Chen, Y.-C., and Salem, F. (2021). Implications of the use of artificial intelligence in public governance: A systematic literature review and a research agenda. *Government Information Quarterly*, 38(3):101577.