

Aplicação de Inteligência Artificial no Ciclo de Políticas Públicas

Application of Artificial Intelligence in the Public Policy Cycle

Sandro Luís Brandão Campos^{1,2}

Josiel Maimone de Figueiredo¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

²Governo do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

Resumo

O ciclo de política pública é um processo que inicia com a conflituosa identificação e priorização do problema público, a implementação da solução até a validação da resolução do problema. Atualmente existem técnicas, como a inteligência artificial, que podem apoiar a administração pública a utilizar com maior eficiência os dados sob sua tutela na resolução de problemas. Este estudo explora como os governos mundiais aplicam a inteligência artificial em políticas públicas. Para tanto, foram aplicadas análises bibliométrica, patentométrica e documental, observando ainda as estratégias nacionais de inteligência artificial dos países como oportunidade de desenvolvimento e fortalecimento. O Brasil, embora com estudos científicos na área, está muito afastado dessa corrida estratégica de desenvolvimento. As maiores iniciativas de uso de inteligência artificial estão na etapa de implementação da política pública e com menor foco na identificação do problema público, conforme os 201 artigos e 46 documentos de patente analisados neste estudo.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Política Pública. Governo Digital.

Abstract

The public policy cycle is a process that begins with the conflicting identification and prioritization of the public problem, the implementation of the solution, until the validation of the problem resolution. Currently, there are techniques, especially artificial intelligence, that can support the public administration to use the data under their control more efficiently in problem solving. This study explores how world governments apply artificial intelligence to public policy. Therefore, bibliometric, patentometric and documentary analyzes were applied, also observing the countries' national artificial intelligence strategies as an opportunity for development and strengthening. Brazil, although with scientific studies in the area, is far removed from this strategic development race. The biggest initiatives for the use of artificial intelligence are in the implementation phase of public policy and with less focus on identifying the public problem, according to the 201 articles and 46 patent documents analyzed in this study.

Keywords: Artificial Intelligence. Public Policy. Digital Government.

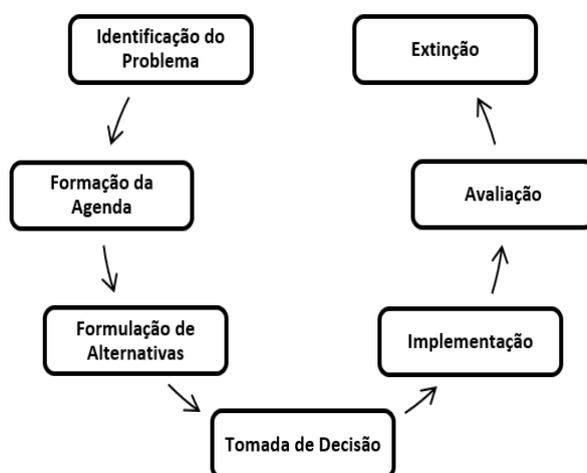
Área Tecnológica: Inteligência Artificial. Administração Pública. Prospecção Tecnológica.



1 Introdução

A Política Pública (PP) faz parte de um ciclo deliberativo e é formada por vários estágios. Em muitos países, normalmente, ela é elaborada com visão de atendimento rápido e favorável a interesse de determinados grupos. A análise da PP é fundamental para a administração pública na identificação dos problemas da população e para a estruturação das opções de solução. A ciência de PP é o campo da ciência social dedicado ao estudo de PP, problemas públicos, instrumentos e atores políticos. Se desmembrou das ciências políticas e recebeu influências de disciplinas como economia, sociologia, engenharia, psicologia social, administração pública e direito (SECCHI, 2016, p. 6). O modelo de ciclo de PP é uma concepção abstrata do processo político, servindo como instrumento para análise da PP, mesmo que não corresponda ao que se realiza de forma exata na prática. A estruturação de uma PP é pautada num processo que compreende diversas etapas (SECCHI, 2016; SARAVIA; FERRAREZI, 2006; SOUZA, 2006; HOWLETT; RAMESH, 1995; ROSE, 1973; LASSWELL, 1951). Os autores possuem pontos de vista diferentes na estruturação das etapas, mas compartilham a ideia da importância de se dividir todo o ciclo nessas fases, com especial atenção a diferentes momentos que a PP precisa ser trabalhada, considerando os detalhes que precisam ser observados pelos atores do processo, facilitando, assim, o entendimento e a execução da PP. A visão mais precisa e didática é apresentada por Secchi (2016), exibindo as sete etapas com muita clareza, conforme Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de PP



Fonte: Adaptada de Secchi (2014)

A etapa da identificação do problema público corresponde à necessidade ou oportunidade de melhoria para a população. A formação de agenda discute o problema e o eleva a condição de intervenção pública. E na formulação de alternativas são definidas as possíveis políticas públicas para enfrentamento do problema. A tomada de decisão representa o equacionamento dos interesses dos envolvidos e definição do caminho a percorrer. A implementação é a execução da PP na área definida. A avaliação trata do julgamento da validade das propostas de PP implementada, e a extinção é onde o problema originário da política é resolvido ou quando a política perde importância ou é percebida como ineficaz (SECCHI, 2014).

As diversas abordagens sobre as etapas do processo demonstram a jornada pela qual a política deve passar para ser efetivada, em que diversos atores se relacionam a fim de obter

o resultado esperado, podendo passar a mensagem de um processo moroso e com fases isoladas. A etapa inicial de qualquer ciclo de PP é a identificação do problema. Secchi (2016, p. 28) considera um problema como a diferença entre uma situação atual e uma situação ideal possível, que existe quando o *status quo* é inadequado e quanto há expectativa do alcance de uma situação melhor. O problema, para Secchi (2014, p. 34), se torna público quando atinge uma quantidade e qualidade notável de pessoas, ou seja, quando os atores políticos o consideram uma situação inadequada e relevante para a coletividade. Percebe-se que a definição do problema público é conflitante e exige um grande esforço a fim de ser o mais democrático e efetivo para a sociedade.

O problema público é a base de toda definição da política e está interligado às necessidades da população, que pode ser identificada, por exemplo, conforme os padrões atuais, pelo apelo de um grupo afetado ou denúncia pelos veículos de comunicação. E, para cada problema diagnosticado, há um tratamento devido que é a PP para aquele caso. A PP é uma ação que o governo opta por fazer ou não fazer (DYE, 2005). Nem sempre os métodos de análise de PP geram decisões adequadas, pois, mesmo que tecnicamente uma PP seja bem elaborada, deve considerar o fator político dessa decisão (SECCHI, 2016, p. 3). Uma PP pode ser implementada por diversos instrumentos como leis, projetos, campanhas, multas, impostos, decisões judiciais, incentivos do governo, contratos formais etc. Sua implementação é transversal e pode atingir, individual ou agrupando, diversas áreas de responsabilidade da administração pública, desde saúde, educação, segurança e o meio ambiente, entre outros.

Por outro lado, os governos, em todo mundo, possuem um gigantesco volume de dados armazenados das interações com seus cidadãos, há de se ressaltar o caráter pouco significativo de um dado simplesmente armazenado numa base de dados, pois, para agregar valor, os dados precisam ser organizados, analisados, transformados e exteriorizados de forma a dar a eles significado. Isoladamente não proporcionam a informação necessária para tomada de decisão na formulação das políticas. E a capacidade humana não permite avaliar todos os dados fornecidos dessas infinidades de transações especialmente para interpretar tendências ou comportamentos. Nesse contexto, hoje, é possível que soluções tecnológicas criem condições para armazenar e tratar grandes volumes de dados, além de trabalhar padrões de comportamento e gerar novas frentes de valor com informações úteis. O uso de algoritmos e técnicas de Inteligência Artificial (IA), como o aprendizado de máquina, é estratégico e fundamental para atender a esse anseio e para estruturação deste estudo.

IA é a programação ou treinamento de um computador para executar tarefas normalmente reservadas para a inteligência humana, seja para recomendar qual próximo filme assistir ou responder a perguntas técnicas. Brevemente, a IA irá permear as formas como interagir com o nosso governo também (MEHR, 2017). O crescimento da IA nos últimos anos foi fortalecida pelo desenvolvimento das estatísticas e métodos probabilísticos; da crescente quantidade de dados; do poder computacional maior e mais barato; e da transformação de lugares em ambientes favoráveis a tecnologia, como cidades inteligentes. Para Cath (2017), as políticas devem garantir o direcionamento da IA para a promoção do bem público. Sendo necessário uma clara compreensão de que tipo de “boa sociedade de IA” queremos desenvolver. Wirtz e Wilhelm (2019) apontam que o fornecimento de bens e serviços públicos aos cidadãos pode enfrentar problemas, que vão desde questões com grandes volumes de casos e longos períodos de tratamento de procedimentos, combinados com a escassez de especialistas, a obstáculos adminis-

trativos que obrigam os funcionários a refazerem a papelada rotineira. E complementa dizendo que a IA também pode ser usada para substituir parcialmente o ser humano, implementando um sistema de computador inteligente que automatiza algumas partes do trabalhoso processo.

A IA tem diversas subdivisões que são serviços de inteligência proporcionados por esse campo de pesquisa da ciência da computação, por exemplo, Sistemas Baseados em Conhecimento, Robótica, Redes Neurais, Aprendizado de Máquina (AM), Visão, Lógica Nebulosa, Planejamento, Processamento e Interpretação de Linguagem Natural, Reconhecimento de Padrões, entre outros (MONARD; BARANAUKAS, 2000), e uma área de muito destaque é o AM. Para Jordan e Mitchell (2015), o AM aborda a questão de como construir computadores que melhoram automaticamente por meio da experiência. É uma área interconectada da ciência da computação e estatística, e no centro da IA e da ciência de dados, área voltada para o estudo e a análise de dados para tomada de decisão. Uma noção da complexidade das quantidades de algoritmos de AM é abordada por Fernández-Delgado *et al.* (2014) que estruturou 179 classificadores de 17 famílias diferentes desses algoritmos.

Destaca-se a visão estruturada por Brownlee (2013) sobre a técnica de Aprendizado Profundo (AP) ou Deep Learning, um subcampo de AM, utilizada para tratar de soluções com estruturação de uma rede neural que simula o cérebro humano para aprendizagem analítica. (XIN *et al.*, 2018). O AP permite que modelos computacionais de múltiplas camadas de processamento aprendam representações de dados com vários níveis de abstração, fazendo com que esses modelos possam melhorar o estado da arte em reconhecimento de fala, de objetos visuais, detecção de objetos e muitos outros domínios (LECUN *et al.*, 2015). O AM e as técnicas de AP são elementos centrais na aplicação de soluções de IA e colaboram com a revolução que proporciona que a máquina a pense muito próxima ao ser humano. Há ainda o Sistema de Recomendação (SR), campo especial de AM, que se destaca devido à intensa implementação em serviços de recomendação de itens e opções para os usuários. O SR é utilizado por grandes corporações de entrega de serviços, como Netflix, Amazon, Facebook, Youtube e outros, e trata-se de “[...] uma técnica de *software*, que fornece sugestões de informações úteis para o usuário e para processos de tomada de decisão, como o que comprar, ouvir, assistir ou quais online para ler” (RICCI, 2011, p. 1, tradução do autor). Geralmente, são classificados, segundo Adomavicius e Tuzhilin (2005), em categorias principais, com base em recomendações baseadas em conteúdo, recomendações colaborativas e abordagens híbridas. Qualquer pessoa está sujeita a diversas escolhas no dia a dia. O SR pode desempenhar um papel crucial no uso de dados a fim de tornar essas escolhas mais sugestivas, com maior efetividade e realmente para um resultado baseado em melhores decisões que a máquina poderá oferecer.

No entanto, o desafio é demonstrar como a resignificação das políticas públicas podem ser impulsionadas por IA, especialmente na identificação do problema público. Outrossim, alguns países estão criando estratégias nacionais para utilização de IA como diferencial no estabelecimento de planejamento e de formalização de políticas para o desenvolvimento do país, bem como discutindo a ética e a regulação dessa tecnologia.

Então, pretende-se, mapear a aplicação de IA no processo de análise e formulação de políticas públicas pelos governos mundiais, identificando a etapa do ciclo na qual está sendo mais utilizada a tecnologia, as áreas de negócio do governo onde é mais aplicada, ter um panorama dos países que mais a utilizam e avaliar a evolução temporal da aplicação dessa tendência pelos governos.

2 Metodologia

Este estudo apresenta-se como uma pesquisa de natureza prática com objetivo exploratório. O foco da pesquisa foi na investigação, avaliação e entendimento do campo de estudo relacionado à aplicação de IA na análise e formulação de PP, especialmente na definição e recomendação do problema público. Com isso foi realizada uma análise bibliométrica e patentométrica, com análise de conteúdo dos resultados das pesquisas e do levantamento nos portais ou documentos oficiais de Governos. Para entender como a PP é sustentada pelos governos com o uso das técnicas de IA, o estudo averiguou: avaliação da etapa do ciclo de PP que os governos estão direcionando suas ações de uso de IA; tendência temporal de uso de IA pelos governos, a partir das publicações sobre o tema; quais países estão na vanguarda da aplicação da IA em PP, avaliando a estratégia nacional publicada e vigente por eles.

Os procedimentos adotados pela bibliometria estão divididos em quatro fases. A primeira fase objetivou a preparação da análise bibliométrica, com investigação baseada em combinação de definições e palavras-chave, a serem usados nos indexadores de busca nas bases de dados de periódicos. Após uma análise prévia do estado da arte sobre o assunto nas bases científicas, foram destacados termos com relação direta ao estudo, especialmente locuções na língua inglesa, como parte integrante do assunto (em PP) e para buscar expressões técnicas utilizadas de forma específica pelos autores das publicações (em IA), compondo, assim, a expressão: (“*recommendation system*”) OR (“*deep learning*”) OR (“*machine learning*”) OR (“*artificial intelligence*”) AND (“*government solution**”) OR (“*government result**”) OR (“*government polic**”) OR (“*public polic**”) OR (“*public proble**”) OR (“*policy analysis*”) OR (“*electronic government*”) OR (“*digital government*”) OR (“*smart government*”) OR (“*government plataform**”) OR (“*e-government*”) OR (“*government service**”) OR (“*government affair**”).

Com a estruturação dos termos a serem utilizados na pesquisa, para os artigos científicos, foram consultados os acervos de periódicos contidos na base de dados Web of Science (WOS) e a Base Scopus. A opção por essas bases se deve ao volume, capilaridade e relevância internacional de conteúdo ofertado. O levantamento dos dados foi realizado entre os meses de maio e junho de 2019. Não houve limite de período de pesquisa, pois procurou-se identificar qualquer estudo relacionado ao assunto, considerando que a IA é uma ciência antiga. A segunda fase tratou da adoção dos procedimentos metodológicos para levantamento do tema pesquisado, utilizando a análise bibliométrica. As pesquisas foram limitadas ao título, resumo e palavras-chave. Após a busca na base, os resultados obtidos foram baixados no formato de metadados e tratadas com auxílio do *software* Microsoft Office Excel 2017, para tabulação, organização e estruturação dos artigos. Na terceira fase, realizou-se os procedimentos de análise de conteúdo, que, segundo Vergara (2005), é a técnica de tratamento de dados para identificar o que está sendo dito sobre um determinado tema. Foram explorados os artefatos encontrados, com a leitura e análise dos artigos e dos documentos oficiais dos governos, a fim de identificar as principais metas, planos e visão desses governos sobre a aplicação de IA em suas estratégias de desenvolvimento. A quarta fase se concentrou na consolidação dos dados finais e elaboração dos resultados definitivos.

Os procedimentos do estudo patentométrico estão também divididos em quatro fases. A primeira fase definiu e delimitou o objeto de busca com a escolha da base de dados e/ou ferramenta de busca, a escolha das palavras-chave e definição da estratégia de busca. Parte dessa etapa do processo é pré-prospectiva com foco na busca sobre o assunto para uma visão

geral de como ele é abordado mundialmente. Para a formação da expressão de busca, foi usado o operador “W”, que estrutura a busca por termos adjacentes na ordem especificada, gerando a seguinte cadeia de pesquisa: *((recommendation w system) or (deep w learning) or (machine w learning) or (artificial w intelligence)) and ((electronic w government) or (e-government) or (digital w government) or (smart w government) or (government w service+) or (government w affair+) or (government w policy) or (policy w formulation) or (government w making))*. Para pedidos de patente e registro de *software* depositados no Banco de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), foram usadas as seguintes palavras-chave: *Sistema recomendação; Aprendizado Máquina; Inteligência Artificial; Aprendizado Profundo; Recommendation System; Machine Learning; Artificial Intelligence; Deep Learning*. Cada sentença foi consultada de forma individual, para patentes e para registro de *software*, com o operador “todas as palavras” no título do documento.

Para as patentes, utilizou-se a base de dados do Questel Orbit. Como critérios de abrangência da pesquisa, foram utilizadas a busca no título, resumo, descrição, reivindicações e objeto da invenção, a fim de identificar as soluções aplicadas aos estudos, pois normalmente o título e resumo utilizam a linguagem patentária que não é tão clara e específica. Não houve restrição em relação aos códigos da Classificação Internacional de patentes (CIP). As consultas na base do INPI foram realizadas para pedidos de patente e para registro de *software*, utilizando os termos em português e inglês. Toda pesquisa foi realizada entre os meses de maio e junho de 2019. A segunda fase objetivou a execução da pesquisa, analisando o retorno de resultado e ajuste das palavras-chave e estratégia de busca. A terceira fase trabalhou com a depuração dos dados, realizando seu tratamento, assim como no levantamento e análise dos documentos recuperados e na categorização dos resultados, que foram compilados e analisados no Microsoft Office Excel 2017 e apresentados na forma gráfica, reforçados pelas imagens geradas pela plataforma Orbit. A quarta fase efetivou a análise quantitativa da pesquisa e geração dos resultados. Foi realizada também uma pesquisa de contexto geral, em artigos e patentes, para comparar a aplicação de IA em casos gerais, com a aplicação de IA somente em governo. Para isso, foram utilizadas no primeiro caso as palavras-chave: *“recommendation system” OR “artificial intelligence” OR “machine learning” OR “deep learning”*. E, no segundo caso, a mesma expressão acrescida de: *AND “Government”*.

3 Resultados e Discussão

De acordo com os resultados encontrados nas bases de dados, foram identificados 326 artigos, sendo 249 na Scopus e 77 na WOS. Após remoção de registros duplicados (53), registros de não artigos (23) e artigos fora do contexto (49), o resultado foi de 201 artigos. Consolidando ao final 124 da base Scopus, 24 da base WOS e 53 retornados em comum nas bases. A pesquisa patentométrica analisou as patentes, independentemente do *status* legal (solicitada ou concedida), pois o intuito foi identificar as iniciativas relacionadas ao uso de soluções de IA no ciclo de análise e formulação de PP. Assim, como resultado, obteve-se 46 documentos de patentes retornadas da pesquisa na plataforma Orbit.

Para mensurar a proporção do resultado deste estudo, foi feita análise com os termos relacionados à tecnologia de IA, e numa segunda abordagem adicionando o termo “Governo” (GOV), conforme mostra a Tabela 1. O termo “restrito” atentou a totalizar resultados de artigos científicos, e, nos casos de patentes, buscando apenas no título e resumo. A coluna “Pesquisa” refere-se ao resultado da pesquisa deste estudo. Assim, percebe-se que, perante o tema IA, a proporção de estudos e patentes aplicados a PP é quase ínfimo (Coluna IA), mesmo com o resultado restrito (Coluna IA Restrito). Vindo a melhorar ao adicionar o termo “Governo” (Coluna IA+Gov), que é fortalecido quando ajustado ao termo restrito (Coluna IA+Gov Restrito).

Tabela 1 – Pesquisa geral sobre IA e IA + Governo

FONTE DE DADOS	IA	IA(RESTRITO)	IA+GOV	IA+GOV(RESTRITO)	PESQUISA
Scopus	449912	146.243	3.075	919	249
% em relação ao pesquisado	0,06%	0,17%	8,10%	27,09%	
Web of Science	148458	72127	640	292	77
% em relação ao pesquisado	0,05%	0,11%	12,03%	26,37%	
Orbit	59383	29165	350	96	46
% em relação ao prospectado	0,08%	0,16%	13,14%	47,92%	

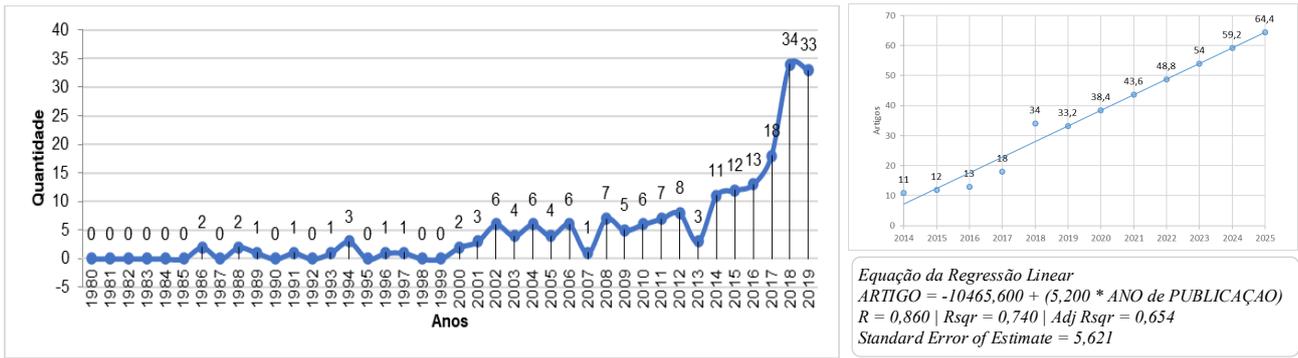
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

A análise documental foi realizada para identificar em que fase do ciclo da PP e área de aplicação o resultado estava contemplado, avaliando ainda se foi utilizado um sistema de recomendação e em que país foi efetivamente aplicado o estudo. Ainda foram analisados documentos oficiais dos principais países que estudam o tema para entender como eles estão tratando o futuro de IA no contexto governamental.

Percebe-se, na Figura 2, que a IA, apesar de ser assunto antigo, no contexto de aplicação em ações do ciclo de PP, é muito recente e que está em ascensão desde 2014, com forte tendência de crescimento. Considerando que a pesquisa foi realizada em meados do ano de 2019, a marca atingida é praticamente a mesma do ano de 2018, demonstrando a ascensão dessa discussão, o que corrobora com as estratégias dos governos em cada vez mais estudarem e utilizarem alta tecnologia em suas políticas públicas.

Devido a essa tendência apontada, foi realizada uma regressão linear utilizando-se a produção de artigos no período de 2014 e 2018 (últimos 5 anos completos). Esse método estatístico possibilitou estimar o valor esperado de artigos em relação a outra variável anos, observado na Figura 2. O resultado mostrou uma relação positiva entre os dados (variável “R”), demonstrando um número crescente de publicação de artigos ao longo do período analisado. E a variável “Rsqr” indica que a variável “anos” explica 74% da variabilidade dos artigos publicados, prevendo número de artigos futuros publicado estimado em 64,4 em 2025.

Figura 2 – Número de artigos científicos por ano de publicação



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Na Figura 3 percebe-se uma tendência de crescimento ao avaliar a publicação de patentes desde o ano de 2016. Um comportamento diferente no número de depósito (16) e de publicação (17) de patentes entre os anos de 2011 a 2013 se deve à requisição de um *cluster* de pedido de patentes de 600 itens sobre sistema de cadeia de valor global (GVC), feito por um inventor na China, em que alguns desses itens, justamente os 16 pedidos no ano de 2011, estão relacionados com o referido estudo.

Figura 3 – Depósito e publicação de patentes por ano



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

A Figura 4 ilustra a evolução de artigos e patentes, ao longo do tempo, indicando a dinâmica de exploração e inventividade do portfólio estudado.

Figura 4 – Quantidade de artigos e patentes por ano

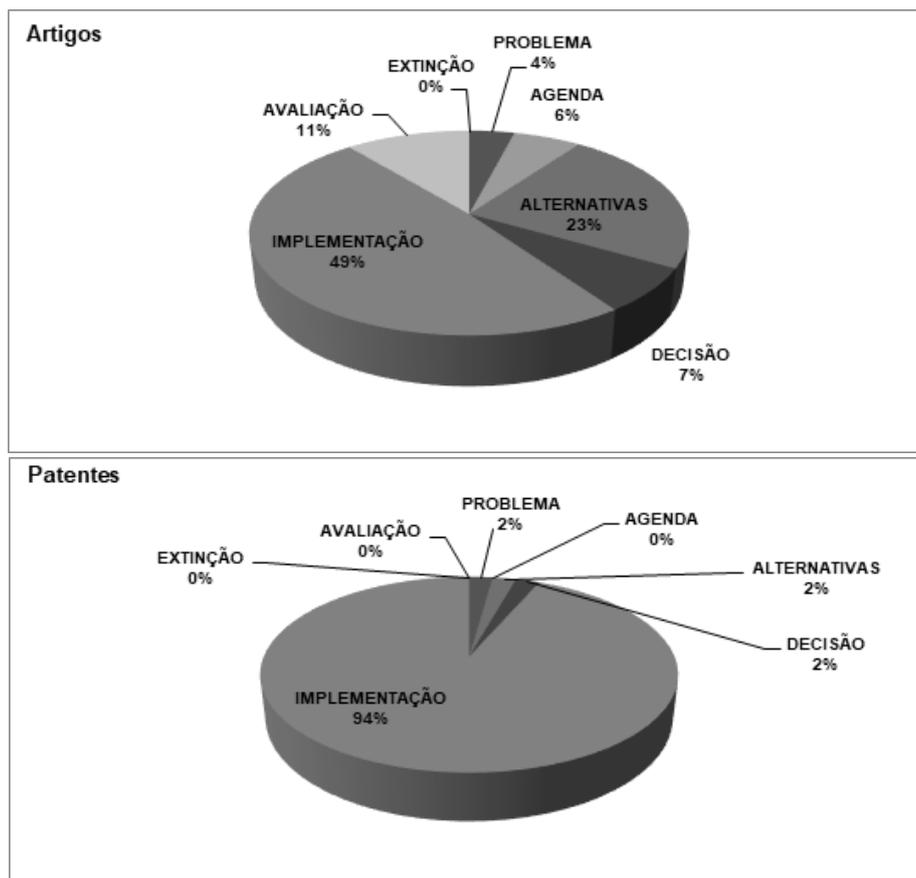
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Um declínio no número de patentes registradas pode ser geralmente sintomático de uma queda substancial nos orçamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ou propriedade intelectual, que pode ser observada até 2016. Após, observa-se um crescimento linear que sugere interesse contínuo dos inventores no campo de estudo e uma corrida pela industrialização dessas soluções. É possível perceber picos e vales no número de pedidos apresentados e haverá sempre uma lacuna nas informações atuais sobre patentes devido ao atraso de 18 meses entre o preenchimento de um requerimento e sua publicação. Infere-se que a ascensão dos estudos científicos a partir de 2014 teve como consequência a identificação de oportunidades para pedidos de patentes nos anos seguintes, especialmente a partir de 2017. E considerando que o número de estudos está crescendo bastante e os governos mundiais estão declarando em suas estratégias nacionais a busca pela liderança global no campo da IA, infere-se que o número de depósitos de patentes também aumentará proporcionalmente a essa corrida tecnológica, pois é um mecanismo que pode dar garantias aos projetos e criações futuras.

Foi possível comprovar que a etapa de maior aplicação de estudos em IA no ciclo de PP é a implementação, com praticamente 50% dos estudos mapeados, conforme mostra a Figura 5. É natural porque é onde os projetos e as soluções tecnológicas podem ser implantados para gerar um resultado mais rápido dentro de uma ação de governo. Sendo possível perceber que há estudos, embora poucos, focando na fase de identificação do problema público (4%), que era um dos objetivos de exploração deste estudo. Importante destacar que nenhuma iniciativa estava relacionada com a etapa de extinção, sabendo que soluções inteligentes também podem ser desenvolvidas para entender que determinadas políticas podem ser encerradas após seu ciclo finalizado. Destaca-se ainda a etapa de formulação de alternativas, que obteve 23%, a avaliação com 11%, tomada de decisão em 7% e formação de agenda com 6%, que representam etapas centrais do ciclo e que também oportunizam o desenvolvimento de projetos dentro de suas características.

Pela própria característica das patentes, em termos de usabilidade e exploração comercial, a fase de maior aplicação é na implementação, com 93% dos resultados, conforme aponta a Figura 5. Seguida, com 2% cada, as etapas de identificação do problema, formulação de alternativas e tomada de decisão. Nenhuma patente solicitada para as etapas de formação de agenda, avaliação e extinção.

Figura 5 – Percentual de artigos e patentes relacionados às etapas do ciclo de políticas



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

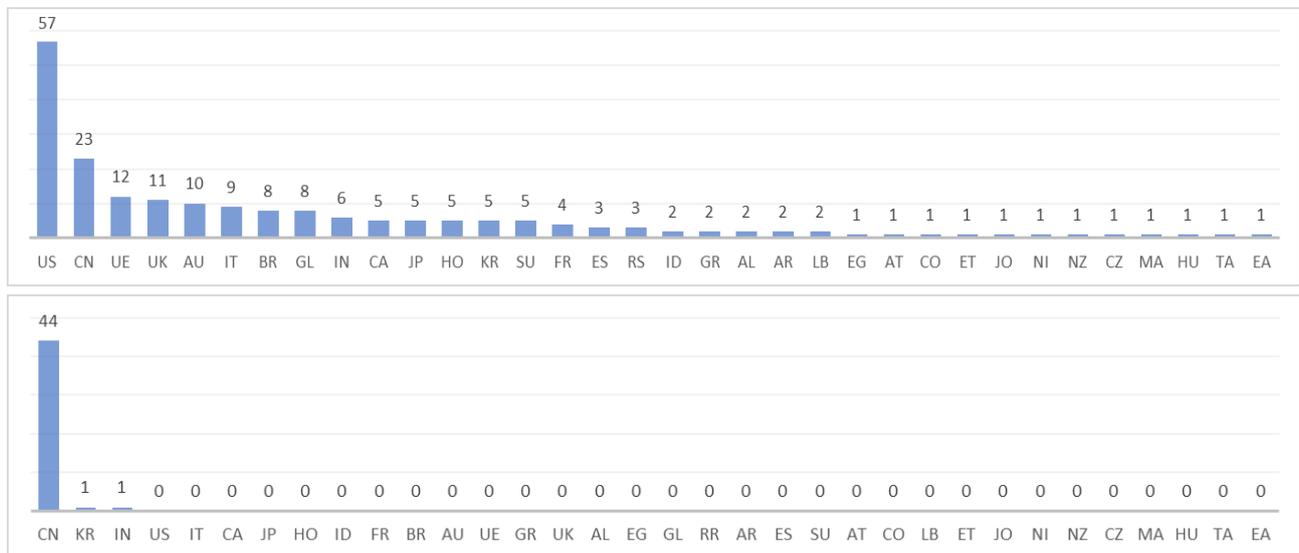
Os resultados acima indicam que as etapas do ciclo de políticas públicas que requerem mais planejamento, monitoramento e controle estão carentes de estudos e aplicações práticas de soluções com IA.

As áreas de maior foco dos resultados dos artigos foram: melhoria da gestão pública (14%), meio ambiente (13%) e nos serviços de governo eletrônico (11%), num segundo grupo de aplicações nas áreas de saúde (7%), segurança pública, finanças e ética/transparência, com 5% cada. Sobre as patentes, as categorias mais exploradas estão relacionadas às atividades de gestão pública (39%), aos serviços de governo eletrônico (22%) e ao atendimento ao cidadão (17%). Os estudos e o pedido de patentes estão ligados a ações de governança, ou seja, de estruturação do próprio governo para se modernizar e se preparar para a transformação digital.

As principais categorias de patentes resultantes da pesquisa, conforme mostra o International Patent Classification (IPC), foram: Transmissão de informação digital/Disposições, aparelhos, circuitos ou sistemas, não abrangidos por um único dos grupos/Procedimento de controle da transmissão; Processamento elétrico de dados digitais/Computação digital ou equipamento ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para funções específicas; Sistemas ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento, supervisão ou predição; Sistemas ou métodos especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento, supervisão ou predição, não incluídos em outro local; Sistemas ou métodos especialmente adaptados para um setores de negócios específicos; Governo ou serviços públicos; Administração/Gerenciamento/Automação de escritório.

A Figura 6 apresenta o número de artigos e patentes por país. Com destaque aos Estados Unidos (US), com maior aplicação de artigos (57), seguido por China (CN) com 23, Reino Unido (UK) com 11 e Austrália (AU) com 10 e Itália (IT) com nove. Destaque para ações da União Europeia (UE) com 6%. Alguns estudos foram aplicados em contexto global de governo não especificando país ou região (GL-Global) com 4%. O Brasil (BR) teve um destaque importante com 4% dos estudos, o que demonstra a capacidade e a oportunidade de melhoria para o Governo Brasileiro. A China destaca-se de forma absoluta na solicitação de patentes com 96%. Foram identificadas ainda patentes isoladas da Coreia do Sul (CS) e da Índia (IN). Conforme observado na Estratégica de IA da China, sua maior meta é na liderança da industrialização de soluções de IA, comprovado pela sua hegemonia na solicitação de patentes.

Figura 6 – Número de estudos (artigos) e patentes aplicados por país



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

Uma avaliação específica sobre o Brasil é abordada na Tabela 2, avaliando os pedidos de patentes e registros de *software* encontrados na Base do INPI, que ainda demonstrou nenhum dos resultados atrelados ao processo de análise e formulação de PP, embora haja iniciativas de soluções de IA registradas.

Tabela 2 – Número de documentos avaliados na base do INPI

INPI	IA	ML	DL	SR	TOTAL
Patente	24	7	0	16	47
Registro SW	12	3	9	8	32

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2020)

A utilização de SR nos resultados aponta que apenas 3% (6) dos artigos e 11% (5) das patentes são realizados nesse foco. Considerando a etapa de identificação do problema público, nenhuma ocorrência foi percebida. A pesquisa apontou que os Estados Unidos é o país com maior aplicação de estudos de IA para identificação de problema público, com 50% dos artigos. Ainda se destacam iniciativas na França, Itália, Holanda e Brasil. Quanto à SR para PP, a Austrália com duas iniciativas (33%) tem o maior destaque quanto a artigos científicos, e a China, com 80% das patentes.

O Quadro 1 ilustra as estratégias mundiais dos principais países relacionados à IA. As estratégias nacionais de IA são documentos elaborados pelos governos mundiais declarando suas visões sobre esta tecnologia.

Quadro 1 – Comportamento dos principais países sobre IA

PAÍS/FONTE	ESTRATÉGIA	ATUAL	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO	OBSERVAÇÃO	ÉTICA	P & D	DES. NACIONAL	MILITAR	STARTUP	COMPETÊNCIA	LÍDER GLOBAL
		2019	2020	2025	2030								
China (2019)	2017		-Fortalecer Indústria -Serviços inteligentes -Alcançar EUA -150 bilhões de yuans	-Transformação econômica -Sociedade inteligente -Líder em campos de IA -400 bilhões de yuans	-Líder Global Inovação IA -Um trilhão de yuans	-Plano mais abrangente	X	X	X	X		X	X
EUA (2019)	2018					-Manter Líder IA -Promover descobertas científicas -Não deixa claro sobre investimento	X	X	X	X		X	X
Canadá (2019)	2017	-C\$125 milhões		-108 milhões euros (2022)		-Primeiro a realizar estratégia de IA	X	X	X			X	X
Austrália (2019)	2018	-AU\$29.9 milhões			-US \$ 1,6 trilhão -0,69% do PIB			X	X			X	
Reino Unido (2019)	2018	-£ 9,5 bilhões		-£ 12,5 bilhões -1000 vagas para Doutorado	-2,4% (2027) -3% (2028...) -£ 200 bilhões ou 10% do PIB			X	X		X	X	X
França (2019)	2018			-€1.5 bilhões -Líder Global			X	X	X	X	X	X	X
Japão (2019)	2017		-Data-Driven AI	-Uso público de IA	-Ecossistema conectado -Erradicar acidentes de trânsito			X	X		X	X	
Coreia Sul (2019)	2018			-Reter Talento (2022) -KRW 2,2 trilhões	-Startups de IA e PME Incubadora (2029)			X	X		X	X	

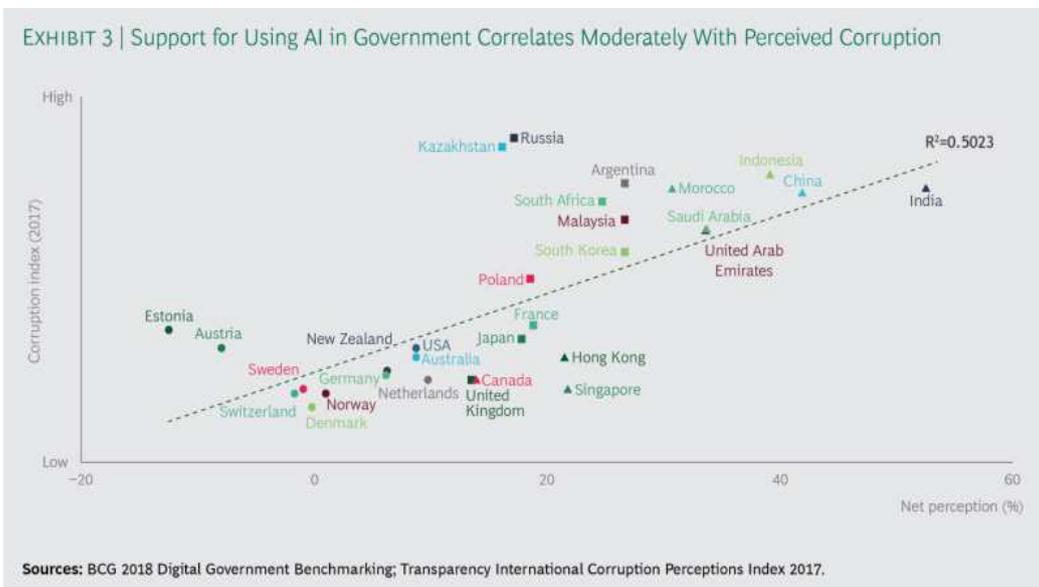
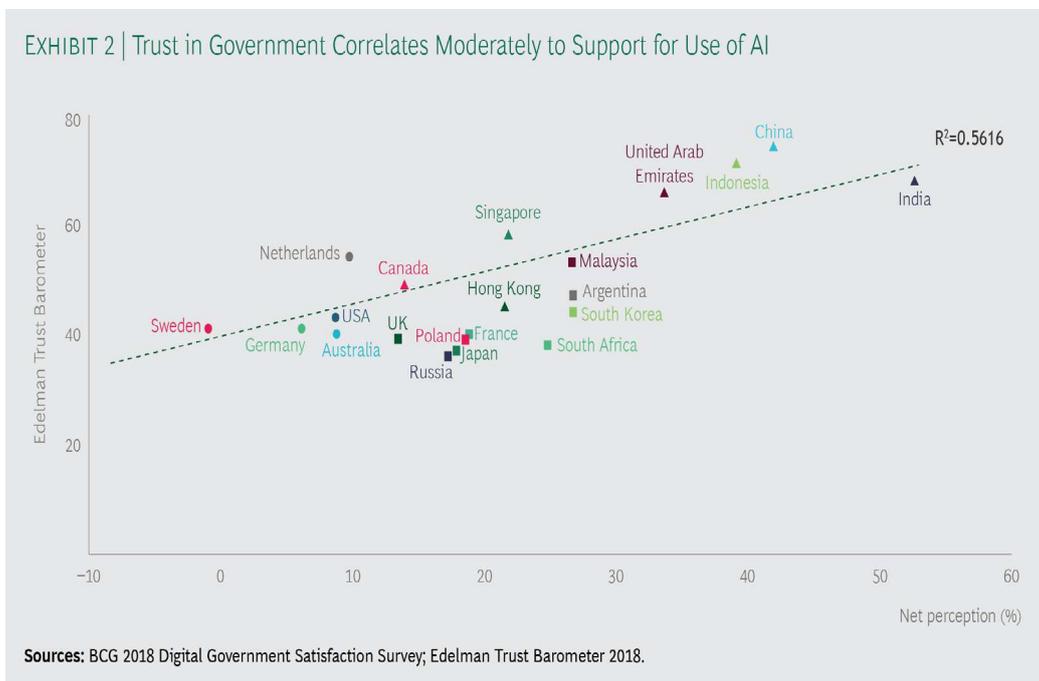
PAÍS/FONTE	ESTRATÉGIA	ATUAL	CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO	OBSERVAÇÃO	ÉTICA	P&D	DES. NACIONAL	MILITAR	STARTUP	COMPETÊNCIA	LÍDER GLOBAL
		2019	2020	2025	2030								
Alemanha (2019)	2018			-€ 3 bilhões			X	X	X			X	
Itália (2019)	2018							X	X			X	
Rússia (2019)	---					-Declarações oficiais específicas sobre IA		X	X	X		X	
Brasil	---					-Formatando estratégia							

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2020)

Foram priorizados os principais países de acordo com o resultado dos artigos científicos deste estudo. A estratégia de IA é um planejamento recente, identificando o Canadá como pioneiro no assunto. Cada país tem sua visão, embora em praticamente todos sejam visados o desenvolvimento nacional, a criação de competência e reter os talentos no próprio país, eles estão dispostos a investir bastante em P&D. Percebe-se países que disputam a corrida pela liderança global no tema, como a China, Estados Unidos, Reino Unido, França e Canadá, e outros que possuem estratégias mais abrangentes, com o intuito de fortalecer internamente as políticas públicas como a Itália e Japão. Há ainda os países que investem grandes volumes de recursos financeiros para fortalecer sua defesa nacional como EUA, China, França e Rússia, sendo que este último mesmo não tendo ainda uma estratégia nacional publicada de IA, possui declarações de aplicações de IA em uso militar. E existem os que planejam investir em Startups para o desenvolvimento da tecnologia, como Reino Unido, França, Japão e Coreia do Sul, este último prevê a criação de incubadora para projetos desta natureza. Outro ponto de preocupação, embora não unânime nas estratégias, é a questão da ética e criação de *frameworks* jurídicos, especialmente na discussão da máquina substituindo o trabalho humano. Impressionou o volume de investimento que alguns países planejam para IA, como a China, Austrália, Reino Unido, Coreia do Sul, Alemanha e a França, com atenção ao fortalecimento da indústria, da pesquisa e desenvolvimento e na criação de competência sobre o assunto no país. O Brasil, apesar de estar entre os principais centros de estudo no assunto, ainda está em fase de construção da estratégia de IA.

Pertinente relação é avaliada quando se observam estudos da aplicação de soluções de IA no contexto da administração pública, que reforçam a importância dessa tecnologia no contexto de definições de políticas públicas. Numa primeira visão, demonstrada pela Figura 7, apresentam-se os resultados de uma pesquisa conduzida pela Boston Consulting Group (BOSTON CONSULTING GROUP, 2018) e sugere que a confiança no governo é essencial para obter apoio necessário para implementar as capacidades de IA, e países como a China, Indonésia e Emirados Árabes são destaques nessa abordagem. A pesquisa apontou ainda que economias menos desenvolvidas e países com níveis mais altos de corrupção relatados ou percebidos tendem a ser mais favoráveis ao uso de IA, que ainda sugere uma preferência dos cidadãos pela tomada de decisões com base na IA sobre a tomada de decisão humana, em que há menos confiança nas máquinas do governo. Os cidadãos brasileiros não participaram desta pesquisa.

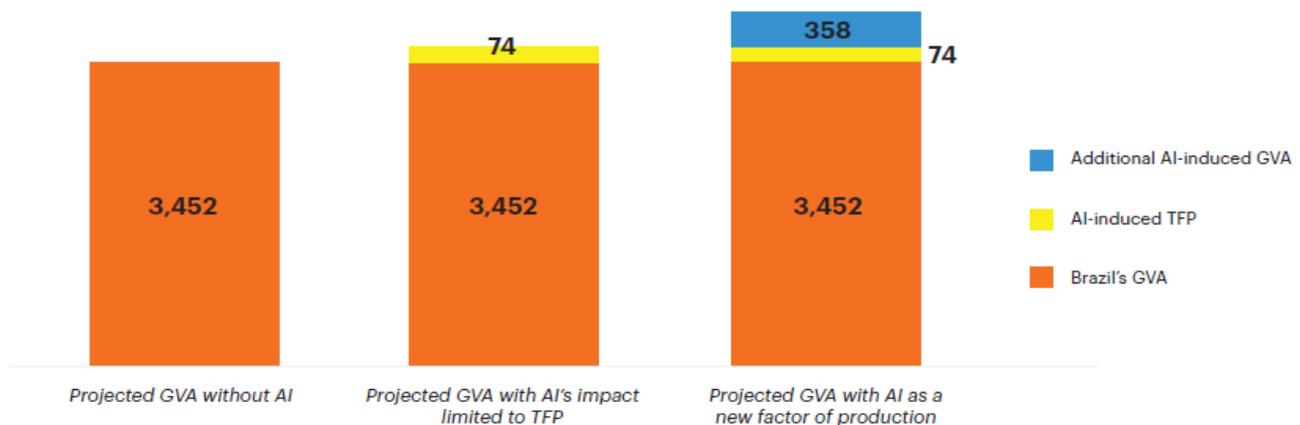
Figura 7 – Confiança em governo relacionada ao apoio de uso de IA pela população



Fonte: Boston Consulting Group (2018)

Numa segunda visão, um estudo de Ovanessoff e Plastino (2017) analisou o tamanho de cada economia no ano de 2035 em um cenário de IA em países da América do Sul, avaliando a importância relativa de diferentes setores e os pontos fracos de cada economia e propôs um modelo que prevê o impacto de IA para aumentar o valor bruto adicionado (GVA) de cada país. O resultado apontado na figura 8 estima que o Brasil tem potencial de crescimento de US\$ 432 bilhões, sendo US\$ 192 bilhões serão o canal de aumento de capital e trabalho, US\$ 166 bilhões por meio do canal de automação inteligente e os US\$ 74 bilhões restantes o canal de difusão da inovação. Que ainda indicou cenários do impacto de IA na economia do Brasil considerando o valor bruto adicionado (GVA) sem IA, o valor bruto adicionado (GVA) com IA limitado ao fator total de produtividade (TFP) e o valor bruto adicionado (GVA) com IA.

Figura 8 – Cenários de crescimento da economia do Brasil com IA



Fonte: Ovanessoff e Plastino (2017)

Resultados práticos foram encontrados e oportunidades identificadas para aplicação de IA em PP, potencial de crescimento dos países com uso de IA, estratégias nacionais estão voltadas para o uso dessa tecnologia, estudos científicos realizados para fortalecimento dos governos. Assim, sugere-se que é uma tendência mundial, e governos que estiverem distantes dessa tecnologia podem não usufruir do benefício advindo de sua utilização.

4 Considerações Finais

As expectativas sobre uso de IA no processo de análise e formulação de PP pelos governos são muito promissoras, especialmente baseado em técnicas de ML. A tecnologia encontra-se madura para suportar as necessidades da administração pública, mas o maior desafio não está na tecnologia, mas na capacidade de aproximá-la da demanda que é competência dos formuladores de políticas públicas. O governo que já propõe uma estratégia para incorporação dessa tecnologia em seus processos, pode estar com vantagem sobre as demais. Muitos países estão se posicionando ou se estruturando como líder em um mercado com potencial ilimitado que é o de IA e preparando-se para transformar a atividade governamental com essa tecnologia. A IA é uma tecnologia transformadora, que proporciona benefícios econômicos e sociais, pois tem o potencial de revolucionar a relação governo e sociedade. A pesquisa e desenvolvimento em IA podem promover retornos significativos com melhores oportunidades educacionais e qualidade

de vida e segurança. Esses potenciais benefícios levam a uma corrida de investimentos declarados pelos governos, no entanto, é preciso atentar para uma série de considerações ao orientar essas estratégias de investimento, como debates jurídicos e éticos, assim como de cunho social com a substituição de pessoas pelos serviços que a máquina poderá proporcionar.

A tendência é de um aumento de estudos e patentes considerando especialmente as estratégias nacionais dos governos para IA, com forte investimento em pesquisa e desenvolvimento de soluções, como na criação de competência nos principais países exploradores desta tecnologia. A IA tornou-se elemento central na competição internacional e conduz o futuro uso da tecnologia no fortalecimento interno dos principais países desenvolvidos, com intuito de aumentar a competitividade nacional, especialmente da indústria, defesa nacional, para reter os melhores talentos a fim de criar vantagens competitivas para quem estiver na vanguarda. Como aponta o estudo, a etapa de identificação de problema público possui pouca aplicação prática com IA, o que sugere uma excelente oportunidade para exploração, assim como a etapa de extinção. Foi possível comprovar que os sistemas de recomendação ainda são poucos explorados nas soluções para governo, no entanto, os grandes fornecedores de serviços customizados para a população já o utilizam com bastante retorno positivo. O Brasil, pelo potencial produtivo e capacidade intelectual, necessita se estabelecer como agente inovador nessa área, especialmente planejando seu futuro estabelecendo sua estratégia nacional de IA. E notam-se algumas iniciativas importantes do Governo Federal (BRASIL, 2019) sobre o anúncio em novembro de 2019, na quinta Semana de Inovação em Brasília, de criação de oito laboratórios de IA e da consulta pública da Estratégia Brasileira de IA em dezembro de 2019.

Analisando o ambiente global de como as soluções de IA para governo estão sendo adotadas, este estudo servirá de base para fomentar o desenvolvimento de soluções para o ciclo de políticas públicas a partir de uma perspectiva de sistema de recomendação, baseado em técnicas de aprendizado de máquina, numa abordagem não só para a administração pública, como também para o cidadão. O rico conjunto de dados gerenciado pela administração pública é uma fonte poderosa para ressignificar como os serviços são entregues ao cidadão e uma alternativa disruptiva de desenvolver políticas públicas dirigida por dados. A base de dados da administração pública representa a situação real da população e pode ser trabalhada para sugerir ações de solução de problemas, podendo ser utilizada para identificação automática de problemas públicos e recomendação de ações/oportunidades personalizadas para o cidadão ou um conjunto representativo da população. É o momento de utilizar a capacidade de infraestrutura tecnológica hoje disponível, aliado à evolução dos algoritmos de IA, juntamente com a maturidade dos métodos e ciências relacionadas ao tratamento de dados, para potencializar a forma com que a análise e a formulação das políticas públicas são realizadas.

5 Perspectivas Futuras

O uso de dados e evidências para formulação de políticas públicas é pauta de discussões de diversos agentes públicos. Considerando as técnicas de inteligência artificial, o estudo pode ser expandido para outras categorias e soluções, conforme suas diversas ramificações e possibilidades. A agenda de capacitação na administração pública deve considerar as alternativas que essas tecnologias podem ajudar na implementação de políticas públicas. Uma expansão desse estudo pode considerar os resultados e retornos alcançados pela implementação de IA pelos artigos apontados na pesquisa.

Referências

- ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A. Toward the next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, [s.l.], v. 17, n. 6, p. 734-49, junho de 2005.
- ALEMANHA. **Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung**. [2019]. Disponível em: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Publikation/strategie-kuenstliche-intelligenz-der-bundesregierung.html>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- AUSTRÁLIA. **Digital Economy Strategy**. [2019]. Disponível em: <https://www.industry.gov.au/innovation/Digital-Economy/Documents/Digital-Economy-Strategy-Consultation-Paper.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- BOSTON CONSULTING GROUP. **BCG's latest Global Digital Government Benchmarking series – The Citizen's Perspective on the Use of AI in Government – 2018**. [2018]. Disponível em <https://www.bcg.com/pt-br/publications/2019/citizen-perspective-use-artificial-intelligence-government-digital-benchmarking.aspx>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- BRASIL. Ministério de ciência, tecnologia, inovações e comunicações. **Consulta pública estratégia brasileira de inteligência artificial**. [2019]. Disponível em <http://participa.br/profile/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 2 dez. 2019.
- BROWNLEE, J. **A Tour of Machine Learning Algorithms**. Machine Learning Mastery. [2013]. Disponível em: <https://machinelearningmastery.com/a-tour-of-machine-learning-algorithms/>. Acesso em: 4 jun. 2019.
- CANADÁ. **Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy**. [2019]. Disponível em: <https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- CATH, C. *et al.* 2017. Artificial Intelligence and the 'Good Society': The US, EU, and UK Approach. **Science and Engineering Ethics**, [s.l.], 2017.
- CHINA. **New Generation Artificial Intelligence Development Plan**. [2019]. Disponível em: http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm. Acesso em: 20 jun. 2019.
- COREIA DO SUL. **Artificial Intelligence Information Industry Development Strategy**. [2019]. Disponível em: http://english.msit.go.kr/cms/english/pl/policies2/_icsFiles/afieldfile/2017/07/20/Master%20Plan%20for%20the%20intelligent%20information%20society.pdf. Acesso em: 18 jun. 2019.
- DYE, T. R. **Understanding public policy**. Upper Saddle, NJ: Prentice Hall, 2005.
- ESTADOS UNIDOS. **Executive Order on Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence**. The White House. [2019]. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/executive-order-maintaining-american-leadership-artificial-intelligence/>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- FERNÁNDEZ-DELGADO, M. *et al.* Do we need hundreds of classifiers to solve real world classification problems? **Journal of Machine Learning Research**, [s.l.], v. 15, p. 3.133-3181, 2014.
- FRANÇA. **Artificial Intelligence Technology Strategy**. [2019]. Disponível em: https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf. Acesso em: 12 jun. 2019.
- HOWLETT, M.; RAMESH, M. **Studying public policy**. Canadá: Oxford University Press, 1995.

JAPÃO. **Artificial Intelligence Technology Strategy.pdf**. [2019]. Disponível em: <https://www.nedo.go.jp/content/100865202.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

JORDAN, M.; MITCHELL T. Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects. **Science**, [s.l.], v. 349, n. 6245, 255-260, 2015.

ITÁLIA. **Artificial Intelligence at the service of citizens**. [2019]. Disponível em: <https://ia.italia.it/assets/whitepaper.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

LASSWELL, H. The Policy Orientation. In: LERNER, D.; LASSWELL, H. **The Policy Sciences: recent developments in scope and method**. Stanford: Stanford University Press, 1951. p. 3-15.

LECUN, Y. *et al.* Deep learning. **Nature**, [s.l.], v. 521, p. 436-44, 2015.

MEHR, H. **Artificial Intelligence for Citizen Services and Government**. [S.l.]: Harvard Ash Center Technology & Democracy Fellow, 2017.

MONARD, M. C.; BARANAUKAS, J. A. **Aplicações de Inteligência Artificial: Uma Visão Geral**. São Carlos: Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação de São Carlos, 2000.

OVANESSOFF, A.; PLASTINO, E. **How artificial intelligence can drive South American's growth. (Accenture)**. 2017. Disponível em: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-48/Accenture-AI-South-America.pdf?es=LA. Acesso em: 2 nov. 2019.

REINO UNIDO. **Artificial Intelligence Sector Deal**. GOV.UK. [2019]. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal>. Acesso em: 23 jun. 2019.

RICCI, F. *et al.* **Recommender Systems Handbook**. Springer, US: [s.n.], 2011.

ROSE, R. Comparing public policy: An Overview. **European Journal of Political Research**, [s.l.], 1973.

RÚSSIA. **Instruction to the Russian government to create a national AI strategy**. [2019]. Disponível em: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/59758>. Acesso em: 12 jun. 2019.

SARAVIA, E.; FERRAREZI, E. **Políticas públicas: coletânea**. Brasília, DF: ENAP, 2006. 2 v. ISBN 85-256-0052-0.

SECCHI, L. **Políticas Públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

SECCHI, L. **Análise de Políticas Públicas: Diagnóstico de Problemas, Recomendação de Soluções**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias, UFRGS, IFCH**, ano 8, Porto Alegre, RS, n. 16, p. 20-45, 2006.

VERGARA, S. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo, SP: Atlas, 2005.

WIRTZ, B. W.; WILHELM, M. M. An integrated artificial intelligence framework for public management. **Public Management Review**, [s.l.], v. 21, n. 7, p. 1.076-1.100, 2019.

XIN, Y. *et al.* Machine learning and deep learning methods for cybersecurity. **IEEE Access**, [s.l.], v. 6, p. 35.365-35.381, 2018.

Sobre os Autores

Sandro Luís Brandão Campos

E-mail: sandrobrandao@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4003-8199>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pela Universidade Federal de Mato Grosso em 2021.

Endereço profissional: Bloco III, Complexo Paiaguás, R. C., Centro Político Administrativo, Cuiabá, MT. CEP: 78049-005.

Josiel Maimone de Figueiredo

E-mail: josiel@ic.ufmt.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8569-7684>

Doutor em Engenharia da Computação pela Universidade de São Paulo em 2005.

Endereço profissional: Instituto de Computação, UFMT, Av. Fernando Correa da Costa, n. 2.369, Jardim Pres., MT. CEP: 78060-900.