

SISTEMAS INTELIGENTES E TRANSFORMAÇÃO DIGITAL: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Intelligent Systems and Digital Transformation: Empirical Evidences for
Brazilian Municipalities

Lígia Baechtold Bertolini
Universidade Estadual de Santa Catarina
ligiabaechtoldbertolini@gmail.com

Adilson Giovanini
Universidade Estadual de Santa Catarina
adilsoneconomia@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8948-1186> 

RESUMO

Objetivo: O estudo analisa se os municípios brasileiros conseguem aproveitar o potencial gerado pela difusão de Sistemas Inteligentes (SIs), responsáveis por integrar e melhorar o desempenho dos serviços fornecidos a partir da experiência e da interação com os cidadãos. Assim, o objetivo do estudo é caracterizar e identificar os fatores que influenciam na aplicação dessas tecnologias pelos municípios brasileiros. **Método:** A metodologia utilizada é a construção de um indicador que mensure a adoção de SIs pelas gestões municipais, a elaboração de estatísticas descritivas e a estimativa de uma regressão pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para os 5.570 municípios brasileiros, a partir de dados tabulados para o ano de 2019. **Resultado:** Os resultados mostram que a utilização de SIs ainda é incipiente nas administrações públicas locais, sendo a sua adoção positivamente influenciada pela hierarquia urbana, número de habitantes, PIB, acesso à internet e pela presença de centros de TI nos municípios. **Conclusões:** Apesar da utilização de SIs no setor público contribuir para a oferta de melhor qualidade pelos municípios, sua utilização ainda é incipiente no território nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Municípios. Sistemas inteligentes. Plataformização.

ABSTRACT

Objetive: The study analyzes whether Brazilian municipalities are able to take advantage of the potential generated by the diffusion of Intelligent Systems (IS), responsible for integrating and improving the performance of services provided based on experience and interaction with citizens. Thus, the objective of the study is to characterize and identify the factors that influence the application of these technologies by Brazilian municipalities. **Methods:** The methodology used is the construction of an indicator that measures the supply of ISs, the elaboration of descriptive statistics and the estimation of a regression using the Ordinary Least Squares (OLS) method for the 5,570 Brazilian municipalities, based on tabulated data for the year 2019. **Results:** The results show that the use of ISs is still incipient in local public administrations, and their offer is positively influenced by the urban hierarchy, number of inhabitants, GDP, internet access and the presence of IT centers in the counties. **Conclusions:** Although the use of ISs in the public sector contributes to the provision of better quality by the municipalities, their use is still incipient in the national territory.

KEYWORDS: Municipalities. Intelligent systems. Platformization.

Classificação JEL: O32. O33. O38

Recebido em: 12-04-2022. Aceito em: 19-06-2022.

1 INTRODUÇÃO

A oferta de serviços públicos está diretamente relacionada ao estado da arte das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), as quais são utilizadas pelo Estado para fornecer serviços de melhor qualidade aos cidadãos. Com a disseminação da internet, na década de 1990, surgiu o Governo Eletrônico, o qual utilizou essa inovação para disponibilizar informações *online* para a sociedade. Já nos anos 2000, com o advento da Web 2.0, por meio de mídias sociais, blogs e wikis, emerge o Governo Digital, que recorre às tecnologias de comunicação descentralizada para promover a transparência e a comunicação mais clara, direta e interativa com a população (TAPSCOTT; WILLIAMS, 2008).

Apesar dos avanços gerados pelo Governo Digital, ele conduz para a formação de silos informacionais, pois o baixo diálogo e integração entre os departamentos e serviços públicos resulta em documentos e processos digitais redundantes (SENYO; EFFAH; OSABUTEY, 2021). Assim, na década de 2010, com a crescente ubiquidade dos sensores, dispositivos móveis e da banda larga sem fio, observa-se a disseminação das redes de comunicação ponto a ponto (*peer-to-peer*) em tempo real (GANPATI, REDDICK, 2018). Esses dispositivos resultaram na formação de bancos de dados compostos por conjuntos abundantes de informações. A Web semântica ou Web 3.0 surge, assim, como uma extensão natural da Web 2.0, ao utilizar ferramentas estatísticas de inteligência artificial e algoritmos de classificação e aprendizado para extrair informações úteis desses dados, com o objetivo de reduzir a redundância nos processos e serviços digitais (DZIEKANIAK; KIRINUS, 2004).

A aplicação em conjunto das tecnologias relacionadas à Web semântica possibilita, desse modo, o desenvolvimento de Sistemas Inteligentes (SIs) capazes de melhorar o desempenho dos serviços fornecidos a partir da experiência e da interação com os cidadãos. Esses sistemas utilizam técnicas-chaves para capturar informações, integrar serviços e auxiliar nos processos de tomada de decisão ao adaptá-los em tempo real e em resposta às mudanças que ocorrem no contexto em que são oferecidos (QUILICI-GONZALEZ; ZAMPIROLLI, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Conforme destacado por Bonivento e Abrucio (2017), os municípios maiores possuem dificuldade em oferecer serviços públicos, como saúde, educação, mobilidade urbana e segurança. Como a demanda por esses serviços é heterogênea e se encontra geograficamente dispersa, para facilitar o acesso a eles as gestões locais criam subdivisões

administrativas especializadas. Porém, não raro, essas subdivisões possuem rotinas distintas, o que resulta em fragmentação decisória, baixo grau de integração e procedimentos redundantes.

Assim, a adoção de SIs pode contribuir para a integração e a articulação entre as subdivisões administrativas ao racionalizar processos e integrar serviços (SENYO; EFFAH; OSABUTEY, 2021). Ela cria, novas oportunidades, uma vez que promove a maior coordenação e compartilhamento de informações (BYGSTAD; HANSETH, 2019; JANSEN; ESTEVEZ, 2013; DIAS; GOMES, 2021).

Apesar dessas vantagens, como a adoção de SIs ainda é incipiente, a literatura nacional carece de estudos que busquem construir indicadores capazes de mensurar a presença e os fatores que influenciam na adoção de SIs nos municípios brasileiros. Com vistas a fornecer informações capazes de orientar os *policy makers*, de modo que consigam conduzir com maior assertividade as políticas públicas relacionadas à adoção dessas tecnologias.

Assim, o objetivo do estudo é caracterizar a presença de SIs nos municípios brasileiros e identificar os fatores que influenciam na sua adoção, de modo a fornecer subsídios capazes de auxiliar na formulação de políticas voltadas para a racionalização e integração dos serviços públicos. Para alcançar esse objetivo será construído um indicador que varia de zero a seis e que mensura a adoção de seis serviços inteligentes distintos pelos 5.570 municípios brasileiros, precisamente: bilhete eletrônico, ônibus municipal com GPS, centro de controle e operações, sistema de iluminação inteligente, semáforos inteligentes e sensores para monitoramento de área de risco.

O indicador é construído a partir de dados extraídos da pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2019. Estatísticas descritivas são tabuladas para caracterizar a adoção de SIs nos municípios brasileiros e regressões, estimadas pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), são utilizadas para identificar os fatores que influenciam na sua adoção.

Destarte, a inovação do estudo é demonstrar que os SIs se encontram presentes, principalmente, nos que possuem maior acesso à infraestrutura digital, maior população e maior centralidade regional. De modo que a adoção dessas tecnologias ainda é incipiente, sendo possível se indagar sobre a necessidade de políticas públicas voltadas para a sua disseminação, dados os benefícios que elas geram para o setor público.

Além dessa introdução, o artigo segue estruturado em mais quatro seções. A seção 2 revisa a literatura sobre a adoção de tecnologias digitais no setor público. Na sequência, a seção 3 formaliza os procedimentos metodológicos utilizados, a seção 4 compila os resultados encontrados e a Seção 5 realiza algumas considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para se entender as contribuições das Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) para a setor público é necessário analisar a forma como elas evoluíram. Na década de 1990, com a liberação da internet para a população, observa-se o avanço da chamada Web 1.0, que possibilitou o acesso à informação através da *World Wide Web (www)*, a qual funciona por meio de três funções principais: 1. o *Uniform Resource Locator (URL)*, um endereço virtual que identifica o caminho para acesso ao arquivo; 2. o *HyperText Transfer Protocol (HTTP)*, o protocolo utilizado na comunicação entre os sistemas e 3. o *HyperText Markup Language (HTML)*, o método utilizado para codificar as informações no arquivo. Nessa fase surgiram os jornais *online*, e-mails e websites, sendo a comunicação realizada de forma unidirecional e estática, visto que os desenvolvedores de conteúdos não interagiam com os leitores (DREYER, 2015).

A evolução para a Web 2.0, na década de 2000, demarca o aumento na interação com (e entre) os usuários, proporcionada por plataformas de comunicação como as redes sociais, blogs e geradores de conteúdo coletivo, que passaram a promover o diálogo descentralizado e em tempo real. A partir da década de 2010, com a disseminação das ferramentas de interação online, observa-se a formação de grandes bancos de dados, o que evidenciou a necessidade de ferramentas capazes de extrair informações úteis desses dados, nesse sentido surge a Web 3.0 ou Web semântica. Ela aprimora as tecnologias anteriores ao aplicar algoritmos e ferramentas de análise de dados (eg. *Big Data* e *machine learning*) que possibilitam às empresas ajustarem o seu conteúdo de acordo com o perfil dos usuários. Por fim, a Web 4.0 identifica uma nova tendência, na qual a relação dos humanos com as máquinas muda drasticamente, sendo o intercâmbio entre os mundos físico e digital cada vez mais provável. O avanço para a Web 4.0 cria novas possibilidades de interação entre máquinas, objetos e pessoas, através da internet das coisas e da indústria 4.0 (DREYER, 2015).

Concomitante ao avanço das tecnologias digitais ocorre a mudança no modo como os governos empregam essas tecnologias para se relacionarem com os cidadãos. Assim,

na década de 1990 o uso da internet se resumia à automação de processos no nível departamental. O Governo Eletrônico (e-Gov 1.0), baseado na Web 1.0, trouxe inovações diretas para o setor público, com a oferta de informações em *home pages* institucionais sobre os serviços prestados e os meios e formas de a população acessá-los presencialmente. Além de ferramentas como a pesquisa de informações, correio eletrônico, preenchimento de formulários, solicitação de documentos e recepção de guias para o pagamento de impostos e taxas (DREYER, 2015).

Com a maior possibilidade de interação, proporcionada pela Web 2.0, nos anos 2000, surge o e-Gov 2.0, também chamado de Governo Digital. Nessa fase, a Internet passou a ser utilizada para fornecer informações e serviços aos cidadãos, com maior transparência, *accountability* e controle social, o que possibilitou a maior colaboração e envolvimento dos cidadãos nos serviços e políticas públicas (DIAS; GOMES, 2021).

Já a Web 3.0, ou Web semântica, introduz tecnologias como a mineração de dados, *Blockchain* e Inteligência Artificial (IA), as quais estimulam o setor público a fornecer serviços mais inteligentes, formular políticas públicas fundamentadas em dados, explorar recursos da sociedade e gerar valor público de forma colaborativa. Assim, a utilização de SIs deriva diretamente da Web 3.0 e representa o próximo passo na digitalização do setor público, pois denota o emprego das novas ferramentas de análise semântica para fomentar a colaboração entre departamentos e integrar processos, com o objetivo de fornecer serviços mais convenientes aos cidadãos, inclusive em parceria com a iniciativa privada (DIAS; GOMES, 2021).

Atualmente, a Web semântica é utilizada no setor público para mudar normas, políticas e práticas ao desenvolver infraestruturas e plataformas digitais inteligentes que buscam fornecer mais valor aos cidadãos, por meio da prestação de serviços públicos e uso da tecnologia, além da informação e comunicação, por si só (FARAJI *et al.*, 2019; SCHOLL; ALAWADHI, 2016).

As plataformas digitais também identificam uma tendência natural de avanço da Web, pois com a crescente interação entre o real e o virtual diversas empresas viram a necessidade e a oportunidade de adentrarem nos mercados *onlines*. Nesse sentido, emerge o termo “Plataformização”, o qual é um verbo derivado do substantivo “plataformas”, capaz de identificar as inovações introduzidas pela Web 4.0.

A Plataformização, portanto, identifica a tendência de utilização de ferramentas web e recursos informacionais para criar formas institucionalizadas de relacionamento através de infraestruturas digitais que facilitam a interação, de acordo com uma finalidade pré-

definida. Ou seja, o termo identifica a crescente utilização de plataformas digitais para facilitar, normatizar e gerir atividades humanas anteriormente realizadas de modo *offline*, desde atividades econômicas até atividades políticas e sociais. Para além do mero ato de digitalizar processos, o termo é cada vez mais empregado para identificar as formas como as plataformas digitais são utilizadas para (re)organizar as relações econômicas e sociais. De acordo com Islind *et al.* (2016), ele se refere ao processo de estabelecer uma plataforma a partir de um produto ou negócio.

Para Poell *et al.* (2020), ela identifica a penetração de infraestruturas, processos e estruturas governamentais digitais em diferentes setores econômicos e esferas da sociedade. Bem como, a reorganização de práticas e a (re)imaginação dos aspectos culturais em torno das plataformas. Desdobra-se, assim, em três dimensões institucionais, a saber: 1. *Datafication*, 2. reorganização das relações econômicas em torno de mercados multilaterais e 3. maior interação dos (e com os) usuários.

A primeira dimensão, *Datafication* ou desenvolvimento de infraestruturas de dados, diz respeito às maneiras pelas quais as plataformas digitais transformam em dados práticas e processos que historicamente escaparam da quantificação. Os dados utilizados vão além de informações obtidas por meio de pesquisas, pois incluem dados comportamentais obtidos em plataformas digitais, na forma de aplicativos, *plug-ins*, sensores ativos e passivos e rastreadores. Assim, as infraestruturas das plataformas estão integradas a um número crescente de dispositivos, desde *smartphones* e *smartwatches* até eletrodomésticos e carros, o que permite que os operadores de plataforma transformem quase todas as instâncias de interação humana (classificações, pagamentos, pesquisas, observações, conversas, amizades, namoros, direções, caminhadas) em dados (REIS *et al.*, 2020; POELL *et al.*, 2020).

A segunda dimensão diz respeito à reorganização das relações econômicas em torno de mercados multilaterais que funcionam como agregadores de transações entre usuários finais e uma grande variedade de terceiros. De acordo com Poell *et al.* (2020) arranjos de mercado como esses afetam a distribuição de poder econômico e riqueza, pois estão sujeitos a fortes efeitos de rede. Consequentemente, as mudanças nas relações de mercado são impulsionadas pelos usuários finais, produtores de conteúdo e anunciantes. Devido à competição acirrada, os desenvolvedores de aplicativos são incentivados a coletar dados sistematicamente para rastrear e otimizar o envolvimento, a retenção e a monetização das plataformas digitais.

A terceira dimensão trata das transações econômicas e interações dos usuários, visto que as plataformas determinam como os usuários finais podem interagir entre si e quais recursos os complementadores podem oferecer. Esta forma de governança de plataforma se dá por meio da classificação algorítmica e de *Application Programming Interfaces* (APIs) que moldam os conteúdos e serviços oferecidos aos usuários (BUCHER, 2018; POELL *et al.*, 2020).

Essas dimensões evidenciam como as mudanças nas infraestruturas, nas relações de mercado e nas estruturas de governança estão interligadas e contribuem para o avanço da platformização (POELL *et. al*, 2020). Com a expansão da banda larga na última década, a conexão entre diferentes agentes foi facilitada, o que promoveu a construção de ecossistemas complexos que incluem pessoas, coisas e empresas, o que resulta em uma vasta quantidade de dados. Neste sentido, a abordagem mais utilizada para desenvolver e oferecer serviços é a utilização de APIs e arquiteturas orientadas para serviços, que ajudam a reduzir a complexidade e a tornar a integração de dados mais ágil.

Porém, apesar da disseminação da internet ter resultado em um intenso processo de digitalização no setor público, ela conduziu para a adoção de sistemas de informações pontuais, que se traduziram na construção de silos informacionais, uma vez que os sistemas de dados utilizados pelas diversas áreas do setor público não foram integrados. Os silos criaram microcosmos informacionais dentro das organizações (ilhas de eficiência), fazendo com que as informações não fossem compartilhadas, o que resultou na multiplicação de rotinas que dificultam a utilização de dados e a prestação de serviços públicos de forma integrada e simplificada. O baixo diálogo e integração entre os departamentos dos órgãos públicos resulta em documentos e processos digitais redundantes, o que se traduz em custos elevados e em maior burocracia para os cidadãos (SENYO; EFFAH; OSABUTEY, 2021).

A presença de silos informacionais no setor público em si não é errada, porém resultou em estruturas digitais heterogêneas, com recursos de TI redundantes (BYGSTAD; HANSETH, 2019). Janssen e Estevez (2013) identificaram as plataformas digitais como uma solução para esse problema, uma vez que facilitam a interação entre os departamentos que compõem o setor público. De modo que a transformação digital no setor público surge com o desafio de utilizar novas tecnologias para integrar e simplificar processos para, assim, aumentar a transparéncia e facilitar o acesso da população aos serviços públicos (ALVARENGA, 2019; BROGNOLI; FERENHOF, 2019; MONTEIRO,

2020; SOUZA; SILVA NETO, 2020; DE SOUZA; NUNES, 2021; DIAS; GOMES, 2021; CUNHA, 2021; VIANA, 2021).

Apesar de solucionar o problema dos silos, a utilização das plataformas digitais no setor público traz novos desafios. Com a integração, o número de dependências em um sistema aumenta, resultando em operações mais complexas. Além disso, a integração de infraestruturas digitais resulta em três desafios para a administração pública (BYGSTAD; HANSETH, 2019): 1. Tempo, devido à necessidade de se tomar decisões no curto prazo; 2. Escala, em face à necessidade de se alinhar a transparência com a otimização local; 3. Agência, como processos de mudança emergentes e planejados. Além de problemas de coordenação que exigem elevado esforço de padronização nos procedimentos adotados pelos departamentos que compõem o setor público (GANPATI; REDDICK, 2018).

Dessa forma, observa-se que o setor público é composto por ilhas de eficiência, onde não existe uma integração, sendo que as inovações tecnológicas introduzidas pela Web 4.0 prometem reduzir esse problema. Nesse tocante, a utilização de Sistemas Inteligentes (SIs) e de Inteligência Artificial (IA) emerge para explorar o espaço criado por essas oportunidades, ao possibilitar ao setor público integrar novas tecnologias de coleta (*plugins*, sensores ativos e passivos e rastreadores), análise (algoritmos de aprendizados e de classificação) e visualização (*smartphones*, *smartwatches*, aplicativos) de dados para fornecer serviços públicos em interação e em resposta, em tempo real, às demandas da sociedade. Vale dizer, esses sistemas possuem potencial para transformar o setor público ao promoverem a inovação aberta e a maior participação da sociedade nos serviços fornecidos à sociedade (DESORDI; DELLA BONA, 2020; FIGUEIREDO; CABRAL, 2020; ARAUJO, ZULLO; TORRES, 2020; CAMPOS; DE FIGUEIREDO, 2020).

Diante dessa contextualização indaga-se: os municípios brasileiros conseguem aproveitar o potencial gerado pela difusão dos SIs, mediante a oferta de serviços que fazem uso das novas tecnologias para possibilitar a maior interação e acompanhamento pelos usuários dos serviços locais oferecidos? Qual o perfil sociodemográfico dos municípios que disponibilizam esses serviços à sociedade e quais os fatores que influenciam na sua adoção? A próxima seção formaliza os procedimentos metodológicos utilizados para responder a essas perguntas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Bases de Dados e Hipóteses Testadas

A amostra é constituída por 20 variáveis tabuladas para os 5.570 municípios brasileiros, quadro 1. Todas as variáveis foram tabuladas para o ano de 2019, sendo a dependência de transferências e a taxa de urbanização, tabuladas para 2017, as únicas exceções.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas discriminadas por sigla, fonte e hipótese testada

Sigla	Variável	Fonte
Bilhete	Bilhete eletrônico	MUNIC/IBGE
Ônibus	Ônibus municipal com GPS	MUNIC/IBGE
Centro	Centro de controle e operações	MUNIC/IBGE
Illuminação	Sistema de iluminação inteligente	MUNIC/IBGE
Semáforo	Semáforos inteligentes	MUNIC/IBGE
Risco	Sensores para monitoramento de área de risco	MUNIC/IBGE
Pop	Logaritmo do número de habitantes do município	IBGE*
PIB	Produto Interno Bruto per capita	IBGE
Transf	Dependência de transferências dos estados e da União	Siconfi**
Urb	Taxa de urbanização	IBGE
Densidade	Nível de densidade demográfica municipal	IBGE
Internet fixa	Percentual da população com acesso à telefonia fixa	ANATEL [#]
Móvel	Percentual da população com acesso à telefonia móvel	ANATEL
TI	Existência de estrutura organizacional para a área de Tecnologia da Informação e Comunicação	MUNIC/IBGE
Capital Regional	Variável binária que assume valor um se o município é uma Capital regional e valor zero caso contrário	IBGE
Metrópole	Variável binária que assume valor um se o município é uma Metrópole e valor zero caso contrário	IBGE
Centro Sub-regional	Variável binária que assume valor um se o município é uma Centro Sub-regional e valor zero caso contrário	IBGE
Centro Local	Variável binária que assume valor um se o município é uma Centro local e valor zero caso contrário	IBGE
Centro de Zona	Zona e valor zero caso contrário	IBGE

Fonte: Elaboração própria. [#]Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

As variáveis tabuladas mensuram as principais características sociodemográficas dos municípios. A hipótese (H) testada e os procedimentos utilizados para construir cada variável são discriminados a seguir:

H1. Municípios maiores exibem maior adoção de SIs: o logaritmo natural do número de habitantes é utilizado para mensurar o tamanho do município. Conforme destacado por Santana Júnior (2008), municípios maiores tendem a exibir maior utilização de tecnologias digitais, sendo esperado um sinal positivo para o coeficiente estimado para essa variável.

H2. SIs se encontram mais presentes em municípios com maior nível de atividade econômica: o nível de atividade econômica municipal é mensurado com base

no logaritmo natural do Produto Interno Bruto (PIB) municipal *per capita*. Em concordância com Akutsu e Pinho (2002), Santana Júnior (2008), Araujo *et al.* (2013) e Diniz *et al.* (2020), se argumenta que municípios com maior PIB utilizam TICS em maior intensidade para promover serviços públicos mais acessíveis, inteligentes e transparentes. Assim, espera-se um sinal positivo para o coeficiente estimado para essa variável.

H3. A maior dependência das transferências dos estados e da União resulta em menor a adoção de SIs pelas gestões municipais: esse indicador é construído a partir do logaritmo natural das transferências estaduais e da União para os municípios, dividido pela receita total dos municípios, $Transf = \ln\left(\frac{\text{Transferências}}{\text{Receita}}\right)$. O sinal esperado para o coeficiente estimado é negativo, de modo que municípios com maior dependência das transferências realizam menor esforço para tornar os serviços públicos locais mais transparentes e inteligentes (VIANA *et al.*, 2013; DINIZ *et al.*, 2020).

H4) A maior urbanização favorece a adoção de SIs: a Taxa de urbanização da população foi obtida mediante a divisão da população urbana pela população total do município, $Urb = \frac{\text{População urbana}}{\text{População total}}$. Conforme as cidades se tornam maiores, a demanda por serviços públicos e o esforço relacionado à oferta desses serviços se elevam, o que estimula os gestores públicos locais a utilizarem tecnologias capazes de auxiliar na oferta e gestão desses serviços (GIAMBIAGI; ALÉM, 2017; CRUZ *et al.*, 2009). Por conseguinte, municípios com maiores taxas de urbanização tendem a ser mais receptíveis aos SIs, sendo o sinal esperado para o coeficiente estimado para essa variável positivo.

H5) Municípios com maior Densidade demográfica recorrem a SIs para fornecer melhores serviços à população: a Densidade demográfica é obtida através da divisão da população pela área total do município. Semelhante à taxa de urbanização, a concentração da população em menor espaço geográfico resulta em maior demanda e complexidade dos serviços públicos, o que estimula a adoção de tecnologias que auxiliam na oferta desses serviços. Assim, o sinal esperado para o coeficiente estimado é positivo (CRUZ *et al.*, 2009).

H6) A adoção de SIs pelas gestões municipais demanda a presença de pré-condições adequadas, com destaque para o acesso da população à internet: o percentual da população com acesso à telefonia fixa e o com acesso à telefonia móvel são adicionados para mensurar a qualidade da infraestrutura digital. A hipótese subjacente é que a adoção de SIs pelas gestões municipais se relaciona com a qualidade da

infraestrutura digital. Isto é, municípios em que a população possui maior acesso à internet fixa e móvel adotam maior número de SIs (NAM; PARDO, 2014; ARAUJO, 2014).

H7) A estruturação no município de um Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação favorece a adoção de SIs: os dados disponibilizados pelo IBGE são utilizados para mensurar a existência de estrutura organizacional voltadas para a área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). O sinal esperado para essa variável é positivo, indicando que a presença de um setor de TIC favorece a adoção de SIs.

H8) Município com maior hierarquia urbana adotam maior número de SIs: o nível de hierarquia urbana dos municípios é mensurado através da adição de variáveis binárias que identificam se o município é uma Capital Regional, Centro de Zona, Centro Local, Centro Sub-regional ou Metrópole. A hipótese subjacente a essas variáveis é que municípios com maior centralidade espacial adotam maior número de SIs, sendo o sinal esperado para o coeficiente estimado positivo (LOUREIRO *et al.*, 2016).

3.2 Construção do Indicador e Testes Estatísticos realizados

A adoção de SIs é identificada mediante a aplicação de um procedimento investigativo puramente empírico, que consiste na construção de um indicador composto por seis variáveis distintas: Bilhete eletrônico, Ônibus municipal com GPS, Centro de controle e operações, Sistema de iluminação inteligente, Semáforos inteligentes e Sensores para monitoramento de área de risco. O procedimento utilizado para obter o indicador pode ser formalizado conforme segue:

$$SI_i = \sum_{j=1}^5 S_{i,j}, \quad (1)$$

em que S identifica cada um dos j SIs adotados pelo município, i , e $S_{i,j}$ é denotado por:

$$S_{i,j} = \begin{cases} 0, & \text{se o município } i \text{ não oferta o sistema } j, \\ 1, & \text{se o município } i \text{ oferta o sistema } j. \end{cases} \quad (2)$$

De modo que SI_i é um vetor no qual cada elemento varia de zero a seis e que mensura o número de SIs adotados pelo município i . Além do procedimento formalizado na equação (1) também foram testados outros procedimentos, como a estimativa de

modelos probit/logit a partir das variáveis binárias obtidas da equação (2), os quais resultaram em baixo ajuste.

Os fatores que influenciam na adoção de SIs pelos municípios brasileiros são identificados através da estimação de uma regressão por Mínimos Quadrados Ordinários, conforme segue (GUJARATI, 2004):

$$SI_i = \alpha_1 + \alpha_2 POP_i + \alpha_3 PIB_i + \alpha_4 Transf_i + \alpha_5 Urb_i + \alpha_6 Int_i + \sum_{j=1}^n C_{6+j} + \epsilon_i, \quad (3)$$

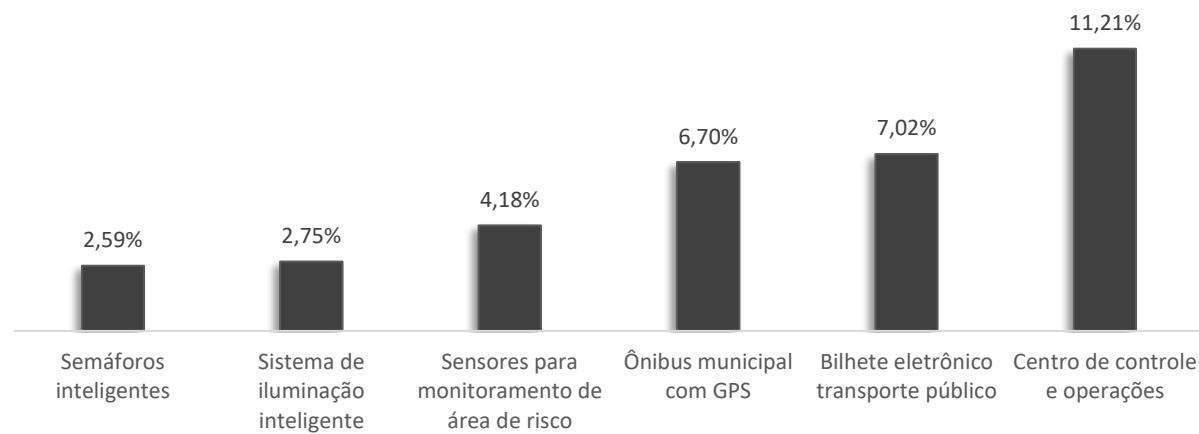
sendo SI_i o indicador que identifica o número de Sistemas Inteligentes adotados pelo município i , Pop , o número de habitantes; PIB , o Produto Interno Bruto; $Transf$, a dependência de transferências; Urb , a taxa de urbanização; Int , a proporção da população com acesso à internet; C , um vetor de variáveis de controle; ϵ_i o termo de erro da regressão e $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ os parâmetros a serem estimados. Ademais, o fator de inflação da variância e o teste de Breusch-Pagan são aplicados para identificar se o modelo exibe multicolinearidade e heterocedasticidade.

4 RESULTADOS ENCONTRADOS

4.1 Estatísticas Descritivas

As informações compiladas no gráfico 1 mostram que no ano de 2019 apenas 11% dos municípios brasileiros possuíam centros de controle de operações. Ademais, 7,02% forneceram bilhete eletrônico; 6,70%, ônibus municipais com GPS; 4,18%, sensores para monitoramentos de área de risco; 2,75%, sistema de iluminação inteligente e 2,59%, semáforos inteligentes. Assim, os dados mostram que os SIs ainda são pouco utilizados pelos municípios brasileiros, sendo Centros de controle e operações o mais adotado.

Gráfico 1 – Proporção dos municípios brasileiros com SIs, em percentual (2019)



Fonte: Elaborado a partir de dados disponibilizados pela pesquisa MUNIC/IBGE, 2019.

Já os dados consolidados na tabela 1 mostram que apenas 6% dos municípios da região Norte possuem ao menos um dos SIs analisados. Na sequência se encontram as regiões Nordeste, com 10%; Centro-Oeste, 12%; Sudeste, 15%, e Sul, 17%. Essas informações mostram que baixa proporção de municípios possui dois ou três sistemas, destacam-se as regiões Sudeste e Sul, com 6% e 5%, respectivamente, de municípios com dois sistemas e 4% e 2%, respectivamente, de municípios com três sistemas. Com relação à adoção de quatro ou mais sistemas, se destaca a região Sudeste, sendo que 2% dos municípios possuem ao menos três sistemas e 1% adota ao menos 4 sistemas. Ademais, 13% dos municípios brasileiros possuem apenas um dos sistemas analisados, 4%, dois sistemas, 2%, três; 1%, quatro e 0%, cinco ou seis sistemas.

Tabela 1 – Proporção dos municípios brasileiros que possuem um ou mais SIs, classificação quanto à região, em percentual (2019)

Região	1	2	3	4	5	6
Norte	6%	2%	2%	0%	0%	0%
Nordeste	10%	3%	1%	1%	0%	0%
Centro-Oeste	12%	4%	0%	0%	1%	0%
Sudeste	15%	6%	4%	1%	1%	0%
Sul	17%	5%	2%	1%	0%	0%
Participação na categoria	13%	4%	2%	1%	0%	0%

Fonte: Elaborado a partir de dados disponibilizados pela pesquisa MUNIC/IBGE, 2019.

Assim, os dados mostram que as regiões que mais adotam SIs são as Regiões Sul e Sudeste, respectivamente, sendo as Regiões Norte e Nordeste as que menos adotam. De maneira geral, a grande maioria dos municípios, 79,3%, não adotam nenhum SI, sendo a utilização dessas tecnologias ainda incipiente nas administrações públicas locais.

Quanto à hierarquia urbana (tabela 2), 11% dos municípios brasileiros que são centros locais possuem apenas um sistema inteligente; 19%, das capitais regionais; 21%, dos centros sub-regionais; 22%, dos centros de zona e 28%, das metrópoles. Assim, os municípios que adotam sistemas inteligente se localizam, de forma predominante, em Metrópoles e Centros de zona. Por conseguinte, quanto maior a hierarquia urbana do município, maior é a probabilidade de as gestões municipais adotarem SIs.

Tabela 2 – Proporção de municípios com um ou mais SIs, classificação quanto a hierarquia urbana, em percentual (2019)

Hierarquia Urbana	1	2	3	4	5	6
Centro Local	11%	2%	0%	0%	0%	0%
Capital Regional	19%	14%	22%	12%	6%	1%
Centro Subregional	21%	16%	15%	5%	2%	0%
Centro de Zona	22%	8%	1%	1%	0%	0%
Metrópole	28%	16%	13%	9%	5%	4%

Fonte: Elaborado a partir de dados disponibilizados pela pesquisa MUNIC/IBGE, 2019.

Em relação ao número de habitantes por município, tabela 3, observa-se que as categorias 2 (de 5.001 até 10.000), 7 (maior que 500.000) e 1 (até 5.000) possuem apenas 8% de adesão a pelo menos um dos SIs analisados. Na sequência, se encontra a categoria 3 (10.001 até 20.000), com 12%; 6 (100.001 até 500.000) e 4 (20.001 até 50.000), com 19%; e por fim, a categoria 5 (50.001 até 100.000), com 28%. Nota-se que a categoria 7 (maior que 500.000) é a que possui maior adesão aos SIs em análise, por se tratar de cidades com um número grande de habitantes, como capitais; enquanto a categoria 1 (até 5.000) é a que exibe menor adesão para todos os sistemas, por se tratar de cidades com baixo número de habitantes, como cidades em regiões rurais. Assim, existe uma associação positiva e direta entre o tamanho do município e a adoção de SIs.

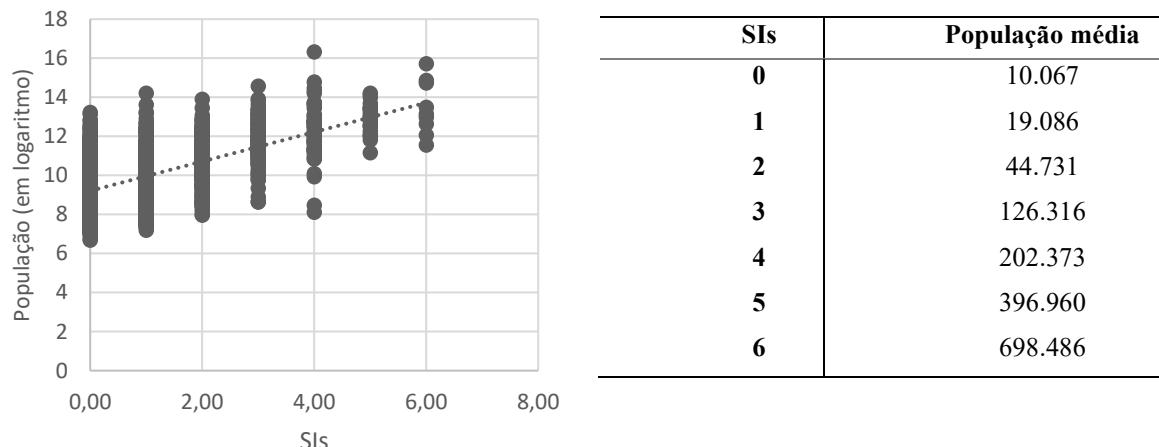
Tabela 3 – Percentual dos municípios brasileiros que possuem um ou mais SIs, classificação quanto ao número de habitantes, em percentual (2019)

NÚMERO DE HABITANTES	1	2	3	4	5	6
1 - Até 5.000	8%	1%	0%	0%	0%	0%
2 - 5.001 até 10.000	8%	2%	0%	0%	0%	0%
3 - 10.001 até 20.000	12%	2%	0%	0%	0%	0%
4 - 20.001 até 50.000	19%	6%	1%	0%	0%	0%
5 - 50.001 até 100.000	28%	13%	7%	3%	0%	0%
6 - 100.001 até 500.000	19%	22%	22%	9%	4%	1%
7 - Maior que 500.000	8%	4%	27%	25%	21%	10%
Total geral	13%	4%	2%	1%	0%	0%

Fonte: Elaborado a partir de dados disponibilizados pela pesquisa MUNIC/IBGE, 2019.

Já as informações contempladas no gráfico 2, painel à esquerda, evidenciam uma relação direta entre o tamanho do município (em número de habitantes) e a adoção de SIs. Ou seja, quando maior a o tamanho do município maior é o número de SIs adotados.

Gráfico 2 – Tamanho dos municípios brasileiros (em logaritmo) que possuem SIs, em percentual (2019), à direita, a população média dos municípios brasileiros que possuem de 0 a 6 SIs.



Fonte: disponibilizados pela pesquisa MUNIC/IBGE, 2019

Os dados consolidados no gráfico 2, painel à direita, para a média populacional, corroboram esse argumento. Em média, os municípios que não adotam nenhum sistema possuem 10.067 habitantes. Já os que adotam um sistema possuem 19.086 habitantes; dois sistemas, 44.731 habitantes; três, 126.316 habitantes; quatro, 202.373; cinco, 396.960; e seis, 698.486. Ou seja, o número de SIs que o município possui aumenta com o tamanho médio.

Já para o PIB (tabela 4) observa-se que entre os municípios que não adotam nenhum SIs existe um maior desvio padrão para o PIB, variação essa que se reduz à medida que os municípios adotam mais sistemas. Desse modo, não é possível se identificar uma tendência entre o PIB dos municípios e o número de sistemas utilizado.

Tabela 4 – Indicador logarítmico do PIB de municípios brasileiros que adotam SIs, em percentual (2019)

SIs	Média In(PIB)	Média PIB	Desvio padrão
0	9,776	R\$ 17.605,91	0,652
1	10,092	R\$ 24.144,83	0,672
2	10,248	R\$ 28.229,06	0,639
3	10,489	R\$ 35.911,30	0,654
4	10,610	R\$ 40.533,70	0,538
5	10,525	R\$ 37.223,46	0,533
6	10,784	R\$ 48.256,91	0,304

Fonte: Elaborado a partir de dados disponibilizados pela pesquisa MUNIC/IBGE, 2019

Entre os municípios que não adotam nenhum SI observa-se que o PIB é menor, porém o desvio padrão continua elevado. Entre os municípios que adotam apenas um ou dois existem municípios com renda alta, mas também se observa municípios com renda baixa. Já entre os municípios que adotam cinco ou seis não se observa uma variação tão elevada na renda. Ou seja, o desvio padrão varia consideravelmente entre as classes, o que compromete a análise da média, não sendo possível se afirmar que existe uma tendência positiva, de modo que os municípios que adotam mais SIs não possuem necessariamente renda mais elevada.

4.2 Correlações e Regressões Estimadas

Os resultados encontrados para as correlações, tabela 5, mostram que os municípios que adotam maior número de SIs são os que possuem maior tamanho (Pop), correlação de 0,53, maior densidade demográfica, 0,46, maior acesso à telefonia móvel, 0,42, e à internet fixa, 0,40. Na sequência, se encontram os municípios que são capital regional, 0,36, com maior taxa de urbanização, 0,35, as metrópoles, 0,32, e os municípios que possuem acesso à banda larga, 0,30. O PIB per capita, a presença de setores de TI e o fato do município ser centro sub-regional ou centro de zona implicam em menor associação com a adoção de SIs, 0,27, 0,23, 0,20 e 0,05, respectivamente. Por outro lado, a correlação calculada para a dependência das transferências (Transf) é de -0,50. Esse resultado mostra que a adoção de maior número de SIs está associada à menor dependência de transferências.

Tabela 5 – Resultados encontrados para as correlações com o número de SIs existentes no município

Variável	Correl	Teste t	Variável	Correl	Teste t
Transf	-0,50	-43,50	Urb	0,35	27,58
Centro de Zona	0,05	3,48	Capital Regional	0,36	28,55
Centro Sub-regional	0,20	15,58	Internet fixa	0,40	32,48
TI	0,23	17,31	Telefonia móvel	0,42	34,35

PIB	0,27	21,01	Densidade	0,46	38,25
Banda Larga	0,30	23,49	Pop	0,53	46,53
Metrópole	0,32	25,26			

Fonte: Os autores

Já os resultados encontrados para as regressões estimadas se encontram formalizados nas tabelas 6. O Fator de Inflação da Variância retornou valor inferior à 10 para todas as variáveis explicativas, o que indica baixa correlação entre as variáveis explicativas e, portanto, ausência de multicolinearidade no modelo estimado. O teste de Breusch-Pagan evidencia a presença de heterocedasticidade ao nível de confiança de 95%, o que exigiu a construção de erros-padrões robustos através do procedimento proposto por White. Ademais, o coeficiente de determinação (R^2) é de 0,480, sendo o coeficiente de determinação ajustado de 0,472.

Tabela 6 – Resultados encontrados para as regressões estimadas para municípios com mais de 10 mil habitantes, erros padrões robustos estimados pelo procedimento de White

Variável	Coeficientes	Erro-padrão	Variável	Coeficientes	Erro-padrão
Pop	0,415*	0,029	Capital Regional	0,312*	0,112
Transf	-0,705*	0,222	Centro de Zona	-0,181*	0,037
PIB	0,098*	0,034	Centro Sub-regional	0,035	0,103
Den	0,086*	0,011	Metrópole	0,253*	0,109
Urb	-0,261*	0,085	TI	0,101*	0,037
Int	1,162*	0,345	Constante	-4,525*	0,556
Móvel	0,222*	0,080	-	-	-
R^2	0,480	-	-	-	-
Breusch-Pagan	1310,61	-	-	-	-

Fonte: Os autores, *significativo ao nível de confiança de 95%.

O resultado encontrado para o coeficiente estimado para o tamanho do município é significativo ao nível de confiança de 95%, com sinal positivo. Esse resultado corrobora a literatura sobre adoção de novas tecnologias digitais no setor público, pois mostra que são os municípios maiores que adotam SIs (SANTANA JÚNIOR, 2008). Conforme destacado por Wang *et al.* (2018), esses municípios tendem a apresentar relações sociais mais complexas, o que demanda maior oferta de serviços públicos relacionados à segurança, mobilidade urbana, recursos hídricos e gestão de desastres.

Em adição, segundo Bonivento e Abrucio (2017), para facilitar a gestão e o acesso aos serviços públicos, os municípios maiores criam subdivisões administrativas, o que demanda instrumentos de coordenação horizontal e vertical em face ao baixo grau de integração entre as subdivisões. Assim, os municípios maiores são os que mais possuem a ganhar com a adoção de SIs, pois a integração e articulação digital, ao conciliar a

autonomia das subdivisões administrativas com a capacidade de coordenação dos governos locais, evita a fragmentação decisória.

O PIB também é significativo e apresenta sinal positivo ao nível de confiança de 95%. Conforme destacado pelo Adam Smith, o aumento na riqueza decorre da divisão do trabalho, o que resulta em relações econômicas mais complexas. Essa constatação é complementada pela Lei de Wagner, de acordo com a qual a participação do gasto público na renda cresce conforme eles se desenvolvem, devido à maior demanda por gastos públicos relacionados à ciência, tecnologia e regulação das atividades econômicas (GIAMBIAGI; ALÉM, 2017). Portanto, municípios com maior nível de atividade econômica possuem maior necessidade de SIs, devido à diversidade e volume dos serviços públicos demandados, os quais requerem o emprego de tecnologias capazes de facilitar a articulação e o desenvolvimento de soluções compartilhadas (AKUTSU; PINHO, 2002; SANTANA JÚNIOR, 2008; ARAUJO *et al.*, 2013; DINIZ *et al.*, 2020; GIOVANINI, 2020).

Igualmente, a elevação na densidade demográfica resulta em maior proximidade entre as pessoas, o que se traduz em maior demanda por serviços públicos relacionados, por exemplo, à gestão urbana, água, saneamento, mobilidade e segurança (GIAMBIAGI; ALÉM, 2017; CRUZ *et al.*, 2009). A adoção de SIs pode, assim, contribuir para a oferta mais racional desses serviços, ao simplificar o acesso e explorar as sinergias existentes entre eles.

O valor mais elevado obtido para os coeficientes estimados é observado para o acesso à Internet Fixa, que possui sinal positivo ao nível de confiança de 95%. Esse resultado mostra que o maior acesso à internet resulta em maior adoção de SIs. O coeficiente estimado para a variável Telefonia Móvel, de forma semelhante, mostra que o aumento de 1% no acesso à internet, através de dispositivos móveis, resulta em maior adoção de SIs. Esses resultados corroboram, desse modo, a literatura, uma vez que a adoção de SIs depende da presença de infraestrutura digital adequada, sendo inviável em municípios em que a infraestrutura digital não se encontra desenvolvida (NAM; PARDO, 2014; ARAUJO, 2014).

Os coeficientes obtidos para Capital Regional, Centro Sub-regional, Metrópole e TI também possuem sinais positivos ao nível de confiança de 95%. Eles mostram que a adoção de SIs se encontra diretamente associada ao grau de centralidade geográfica do município, visto que centro local se encontra na base, não sendo adicionada variáveis binárias para esses municípios no modelo estimado. Com efeito, municípios que se encontram em localização geográfica privilegiada tendem a concentrar a oferta de serviços

públicos, devido ao deslocamento das pessoas de municípios menores em busca de serviços mais especializados. A maior descentralização dos serviços públicos para subunidades administrativas significa que eles são os que mais possuem a ganhar com a adoção de SIs, dadas as possibilidades de integração e coordenação propiciadas por essas tecnologias.

Centros de zona são municípios pequenos, com elevada importância regional, o que se resulta em elevada demanda por serviços especializados. Assim, o sinal negativo obtido para essa variável se mostra paradoxal, uma vez que se esperava maior presença de SIs nesses municípios do que nos centros locais, os quais tendem a demandar serviços fornecidos pelos municípios que são centro de zona. Esse resultado evidencia, provavelmente, a dificuldade dos centros de zona em fornecer serviços de modo integrado, através de SIs, devido à elevada demanda, incompatível com a capacidade de gestão e com o montante de recursos financeiros à sua disposição (MOURA *et al.*, 2021). De modo que são necessárias políticas públicas que busquem fomentar a adoção de SIs nesses municípios.

Já o coeficiente estimado para a transferência de receitas exibe sinal negativo. A literatura de finanças públicas mostra que a dependência de recursos externos compromete a oferta de serviços públicos, devido à baixa capacidade de arrecadação própria (LOUREIRO *et al.*, 2016; FAVATO, 2018; GRIN; ABRUCIO, 2018). Resultado que se mostram válido, também, para a adoção de SIs.

Em adição, o sinal encontrado para o coeficiente estimado para a taxa de urbanização provavelmente está relacionado à presença de problemas de coordenação observados pelos municípios mais urbanizados. A integração dos serviços públicos por meio de SIs demanda a padronização dos procedimentos adotados pelas subdivisões administrativas, o que representa um desafio para municípios mais urbanizados, nos quais a subdivisão, o volume e a diversidade de serviços dificulta a integração entre as subdivisões (NAM; PARDO, 2014; GRIN; ABRUCIO, 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de Sistemas Inteligentes (SIs) no setor público pode contribuir para a oferta de serviços de melhor qualidade pelos municípios. Essas tecnologias possibilitam integrar órgãos e procedimentos, eliminar estruturas digitais redundantes e promover a

maior participação dos usuários nos serviços fornecidos pelos governos locais. Apesar dessas vantagens, dado que o tema é incipiente, não foram encontrados estudos na literatura de administração pública que construíssem indicadores de adoção de Sistemas Inteligentes (SIs) e identificassem os fatores que influenciam na adoção desses sistemas pelos municípios brasileiros. Diante dessa problematização, a contribuição do estudo é a construção de um indicador que mensura a adoção de SIs por esses municípios, sendo estatísticas descritivas e regressões utilizadas para caracterizar a adoção de SI e para identificar os fatores que influenciam na adoção desses sistemas, respectivamente.

Os resultados mostram que os SIs ainda se encontram pouco presentes nos municípios brasileiros. Os municípios que os adotam em maior proporção são os localizados nas Regiões Sul e Sudeste, respectivamente, em detrimento dos localizados no Norte e no Nordeste do país. Quanto à hierarquia urbana, os resultados mostram que a adoção de Sistemas Inteligentes se concentra nas metrópoles, 28%, e nos centros de zona, 22%. Assim, constata-se que a centralidade regional do município se encontra positivamente associada com o número de SIs que ele possui, apesar de ainda ser baixo o número de SIs adotados, mesmo entre os municípios com maior centralidade. Em relação ao número de habitantes, nota-se que os municípios que possuem número maior do que 500.000 são os que mais adotam SIs, enquanto os com população de até 5.000 são os que exibem menor adoção.

Já as correlações e regressões estimadas permitem concluir que os municípios que adotam maior número de SIs são os que possuem maior população, densidade demográfica, acesso à telefonia móvel e, principalmente, internet fixa. As variáveis que apresentam menor relação com a adoção de sistemas inteligentes são o PIB *per capita*, a presença de setores de TI e o fato de o município ser Centro de zona. Por outro lado, a correlação calculada para a dependência das transferências mostra que a adoção de maior número de SIs está associada à menor dependência de transferências.

Dessa forma, os resultados encontrados corroboram o argumento de que o tamanho do município, o grau de centralidade geográfica e a densidade demográfica, sobretudo, elevam a complexidade das soluções demandados pela população, a qual passa a exigir serviços mais diversos, com maior frequência e maior dispersão geográfica. Para atender a essas demandas com maior eficiência a solução tradicional adotada pelos municípios é a criação de subunidades administrativas com elevado grau de autonomia decisória, o que, apesar de ser uma medida factível, resulta em problemas de coordenação, baixo grau de integração entre as subunidades e procedimentos redundantes. Em face a esses

problemas, a adoção de SIs parece despontar como uma solução factível, visto que eles possibilitam a maior integração e coordenação entre as subunidades administrativas, além de dotar o setor público de capacidade de resposta, em tempo real, às demandas localizadas em pontos específicos do tempo e no espaço.

Assim, a contribuição do estudo consiste em identificar os fatores que influenciam na adoção de SIs e em demonstrar que a adoção de SIs pelas gestões municipais pode contribuir para a simplificação de procedimentos e processos administrativos e para a coordenação e integração entre os distintos entes que compõem o setor público, o que resulta na oferta de serviços mais baratos e de melhor qualidade para a população. Indaga-se, dessa forma, sobre a necessidade de políticas públicas que busquem estimular os municípios a investir em SIs, o que pode colaborar para que os serviços públicos se tornem mais flexíveis, transparentes e acessíveis.

Fica como sugestão para trabalhos futuros a aplicação de questionários e entrevistas aos gestores municipais para identificar os desafios e as vantagens associadas à adoção de SIs. Bem como, a análise das políticas nacionais de incentivo à utilização dessas tecnologias, tanto em âmbito federal quanto em âmbito estadual e local, e das iniciativas nacionais, a exemplo da rede gov.br, voltadas para a integração digital dos serviços fornecidos por diferentes municípios.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, Luiz; DE PINHO, José Antonio Gomes. Sociedade da informação, accountability e democracia delegativa: investigação em portais de governo no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 36, n. 5, p. 723 a 746-723 a 746, 2002.

ALVARENGA, Ana Raquel Costa Ferreira de. **Transformação digital na administração pública: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Informática e Gestão), Instituto Universitário de Lisboa, 2019.

ARAUJO, F. R. Índice de transparência municipal: um estudo nos municípios mais populosos do Rio Grande do Norte. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v.3, n.3, p. 94, 2013.

ARAUJO, Marcelo Henrique de. **Análise de fatores que influenciam o uso de serviços de governo eletrônico no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, 2014.

ARAUJO, Valter Shuenquener; ZULLO, Bruno Almeida; TORRES, Maurílio. Big data, algoritmos e inteligência artificial na administração pública: reflexões para a sua utilização

em um ambiente democrático. **A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, v. 20, n. 80, p. 241-261, 2020.

BROGNOLI, Tainara da Silva; FERENHOF, Helio Aisenberg. Transformação digital no governo brasileiro: desafios, ações e perspectivas. **Navus: Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 41-50, 2020.

BUCHER, Taina. **If... then: Algorithmic power and politics**. Oxford University Press, 2018.

BYGSTAD, Bendik; HANSETH, Ole. **Transforming digital infrastructures through platformization**. ECIS2018, Research Papers, n. 74, 2019.

CAMPOS, Sandro Luís Brandão; DE FIGUEIREDO, Josiel Maimone. Aplicação de Inteligência Artificial no Ciclo de Políticas Públicas. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 1, p. 196-214, 2022.

CÉLIO, Emiliano Rostand de Moraes. **Análise da implantação e desenvolvimento do governo eletrônico brasileiro: o caso das pequenas prefeituras do Curimataú paraibano**. 2013. 215 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

CRUZ, Cláudia Ferreira; SILVA, Lino Martins; SANTOS, Ruthberg. Transparência da gestão fiscal: um estudo a partir dos portais eletrônicos dos maiores municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Contabilidade Gestão e Governança**, v. 12, n. 3, 2009.

D'ANDRÉA, Carlos. Para além dos dados coletados: Políticas das APIs nas plataformas de mídias digitais. **Matrizes**, v. 15, n. 1, p. 103-122, 2021. ALTMAN, Elizabeth J.; et al. **Managed ecosystems and translucent institutional logics: engaging communities**. Harvard Business School, 2019.

DE SOUZA, Natércia Cristiane Mendes; NUNES, André. A evolução da transformação digital no setor público no Brasil, no período de 2000 a 2020. **UNIVERSITAS**, n. 29, 2021.

DE, Patrícia Verônica Nunes Carvalho Sobral; SILVA NETO, Romeu da. Perspectivas das cidades inteligentes na administração pública em tempos de transformação digital. **Relações Internacionais no Mundo Atual**, v. 2, n. 27, p. 65-90, 2020.

DESORDI, Danubia; DELLA BONA, Carla. A inteligência artificial e a eficiência na administração pública. **Revista de Direito**, v. 12, n. 2, p. 1-22, 2020.

DIAS, Ricardo Cunha; GOMES, Marco Antônio Santana. Do Governo Eletrônico à Governança Digital: Modelos e Estratégias de Governo Transformacional. **Iic Scie**, p. 93.

DINIZ, G. M.; Pontes, Paulo Araújo; Pinheiro, Bruno Goes. A relação entre a transparência digital dos municípios cearenses e seus indicadores políticos, sociais e econômicos. **Revista Controle: Doutrinas e artigos**, v. 18, n. 2, p. 133-163, 2020.

DREYER, Bianca Marder. Estratégias de relações públicas para as organizações em tempos de mídias sociais digitais. **Organicom**, v. 12, n. 22, p. 130-144, 2015.

DZIEKANIAK, Gisele Vasconcelos; KIRINUS, Josiane Boeira. Web semântica. **Encontros Bibl: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 9, n. 18, p. 20-39, 2004.

FARAJI, Seyed J.; NOZAR, Marjan Jafari; ARASH, Majid. The analysis of smart governance scenarios of the urban culture in multicultural cities based on two concepts of “cultural intelligence” and “smart governance”. **GeoJournal**, v. 86, n. 1, p. 357-377, 2021.

FAVATO, D. D. P. C. **A dependência fiscal de pequenos municípios em minas gerais nos anos 2000 no contexto do federalismo brasileiro.** (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de São João del Rei, 2018.

FIGUEIREDO, Carla Regina Bortolaz; CABRAL, Flávio Garcia. Inteligência artificial: machine learning na Administração Pública: Artificial intelligence: machine learning in public administration. **International Journal of Digital Law**, v. 1, n. 1, p. 79-96, 2020.

BONVENTO, José Hernández; ABRUCIO, Luiz Fernando. o governo das grandes cidades na américa Latina: desafios para a governança da descentralização. **Cadernos Adenauer**, n. 3, 2017.

GANAPATI, Sukumar; REDDICK, Christopher G. Prospects and challenges of sharing economy for the public sector. **Government Information Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 77-87, 2018.

GIAMBIAGI, Fabio; ALEM, Ana. **Finanças públicas.** Elsevier Brasil, 2017.

GIOVANINI, Adilson. Economia compartilhada e governança pública. **Revista de Administração Pública**, v. 54, p. 1207-1238, 2020.

GRIN, E. J.; ABRUCIO, F. L. Quando nem todas as rotas de cooperação intergovernamental levam ao mesmo caminho: arranjos federativos no Brasil para promover capacidades estatais municipais. **Revista do Serviço Público**, v. 69, p. 85-122, 2018.

GUJARATI, DAMODAR. **Econometria: Princípios, teoria e aplicações práticas.** Saraiva Educação SA, 2004.

JANSSEN, Marijn; ESTEVEZ, Elsa. Lean government and platform-based governance— Doing more with less. **Government Information Quarterly**, v. 30, p. S1-S8, 2013.

LOUREIRO, Pedro Mendes et al. Centralidade digital e redes urbanas: um estudo da hierarquia digital dos municípios brasileiros. **ANAIS. 44º Encontro Nacional da ANPEC**, 2016.

MONTEIRO, Luís Felipe Salim. A jornada de transformação digital do governo federal do Brasil: conquistas, lições aprendidas e próximos passos. **Revista do TCU**, n. 145, 2020.

NAM, Taewoo; PARDO, Theresa A. The changing face of a city government: A case study of Philly311. **Government Information Quarterly**, v. 31, p. S1-S9, 2014.

MOURA, Rosa; NAGAMINE, Liria; FERREIRA, Gustavo. **Regic: Trajetória, variações e hierarquia urbana em 2018.** Texto para Discussão, 2021.

NIC. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Setor Público Brasileiro – TIC Governo Eletrônico.** Disponível em: <https://cetic.br/pt/tics/governo/2019/prefeituras/>, acesso em 19 mar. 2022, 2019.

NIC. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Setor Público Brasileiro – TIC Governo Eletrônico.** Disponível em: <https://cetic.br/pt/tics/governo/2019/prefeituras/>, acesso em 19 mar. 2022, 2020.

OLIVEIRA, Lya Cynthia Porto de; FALEIROS, Sarah Martins; DINIZ, Eduardo Henrique. Sistemas de informação em políticas sociais descentralizadas: uma análise sobre a coordenação federativa e práticas de gestão. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 1, p. 23-46, jan.-fev. 2015.

POELL, Thomas; NIEBORG, David; VAN DIJCK, José. Plataformização. **Fronteiras-estudos midiáticos**, v. 22, n. 1, p. 2-10, 2020.

QUILICI-GONZALEZ, José Artur; DE ASSIS ZAMPIROLLI, Francisco. **SIs e mineração de dados.** Triunfal Gráfica e Editora, Santo André, 2015.

REIS, Luiz Claudio Diogo; BERNARDINI, Flavia Cristina; CAPPELLI, Claudia; FERREIRA, Simone Bacellar Leal. Governança de TIC no Contexto de Cidades Inteligentes: Um Estudo Exploratório nos Municípios do Estado do RJ. In: **Anais do VIII Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico.** SBC, 2020. p. 24-35.

SANTANA JUNIOR, Jorge José Barros de. **Transparência fiscal eletrônica: uma análise dos níveis de transparência apresentados nos sites dos poderes e órgãos dos Estados e do Distrito Federal do Brasil.** Dissertação (mestrado)—Universidade de Brasília, Recife, PE, Brasil. 2008.

SCHOLL, Hans Jochen; ALAWADHI, Suha. Creating Smart Governance: The key to radical ICT overhaul at the City of Munich. **Information Polity**, v. 21, n. 1, p. 21-42, 2016.

SENYO, Prince Kwame; EFFAH, John; OSABUTEY, Ellis LC. Digital platformisation as public sector transformation strategy: A case of Ghana's paperless port. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 162, p. 120387, 2021.

SOUZA, Fabia Jaiany Viana de; BARROS, Célio da Costa; De ARAUJO, Fabio Resende; DA SILVA, Maurício Correa. Índice de transparência municipal: um estudo nos municípios mais populosos do Rio Grande do Norte. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 3, n. 3, p. 94-113, 2013.

TAPSCOTT, Don; WILLIAMS, Anthony D.; HERMAN, Dan. Government 2.0: Transforming government and governance for the twenty-first century. **New Paradigm**, v. 1, p. I5, 2008.

VIANA, Ana Cristina Aguilar. Transformação digital na Administração Pública: do Governo Eletrônico ao Governo Digital: Digital transformation in Public Administration: from E-Government to Digital Government. **International Journal of Digital Law**, v. 2, n. 1, p. 29-46, 2021.

WANG, Cancan; MEDAGLIA, Rony; ZHENG, Lei. Towards a typology of adaptive governance in the digital government context: The role of decision-making and accountability. **Government Information Quarterly**, v. 35, n. 2, p. 306-322, 2018.