
arquivos analíticos de políticas educativas

Revista acadêmica, avaliada por pares,
independente, de acesso aberto, e multilíngue



aape | epaa

Arizona State University

Volume 30 Número 24

22 de fevereiro de 2022

ISSN 1068-2341

Gestão Pública de *Smart Cities* Brasileiras e seus Efeitos na Educação Local

Leonardo Flach

Universidade Federal de Santa Catarina

Jonatas Dutra Sallaberry

Universidade Federal de Santa Catarina, Universidad de Murcia

Lauren Dal Bem Venturini

Luísa Karam de Mattos

Universidade Federal de Santa Catarina

Brasil



Bárbara Rocha Bittencourt

Universidade Federal de Santa Catarina e Instituto Federal do Paraná

Brasil

Citação: Flach, L., Sallaberry, J. D., Venturini, L. D. B., Mattos, L. K., & Bittencourt, B. R. (2022). Gestão pública de *Smart Cities* brasileiras e seus efeitos na educação local. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, 30(24). <https://doi.org/10.14507/epaa.30.6649>

Resumo: A pesquisa analisa as relações diretas e indiretas dos principais componentes das *Smart Cities*: as tecnologias inteligentes, a governança fiscal da gestão pública e os indicadores educacionais. A análise foi desenvolvida com modelagem de equações estruturais a partir dos dados de 94 *Smart Cities* brasileiras. Os resultados estatísticos indicam que a existência ou disponibilidade de tecnologias inteligentes não influencia diretamente em melhores indicadores

Página web: <http://epaa.asu.edu/ojs/>

Facebook: /EPAAA

Twitter: @epaa_aape

Artigo recebido: 14/2/2021

Revisões recebidas: 3/9/2021

Aceito: 28/10/2021

educacionais, entretanto resulta em melhor governança fiscal e esta sim em melhores indicadores educacionais dos cidadãos. Indiretamente, os coeficientes estatísticos confirmam que a relação entre tecnologias inteligentes e os indicadores educacionais é mediada pela governança fiscal. Diante disso, constata-se que a necessidade de investimento em disponibilidade de tecnologias para a educação precisa ser acompanhada de investimentos para o efetivo emprego dessas tecnologias, como a disponibilidade de tutores, facilitação do acesso à internet e cessão de computadores, resultando conseqüentemente em maior capacidade de contribuir para o desenvolvimento dos seus cidadãos.

Palavras-chave: tecnologias; desenvolvimento econômico; avaliação educacional; planejamento tecnológico; *Smart Cities*

Public management of Brazilian *Smart Cities* and their effects on local education

Abstract: The research analyzes the direct and indirect relationships of the main components of Smart Cities: smart technologies, fiscal governance of public management, and education indicators. The analysis was developed with structural equation modeling based on data from 94 Brazilian Smart Cities. The statistical results indicate that the existence or availability of smart technologies does not influence directly better educational indicators; however, they do influence better fiscal governance, and through this, better educational indicators of citizens. Indirectly, the statistical coefficients demonstrate that the relationship between smart technologies and educational indicators is mediated by fiscal governance. In view of this, investment in the availability of technologies for education needs to be accompanied by investments for the effective use of these technologies, such as the availability of tutors, facilitating access to the internet and the transfer of computers, resulting in a consequent greater capacity to contribute to the development of its citizens.

Keywords: technologies; economic development; educational evaluation; technological planning; Smart Cities

Gestión pública de *Smart Cities* brasileñas y sus efectos en la educación local

Resumen: La investigación analiza las relaciones directas e indirectas de los principales componentes de las Smart Cities: tecnologías inteligentes, gobernanza fiscal de la gestión pública e indicadores educativos. El análisis se desarrolló con modelos de ecuaciones estructurales basados en datos de 94 Smart Cities brasileñas. Los resultados estadísticos indican que la existencia o disponibilidad de tecnologías inteligentes no influye directamente en mejores indicadores educativos, sin embargo, influye en una mejor gobernanza fiscal y esto en mejores indicadores educativos de sus ciudadanos. De manera indirecta, los coeficientes estadísticos demuestran que la relación entre las tecnologías inteligentes y los indicadores educativos está mediada por la gobernanza fiscal. Ante esto, existe la necesidad de que la inversión en la disponibilidad de tecnologías para la educación deba ir acompañada de inversiones para el uso efectivo de estas tecnologías, como la disponibilidad de tutores, facilitar el acceso a internet y la transferencia de ordenadores, resultando en un consecuente mayor capacidad para contribuir al desarrollo de sus ciudadanos.

Palabras clave: tecnologías; desarrollo económico; evaluación educativa; planificación tecnológica; *Smart Cities*

Gestão Pública de *Smart Cities* Brasileiras e seus Efeitos na Educação Local

As cidades apresentam um crescimento contínuo ampliando a demanda por serviços públicos que atendam as necessidades dos cidadãos. Em paralelo, existe um interesse crescente pela digitalização do ambiente urbano por acadêmicos, indústria e governo (Heaton & Parlikad, 2019). A temática de *Smart Cities* é um tópico de rápido crescimento da investigação científica de natureza tecnológica, carente do relacionamento social e cultural (Mora et al., 2017; Yigitcanlar et al., 2018). Vários atores têm realizado esforços na busca de soluções para os problemas reais, tecnológicos, urbanos, sociais e organizacionais. Entretanto, o que faz transformar um agrupamento de prédios, ruas e pessoas em uma *Smart City* é a integração de sistemas, processos, infraestruturas e serviços, apoiados por tecnologias facilitadoras e inclusivas, que se utiliza de um ambiente inovador, instituições orientadas para a inovação e espaços colaborativos virtuais, entre outras ferramentas de auxílio ao cidadão (Kobayashi et al., 2017; Komninos, 2009).

O modelo de *Smart Cities* relaciona-se com o desenvolvimento sustentável, baseado no aperfeiçoamento do investimento social, do capital humano, das comunicações, e da infraestrutura, assegurando a sinergia entre esses elementos de inovação e a sua incorporação pela comunidade (Duran & Perez, 2015). As mais recentes pesquisas em *Smart Cities* se fundamentam nos principais elementos que incluem a governança do município, as tecnologias inteligentes e o desenvolvimento social dos cidadãos (Heaton & Parlikad, 2019; Pinochet et al., 2019), englobados no modelo multidimensional de Yigitcanlar et al. (2018).

O uso das tecnologias deveria contribuir com informações aos gestores e cidadãos para agregar valor à cidade (Lim et al., 2018), tendo por fim gerar bem-estar e desenvolvimento dos cidadãos (Silva et al., 2019). No entanto, a disponibilidade de recursos nem sempre resulta em investimento social. O modelo de burocracia estatal demanda tecnologias que muitas vezes estão limitadas a digitalização de serviços para redução de pessoal ou de tempo, sem implicar necessariamente numa modernização da gestão (Bolivar, 2018; Chourabi et al., 2012).

De outro lado, muitas tecnologias são desenvolvidas com grande quantidade de dados e algoritmos, no entanto para problemas teóricos ou isolados que não resolvem problemas para o cidadão na sua rotina (Mora et al., 2017). Esses fatores são corroborados na existência de lacuna na pesquisa de *Smart Cities* decorrente de implicações indesejadas ou sem utilidade da tecnologia no cotidiano do cidadão (Yigitcanlar et al., 2018).

No âmbito educacional, assim como em outras áreas de políticas sociais, o conjunto de resultados e suas características são reduzidos a índices, indicadores e rankings. Ainda que essas simplificações sejam objeto de críticas (Travitzki, 2020), representam uma alternativa estratégica e viável para analisar um grupo grande de observações.

As tecnologias permitem acesso a diversos serviços públicos relacionados ao processo educacional, como as matrículas, as bibliotecas virtuais, os repositórios de dados e ferramentas digitais, metodologias ativas digitais, canais de aproximação entre professores e alunos, palestras, fóruns, atividades culturais, entre outros serviços educacionais diretos ou mesmo indiretos, desde que contribuam para melhores condições de estudo e aprendizado (Molnar, 2021). Essa relação entre as tecnologias inteligentes e o nível educacional da comunidade é coerente com a literatura, entretanto sua relação empírica por indicadores é pouco explorada, com potencial de revelar determinantes úteis ao desenvolvimento das comunidades. Diante disso esta pesquisa tem por objetivo analisar a relação entre os componentes das *Smart Cities*, sendo as tecnologias inteligentes, a governança fiscal da gestão pública e os indicadores educacionais dos municípios.

Os componentes fundamentais de uma *Smart City* precisam estar em sintonia com os objetivos estratégicos da comunidade (Nam & Pardo, 2011). Para aproximar de um conceito de *Smart City* é preciso o entendimento abrangente sobre como a natureza complexa e multidimensional

dos fatores determinantes das cidades inteligentes está ligada aos resultados desejados (Yigitcanlar et al., 2018).

A expectativa é de que as tecnologias inteligentes, a governança fiscal e a educação das comunidades interajam positivamente, como um sistema em contínua evolução. Entender empiricamente como esses determinantes se relacionam contribui para que os envolvidos possam determinar melhor as necessidades de investimento - humano e de capital - tanto em termos de governança fiscal, quanto de educação. Melhorar os indicadores educacionais de uma comunidade é fundamental para o seu desenvolvimento, e por isso precisa ser investida atenção especial para conhecer e entender melhor seus determinantes (Sadeh et al., 2020). A educação é um elemento fundamental das *Smart Cities*, mas o entendimento sobre a sua evolução é ainda mais importante para aquelas comunidades com condições sociais precárias e que precisam se desenvolver (Liu et al., 2017).

Neste contexto, os resultados desta pesquisa contribuem com a literatura de *Smart Cities*, ao analisar as relações diretas e indiretas dos seus principais componentes: as tecnologias inteligentes, a governança fiscal da gestão pública e os indicadores de educação. No âmbito social, possibilita que a governança fiscal, cujo principal elemento é o recurso financeiro, seja melhor gerida pelos gestores visando à promoção de políticas públicas educacionais instrumentalizadas por meio da tecnologia (Heinsfeld & Pischetola, 2019).

A institucionalização do uso de tecnologias no processo educacional, além da capacidade de melhorar o aproveitamento do aluno, potencializa seu controle e monitoramento por indicadores como instrumento de gestão mais efetiva (Vitelli et al., 2018), facilitando a compreensão das necessidades educacionais, que é vista por Zhao et al. (2021) como um desafio das cidades inteligentes. O desenvolvimento da pesquisa empírica, no intuito de alcançar as respostas e indicar soluções ao problema percorrido pelo objetivo da pesquisa, é fundamentado no referencial teórico, enquanto os procedimentos metodológicos são detalhadamente descritos na sequência deste manuscrito. A prospecção das contribuições da pesquisa é evidenciada no capítulo de análise e discussão dos resultados, e complementada no capítulo das conclusões, com as contribuições, limitações e sugestões de pesquisas futuras.

Referencial Teórico

A literatura que aborda *Smart Cities* possui foco na melhoria do relacionamento da cidade com os seus cidadãos e tem evoluído seguindo os avanços tecnológicos e sua aplicação no cotidiano social (Kobayashi et al., 2017; Pinochet et al., 2019). A terminologia *Smart City* foi inicialmente associada à importância das tecnologias na superação dos desafios locais, posteriormente agregando o capital humano e as questões ambientais (Brandão & Joia, 2018; Chourabi et al., 2012).

As comunidades buscam resolver problemas cotidianos de eficiência e sustentabilidade, enquanto as empresas desenvolvem produtos e serviços com elevada carga tecnológica gerando um mercado em expansão (Angelidou, 2015). Nesse escopo, a modernização das cidades e dos serviços disponibilizados à comunidade juntamente com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) resultam em inovação que otimiza a gestão eficiente dos recursos e, consequentemente a qualidade de vida dos cidadãos (Duran & Perez, 2015; Pinochet et al., 2019; Yigitcanlar, 2016).

As *Smart Cities* estão envolvidas no mais moderno modelo de gestão pública e de governança com foco na geração de melhores resultados aos cidadãos (Madeira et al., 2017). Elas passaram a ser consideradas como alternativa de se garantir maior capacidade de acesso aos direitos básicos do cidadão como a educação, entre outros serviços úteis (Marsal-Llacuna, 2015). A otimização do uso da infraestrutura física, tecnológica ou virtual permite maior acesso aos serviços tipicamente

presenciais (Leite & Awad, 2012), oferecem suporte para a prestação de serviços, além de permitir uma abordagem instrumental para mensurar indicadores de desempenho do setor público e seu impacto na educação local (Matias-Pereira, 2009; Sokhi-Bulley, 2011).

Numa sociedade moderna, a qualidade e atenção ao ambiente urbano, o nível de educação, e o acesso e uso das TICs estão positivamente correlacionados com a riqueza urbana (Yigitcanlar et al., 2018). Nessa linha, Heaton e Parlikad (2019) destacam os três principais elementos das *Smart Cities*, que inclui governança (gestão e política), tecnologia (software, hardware e plataformas) e as necessidades das pessoas (educação, saúde, segurança, entre outros).

As cidades que agregam esses três elementos, formam um ambiente propício para a indução de estratégias em políticas públicas, principalmente no contexto brasileiro. No âmbito das políticas públicas educacionais, identificam-se nomenclaturas diversas como tecnologias educacionais, tecnologias da informação e da comunicação, tecnologias digitais, tecnologias sociais, novas tecnologias, nesta pesquisa designadas como tecnologias inteligentes.

A operacionalização da análise do impacto na educação empregou por disponibilidade os indicadores educacionais que compõem o índice de Desenvolvimento Municipal FIRJAN (2020) dos municípios brasileiros. Esses índices são desenvolvidos com base em estatísticas públicas oficiais de atendimento à educação infantil, abandono no ensino fundamental, distorção idade-série no ensino fundamental, docentes com ensino superior no ensino fundamental, média de horas-aula diárias no ensino fundamental, e o resultado do IDEB no ensino fundamental.

Tecnologias Inteligentes

O principal pilar conceitual da literatura *Smart City* consiste no uso de TICs, que aplicadas ao capital humano podem aprimorar processos e resolver problemas urbanos com o objetivo de melhorar a qualidade de vida para os seus cidadãos (Camero & Alba, 2019; Pinochet et al., 2019). As TICs são importantes para melhorar o perfil competitivo de uma cidade (Yigitcanlar, 2016).

Existe uma diversidade de TICs aplicadas no ambiente urbano para facilitar o exercício da cidadania (Yigitcanlar et al., 2018). Tratam-se de TICs focadas no aperfeiçoamento da funcionalidade dos sistemas urbanos e no avanço das redes de transferência de conhecimento e de inovação (Angelidou, 2017).

A pesquisa considerou por critério de disponibilidade o indicador de *Smart City* da Teleco Informação (2020), pelo indicador de Serviços Inteligentes, composto por dois eixos - Serviços Utilizados diretamente pelo Cidadão e Gestão Municipal, e o indicador de Conectividade, bem como o indicador geral de Tecnologias Inteligentes, dispostos na Tabela 1.

Entre os pilares das *Smart Cities* está a comunicação a partir de maior quantidade de dados úteis à sociedade, permitindo inclusive um maior acompanhamento da gestão e consequente participação relevante e rápida proporcionada pelos meios de comunicação em massa e redes sociais, que podem capturar demandas sociais emergentes e comunicar de forma mais assertiva. Essas relações podem promover a ação participativa e o compromisso da população, contribuindo para a coesão econômica, política, tecnológica e social (Duran & Perez, 2015).

A *Smart City* possui uma estratégia de oferecer suporte com dispositivos eletrônicos, como aplicativos de planejamento de tráfego, monitoramento dos cidadãos, assistência médica pública, segurança, economia e planejamento urbano entre outros (Angelidou, 2017; Qasem & AlMobaideen, 2019). De forma ampla e independente do contexto, as tecnologias são percebidas como fator de aceleração do desenvolvimento das comunidades (Heinsfeld & Pischetola, 2019). Esse conjunto de TICs é baseado em grande massa de informações e uma estrutura para uso desses dados (Lim et al., 2018; Mora et al., 2017).

Tabela 1*Elementos do Indicador de Tecnologias Inteligentes*

Eixo	Categorias	Indicador
Serviços Inteligentes ao Cidadão	Mobilidade Urbana	Pagamento de estacionamento em via pública pela web, sensor de vagas de estacionamento em via pública, locação on-line de bicicletas, orientação de trânsito ao usuário, bilhete eletrônico de transporte público, horários de transporte público.
	E-Gov	Consulta de processos administrativos on-line, emissão de licenças, certidões, permissões e outros serviços on-line, emissão de boletos de tributos ou outros meios de pagamento, agendamentos de atendimentos, serviços de informações de turismo, cultura, e outros serviços.
Serviços Inteligentes ao Cidadão	Educação / Saúde	Agendamento de consultas, exames e internação, utilização do celular / <i>tablet</i> em sala de aula, matrículas online, acesso remoto a tarefas e conteúdos educacionais.
Serviços Inteligentes a Gestão Pública		Semáforos inteligentes, câmeras de vigilância, bases de informação de segurança pública, monitoramento eletrônico de bueiros, prontuário médico integrado, iluminação pública com eficiência monitorada, monitoramento de limpeza pública.
Conectividade		Estações de Rádio Base (ERBs) e Redes de Telecomunicação (subterrâneas ou aéreas).

Fonte: Teleco Informação (2020).

O aprimoramento de TICs também estimula amplas reformas institucionais nos governos como a incorporação de ferramentas de gestão, governança e controle. Essas medidas ampliam a cultura de responsabilidade administrativa expandindo a transparência e o aperfeiçoamento da gestão municipal (Klering et al., 2012).

A participação democrática decorrente da gestão transparente pode ser alcançada com maior efetividade de participação por meio de mecanismos inteligentes e de empoderamento social. O uso das tecnologias contribui com informações para as partes interessadas executarem melhor seus processos criando valor e melhor estrutura fiscal (Lim et al., 2018).

A cidade inteligente está focada no cidadão e em suas necessidades, atuando no apoio a políticas públicas e numa governança que possa promover os serviços necessários aos cidadãos, enquanto a política fiscal adequada permite maior capacidade financeira e proporciona maior autonomia às autoridades locais (Cunha et al., 2016; Khatoun & Zeadally, 2016, Pinochet et al., 2019). A partir desses pressupostos, desenvolve-se a Hipótese 1:

H1: Existe relação positiva entre as Tecnologias Inteligentes e a Governança Fiscal.

Os projetos de tecnologias inteligentes estão voltados ao desenvolvimento econômico e à qualidade de vida (Afzalan et al., 2017; Duran & Perez, 2015) nos meios mais flexíveis de inovação e trabalho (Neirotti et al., 2014). Com essas ferramentas, as *Smart Cities* são cidades construídas a partir da perspectiva dessa computação com ênfase na oferta de tecnologia aplicada à demanda social (Yigitcanlar et al., 2018).

Ao relacionar as tecnologias inteligentes com os indicadores sociais, identificam-se ferramentas diretamente relacionadas ao processo de aprendizado e ao contexto social em que os estudantes estão inseridos. Entre essas tecnologias, a biblioteca virtual permite o acesso ao acervo

bibliográfico em maior diversidade e disponibilidade; as salas de aulas virtuais possibilitam maior comodidade e aproveitamento das reuniões em grupo ou isoladamente com os professores, o armazenamento em nuvem digital permite acesso a essas apresentações em distintos momentos (assíncronos) para complementar as classes coletivas; os repositórios permitem o acesso a aplicações com distintas metodologias ativas para testar e reforçar o conhecimento adquirido ou mesmo para capturar a atenção dos alunos (lousa inteligente), além de diversas atividades culturais (Molnar, 2021).

No entanto, as tecnologias não se limitam ao ambiente de sala de aula, presencial ou virtual, pois também geram condições de acesso e permanência ao ambiente escolar, como o gerenciamento de matrículas mais rápido e em unidades mais próximas da residência do estudante, meios de mobilidade mais eficientes na gestão do tempo de deslocamento entre as escolas e residências, melhores oportunidades de trabalho para os pais e responsáveis garantem meios de subsistência suficientes para os estudantes, entre outros (Ali et al., 2021; Das et al., 2019).

A incorporação das tecnologias inteligentes ao âmbito escolar passa a dialogar com seu contexto, ampliando de simples discussão técnica e operacional de conceitos para o engajamento em práticas educacionais e sociais significativas (Lévy, 2016). Heinsfeld e Pischetola (2019) reforçam que as tecnologias são mais do que ferramentas estratégicas destinadas ao alcance de objetivos, contemplando também questões pedagógicas quando empregadas no ambiente educacional.

No Brasil, há algumas décadas são desenvolvidos projetos de aplicação da tecnologia na educação (Valente & Almeida, 2020), e nesse período os indicadores educacionais melhoraram. Novas estratégias de ensino, com aplicação de videogames, entre outras, são esperadas que produzam melhor desempenho escolar (Oceja & González-Fernández, 2020).

Na visão crítica de Ferreira e Lemgruber (2018), a tecnologia não seria neutra e possivelmente favoreceria a educação dos indivíduos. Assim, os resultados esperados das *Smart Cities* na literatura voltam-se para os diversos indicadores da qualidade de vida, inclusive os educacionais (Yigitcanlar et al., 2018). Diante disso, desenvolve-se a Hipótese 2:

H2: Existe relação positiva entre Tecnologias Inteligentes e os Indicadores Educacionais.

Esse indicador educacional considera o produto de diversos elementos caracterizadores do processo educacional, como frequência da educação infantil, evasão no ensino fundamental, distorção idade-série no ensino fundamental, professores com ensino superior no ensino fundamental, carga horária média diária no ensino fundamental e resultados do ensino fundamental.

Governança Fiscal

A burocracia de governo é dependente de inovadoras formas de governança para mitigar suas ineficiências (Bolivar, 2018). A governança inteligente é baseada na transparência, participação dos cidadãos, cooperação e acesso aberto a dados e informações por meio do auxílio de tecnologias e ferramentas digitais. Nesse contexto, a *Smart City* voltada à governança representa um conjunto de pessoas, políticas, práticas, recursos, normas sociais, tecnologias e informações que interagem para apoiar as atividades do governo (Chourabi et al., 2012).

As *Smart Cities* trabalham fortemente na governança pública a fim de otimizar a gestão e sua efetividade por meio de mecanismos inteligentes e de empoderamento social. Elas criam valor à comunidade por meio da promoção de um modelo de governança mais participativo (Yigitcanlar et al., 2018). A população é empoderada para, se assim desejar, obter dados e informações para processar o total conhecimento da gestão pública, podendo cobrar, fiscalizar e exercer o direito à cidadania e diminuir a possibilidade de autoridades abusarem em prol dos próprios interesses (Carvalho, 2012; Neirotti et al., 2014).

A transformação de cidades em *Smart Cities* passa pela promoção de políticas públicas incentivadoras da participação social (Caragliu & Del Bo, 2012). Nesse contexto, a governança pública aborda temas que vão desde questões de acessibilidade e mobilidade até planejamento de infraestrutura digital, desenvolvimento de mecanismos de participação pública, governança urbana, e políticas de sustentabilidade urbana (Yigitcanlar et al., 2018).

Marsal-Llacuna e Segal (2016) propõem uma estrutura de colaboração para coordenar tarefas complexas de governança de cidades inteligentes. Baseado em TICs, a transparência das atividades do governo amplia o empoderamento dos cidadãos e o envolvimento na gestão pública, integra a economia local com mercados nacionais e globais, e melhora os procedimentos de contratação de bens e serviços (Neirotti et al., 2014). O uso de tecnologias contribui com informações para as partes interessadas executarem melhor seus processos e assim agregar valor (Lim et al., 2018), e consequentemente uma melhor estrutura fiscal.

A *Smart City* volta-se às necessidades dos cidadãos, incluso o aprimoramento de políticas públicas, serviços necessários aos cidadãos, enquanto a política fiscal ajustada permite capacidade financeira para subsidiar essas ações (Cunha et al., 2016; Khatoun & Zeadally, 2016; Pinochet et al., 2019). A partir de uma maior capacidade econômica, a cidade pode investir em políticas públicas que geram maior bem-estar e desenvolvimento (Silva et al., 2019).

A análise da governança fiscal incorpora os indicadores de dados de governança fiscal dos municípios, parametrizados sob a conformidade com a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF). O índice é construído com os dados de cinco indicadores relevantes da gestão fiscal dos municípios, sendo eles a receita própria, os gastos com pessoal, os investimentos, a capacidade de liquidez e o custo da dívida, processados e desenvolvidos pela Firjan (2020), e detalhados na Tabela 2.

Tabela 2

Elementos do Indicador de Governança Fiscal

Indicador	Descrição
Receita Própria	Mede o total de receitas geradas pelo município, em relação ao total da receita corrente líquida, avaliando o grau de dependência das prefeituras.
Gastos com Pessoal	Representa quanto os municípios gastam com pagamento de pessoal, em relação ao total da receita corrente líquida.
Liquidez	Verifica se as prefeituras estão deixando recursos em caixa para fazer frente às despesas que foram postergadas para o ano seguinte, ponderado pela receita corrente líquida.
Investimentos	Acompanha o total de investimentos municipais em infraestrutura, em relação à receita corrente líquida.
Custo da Dívida	Corresponde às despesas de juros e amortizações, em relação ao total de receitas líquidas reais, avaliando o comprometimento do orçamento.

Fonte: Firjan (2020).

A maior disponibilidade de recursos econômicos pelo Estado e demais agentes econômicos resulta em melhores indicadores sociais, como indicadores de alimentação, de saúde, de renda e educacionais (Duran & Perez, 2015), inclusive com fortes evidências de pesquisas anteriores que identificaram relação entre indicadores de governança fiscal e indicadores sociais da comunidade (Leite Filho & Fialho, 2015). Essa relação entre gestão e desenvolvimento ocorre inclusive nas dimensões da governança fiscal e dos indicadores educacionais (Lima et al., 2014).

Os indicadores de governança fiscal assumem papéis relevantes no processo de planejamento para subsidiar a implantação, monitoramento e avaliação das políticas públicas (Guimarães &

Jannuzzi, 2016), inclusive as educacionais, que tendem a resultar em melhor aproveitamento e desempenho educacional. Esse melhor desempenho educacional é sintetizado em indicadores educacionais superiores. A relação entre os indicadores de Governança Fiscal e o Desenvolvimento da Comunidade é mantida (Freitas et al., 2019), inclusive denotando uma relação direta da influência da gestão fiscal no desenvolvimento educacional. Assim, foi estabelecida a Hipótese 3:

H3: Existe relação positiva entre Governança Fiscal e os Indicadores Educacionais.

A modernização das cidades, sua infraestrutura e serviços prestados à comunidade, com o uso de TICs pode gerar recursos e um aumento de qualidade de vida dos cidadãos (Duran & Perez, 2015). Em paralelo, a eficiência dos gastos públicos por meio de políticas públicas e a distribuição de renda garantem melhores indicadores de desenvolvimento social (Ervilha et al., 2013), inclusive quando se trata de reflexos indiretos no nível de escolarização (Oliveira & Daroit, 2020).

O foco das *Smart Cities* na tecnologia recebe críticas por não evitar problemas relacionados à falta de infraestrutura social, restrições de mercado, e práticas de corrupção (Yigitcanlar & Lee, 2014), e especificamente nas políticas públicas educacionais é preciso superar a disseminação digital em prol da sua incorporação nas práticas pedagógicas (Pischetola, 2016). O foco unidimensional para incorporação da tecnologia é uma limitação que gera desafios e precisa ser superada, em favor de uma visão multidimensional em que os eixos não são isolados (Deakin, 2014; Yigitcanlar et al., 2018).

Na educação, a adoção das TIC não é neutra e as suas aplicações são destinadas a apoiar a aprendizagem implicando em ações que podem gerar resultados mais eficientes (Farias & Resende, 2020). Além da simples instalação de softwares, é necessário rever a estrutura, organização e funcionamento - o que demanda investimento (Valente & Almeida, 2020). Mesmo entre docentes em formação, o nível de competências digitais é baixo, o que poderia ser mitigado com treinamento e recursos de software e hardware (Cuevas & Rosas, 2019; Farias et al., 2019; Silva et al., 2019).

A presença de uma classe criativa, a qualidade e a atenção dedicada ao ambiente urbano, o nível de educação, o acesso e o uso das TICs para a administração pública são todos positivamente correlacionados com a riqueza urbana (Caragliu et al., 2011). A *Smart City* melhora a produtividade e aumenta as oportunidades dos cidadãos, influenciando positivamente na redução da taxa de desemprego, o que gera melhores condições acadêmicas (Angelidou, 2015). Assim, a gestão local tem capacidade, recursos e competências para promover melhor desempenho escolar (Davis et al., 2020), seja pela sua ação de direção e/ou pela sua capacidade financeira de investir em políticas públicas.

Selwyn (2011) destaca o esforço global na consolidação de políticas públicas com objetivo de ampliar as tecnologias inteligentes ao cotidiano escolar por meio de infraestrutura apropriada ao acesso às tecnologias e à internet, o que naturalmente demanda elevados investimentos. Essa estratégia estaria em estágio inicial no Brasil nas últimas décadas (Heinsfeld & Pischetola, 2019). As relações entre tecnologias inteligentes, governança fiscal e educação podem promover a ação participativa e o compromisso da população, contribuindo para a coesão econômica, política, tecnológica e social (Duran & Perez, 2015), e assim, alunos com melhores condições socioeconômicas desenvolvem melhor desempenho escolar (Mann, 2019). Diante desse contexto, foi proposta a Hipótese 4:

H4: A Governança Fiscal medeia a relação entre as Tecnologias Inteligentes e os Indicadores Educacionais.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa emprega procedimentos de análise de dados de arquivo para o desenvolvimento da análise estatística, com característica exploratória quanto ao problema e descritiva quanto ao seu objetivo. Os dados foram coletados em bases de dados de entidades não governamentais, analisados estatisticamente e interpretados de acordo com a teoria e as hipóteses propostas. Para operacionalizar a pesquisa foram empregados dados que compõem três variáveis em análise: tecnologias inteligentes, governança fiscal e indicador educacional.

Dados socioeconômicos e de gestão fiscal costumam estar disponíveis em diferentes portais de dados abertos, no entanto as bases de *Smart Cities* são mais restritas, por isso esta variável tornou-se o critério de limitação da amostra geral. Para caracterizar as tecnologias inteligentes foram empregadas as cidades do *ranking* das 100 Cidades Inteligentes do Brasil (Teleco Informação, 2020), juntamente com o índice de gestão fiscal (IFGF) e o índice de desenvolvimento municipal (IFDM), ambos da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro - FIRJAN (Firjan, 2020).

A população da pesquisa corresponde às 100 cidades do *ranking* de *Smart Cities*, todavia seis municípios não constavam na variável de governança fiscal, resultando numa amostra de 94 unidades. Esse quantitativo atende ao tamanho da amostra necessária, cujo poder estatístico foi validado pela aplicação do software G*Power (Faul et al., 2009), considerando o nível de significância de 5 por cento, e um poder estatístico de 0,80, que para uma amostra de duas variáveis latentes preditoras exige uma amostra mínima de 68 unidades.

A partir das bases coletadas, foi estabelecido um plano de dados contendo as variáveis dos três construtos. Os indicadores educacionais foram extraídos do índice de Desenvolvimento Municipal FIRJAN (2020), enquanto o indicador de governança fiscal é composto das variáveis municipais de índices de receita própria, gastos com pessoal, investimentos, liquidez e custo da dívida, segundo a Tabela 2, ambos com parâmetros de quantificação, entre 0 e 1. Os índices de tecnologias inteligentes são compostos pela ponderação dos dois índices de tecnologias em serviços inteligentes para o cidadão e para a gestão pública e do índice de conectividade, conforme Tabela 1.

Na Tabela 3 são evidenciadas as dimensões de centralidade e variabilidade das variáveis do modelo da pesquisa. Apesar da disponibilidade de dados de tecnologias de 100 *Smart Cities*, somente foram acessíveis os dados de governança fiscal de 94, empregado como parâmetro da análise das hipóteses relacionadas, bem como das relações de mediação.

A análise descritiva dos dados evidencia os níveis de oscilação e as extremidades de variação de cada variável deste estudo exploratório. Na sequência foram realizados procedimentos de análise da correlação dos indicadores que permitiu verificar uma relação comum padronizada entre as variáveis, de força e direção, em intervalos de 0 a 1 (Larson & Farber, 2010). Os resultados sinalizaram a relação linear entre as variáveis com elevada correlação entre alguns grupos de variáveis.

As variáveis de serviços inteligentes, conectividade e tecnologias das *Smart Cities* apresentaram correlação significativa com alguns conjuntos de dados dos demais grupos de variáveis, evidenciando a possibilidade de que a aplicação de modelo inferencial pudesse captar as relações entre as variáveis. O indicador educacional também apresentou relação positiva e significativa com as variáveis de receita própria, gastos com pessoal e a variável consolidada de governança, exceto as variáveis de investimento, custo da dívida e liquidez que não demonstraram significância, além de algumas com sentido inverso.

Tabela 3*Estatística Descritiva das Variáveis*

Construto	Var.	Descrição	Obs.	Média	Desv.P.	Mín.	Máx.
Governança Fiscal (GF)	ED	Educação	100	0,81	0,10	0,61	0,99
	GF	IFGF	94	0,57	0,12	0,19	0,84
	RP	Receita Própria	94	0,77	0,20	0,24	1,00
	GP	Gastos Pessoais	94	0,57	0,18	0,00	0,89
	IN	Investimentos	94	0,40	0,24	0,03	1,00
	LI	Liquidez	94	0,46	0,32	0,00	1,00
	CD	Custo da Dívida	94	0,74	0,15	0,22	0,96

Fonte: dados da pesquisa (2021).

A amostra apresenta suas próprias características em virtude da composição do indicador de *Smart Cities*, razão pela qual se optou por evidenciar as principais características da amostra de 94 cidades, e do restante das 5.477 cidades brasileiras. A análise da amostra considerou o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) dos Anos Iniciais (AI), dos Anos Finais (AF) e do Ensino Médio (EM), bem como a População estimada para 2020 e o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* de 2018.

A análise de diferenças entre as *Smart Cities* da amostra e as demais cidades brasileiras considerou a verificação de diferenças de variâncias por meio do Teste F de igualdade ou homogeneidade de variâncias. Nesse teste apenas não foi validada a variável de população estimada para 2020 para igualdade de variâncias, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4*Características da Amostra*

Grupo / Teste	Obs.	IDEB- AI	IDEB-AF	IDEB-EM	População	PIB-18
Amostra <i>Smart Cities</i>	94	5,94	4,72	4,09	851.222	37.376,06
Demais Cidades	5476	5,73	4,61	4,03	24.208	23.278,56
Test F		1,98***	1,64**	2,25***	0,00	1,67***
Test T (<i>default</i>)		-2,14**	-1,37*	-0,91		-5,58***
Test T (<i>unequal</i>)					-5,46***	

Nota: N = 94. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Na sequência testou-se eventual igualdade de médias das amostras, a qual demonstrou que o IDEB de anos iniciais e finais, o quantitativo populacional e o PIB da amostra de *Smart Cities* apresentam valores superiores que as demais cidades. Essa tendência apenas não foi estatisticamente significativa para o IDEB do ensino médio, o que pode estar relacionado ao fato de que o ensino médio é de responsabilidade legalmente atribuída aos governos estaduais. Pelo próprio escopo da pesquisa, decorrente da participação da amostra no *ranking* das 100 Cidades Inteligentes do Brasil, ela

apresenta características distintas da cidade brasileira média, mas com variabilidade suficiente (Tabela 3) para permitir a análise relacional entre as variáveis.

A análise dos dados é realizada por meio da técnica de modelagem de equações estruturais, estimada a partir dos Mínimos Quadrados Parciais (SEM-PLS). Essa técnica possibilita estimar uma série de equações de regressão múltipla separadas, mas interdependentes, de forma simultânea a partir das relações diretas e indiretas para as variáveis, de acordo com a especificação do modelo estrutural (Hair Jr et al., 2016).

Análises e Resultados

Modelo de Mensuração

A análise do modelo de mensuração para emprego de equações estruturais foi realizada com o software SmartPLS3.2.9, com a avaliação dos construtos por critérios de validade discriminante e convergente, cujos resultados constam na Tabela 5. A averiguação da validade convergente verifica a Confiabilidade Composta (CC), o Alfa de Cronbach e a Variância Média Extraída (AVE) dos construtos formados por distintas variáveis, assegurando linearidade entre os elementos empregados (Fornell & Larcker, 1981).

A convergência interna dos resultados de cada variável latente indica uma menor expectativa de erro e maior confiabilidade do instrumento, quanto mais próximo de 1,00, cuja literatura atribui valores mínimos necessários para a Confiabilidade Composta (CC), Alfa de Cronbach e Variância Média (AVE), respectivamente a partir de 0,7, 0,7 e 0,5 (Hair Jr. et al., 2016). A validade convergente foi alcançada com coeficientes satisfatórios mediante a exclusão sucessiva de variáveis de menor carga das variáveis de governança fiscal (custo da dívida e liquidez) e de tecnologias de *Smart Cities* (conectividade).

Tabela 5

Validades do Modelo

Construtos	Cronbach's Alpha	Confiabilidade Composta	AVE	Fornell-Larcker			R quadrado
				ED	GF	SC	
ED	1,000	1,000	1,000	1,000			0,297
GF	0,731	0,802	0,521	0,541	0,722		0,112
SC	0,972	0,986	0,973	0,242	0,334	0,986	-

Fonte: dados da pesquisa (2021).

Os resultados dos indicadores de Confiabilidade Composta e Alfa de Cronbach acima do valor de referência sinalizam que a amostra empregada está teoricamente livre de vieses e que as variáveis do plano de dados restantes são confiáveis (Hair Jr et al., 2016). A validade discriminante foi verificada a partir dos indicadores restantes após validação das cargas convergentes. Esses indicadores demonstraram-se satisfatórios em relação às cargas cruzadas, com a maior carga na diagonal principal.

Modelo Estrutural

A análise do modelo estrutural permite validar estatisticamente as relações entre os construtos e as conexões construídas no modelo teórico, seguindo uma estrutura de caminhos indicadas (Hair Jr et al., 2016). A validade do modelo estrutural depende da análise dos seguintes critérios: (i) tamanho e significância dos coeficientes de caminho; (ii) coeficientes de determinação de

Pearson (R^2) por meio da técnica de *bootstrapping*; (iii) Relevância Preditiva (Q^2) na plataforma *blindfolding*; além dos (iv) tamanhos do efeito (F^2) (Hair Jr. et al., 2016).

No *bootstrapping*, as subamostras são criadas a partir de observações retiradas aleatoriamente do conjunto original de dados (com substituição) e depois utilizadas para estimar o modelo de caminhos do PLS. Neste caso foram geradas 3.000 subamostras diferentes (N), como recomendado por Hair Jr et al. (2016), cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2) apresentaram valores relevantes nas variáveis dependentes de governança fiscal e nos indicadores educacionais. A análise também indica relevância para o objetivo da pesquisa, que é a apropriação R^2 evidenciando que o modelo explica 39 por cento da variação do desenvolvimento educacional na comunidade. Os coeficientes de caminhos apresentam os elementos estatísticos que fundamentam os resultados das hipóteses teóricas.

Tabela 6

Efeitos Entre os Construtos – Diretos e Indiretos

Hip.	Relação Estrutural	Coef.	p-valor	R^2	Q^2	F^2
H ₁	Tecnologias-> Governança	0,334	0,000*	0,112	0,045	0,339
H ₂	Tecnologias -> Educação	0,069	0,367			
H ₃	Governança Fiscal -> Educação	0,518	0,000*	0,297	0,276	0,132
H ₄	Tecnologias -> Governança -> Educação	0,173	0,000*			

Nota: N = 94. * $p < 0,01$.

Os resultados estatísticos permitem a validação parcial das hipóteses teóricas fundamentadas no referencial com os principais elementos das *Smart Cities* (Heaton & Parlikad, 2019; Sun et al., 2016). A análise dos coeficientes dos efeitos diretos, tendo como origem as tecnologias de *Smart Cities*, validou somente a relação proposta para a hipótese 1 com a governança fiscal (H1: 0,334, p -valor 0,000). No entanto não foi possível validar a hipótese de pesquisa da relação com os indicadores educacionais (H2: 0,069, p -valor 0,367).

A primeira hipótese da relação das tecnologias de *Smart Cities* foi significativa e positiva sobre a governança fiscal dos municípios, referendando que as TICs aplicadas agregam valor aos municípios (Lim et al., 2018). Essa relação é da vinculação dos elementos tecnológicos como aplicações de transparência e controle social, bem como aplicativos de cobrança e arrecadação, refletindo em melhores indicadores fiscais de receita e investimentos (capital) e de servidores públicos (gastos com pessoal), e ações de promoção econômica (Chourabi et al., 2012; Duran & Perez, 2015).

Esses resultados empíricos confirmam as proposições de que as TICs promovem um modelo de governança mais participativo, que reduz o desperdício e o desvio de recursos públicos (Carvalho, 2012; Neirotti et al., 2014; Yigitcanlar et al., 2018), bem como promovem desenvolvimento econômico local e consequente aumento das receitas públicas (Caragliu et al., 2012; Cunha et al., 2016; Khatoun & Zeadally, 2016; Yigitcanlar et al., 2018).

Diferente do esperado para a hipótese (H2) de que as tecnologias de *Smart Cities* influenciam a melhoria da Educação local, ou de seus indicadores, tal hipótese não foi validada. Esses resultados evidenciam que a existência de tecnologias inteligentes não garante um maior nível educacional dos cidadãos nos termos de Caragliu et al. (2011). São resultados que divergem do esperado na aplicação de Ocejá e González-Fernández (2020).

Os benefícios das tecnologias para os indicadores educacionais não foram percebidos somente pela disponibilidade de tecnologias. Essas TICs podem estar no estágio inicial e somente facilitar o contato dos cidadãos com as políticas públicas, como inscrição e gerenciamento de

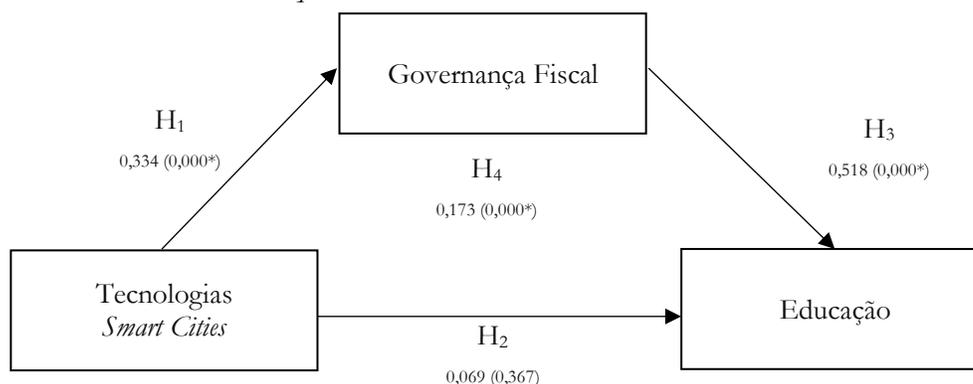
matrículas on-line (Marsal-Llacuna, 2015; Yigitcanlar et al., 2018) além de alcançar as tecnologias inteligentes na perspectiva da oferta e não da demanda social (Yigitcanlar et al., 2018). Divergindo da proposição de Ferreira e Lemgruber (2018), de que as tecnologias não são neutras, neste caso elas não foram capazes de influenciar diretamente os indicadores educacionais, ou seja, apresentaram características de neutralidade.

As causas podem ser decorrentes de diversos problemas organizacionais, como a falta de institucionalização das tecnologias pelas prefeituras e escolas, a ausência de divulgação para os usuários, linguagem divergente entre programadores e usuários, restrições financeiras para aquisição de recursos tecnológicos e contratação de serviços de conectividade pelas famílias, aversão à tecnologia, entre outras limitações. Exemplo hipotético seria o caso da contratação de bibliotecas virtuais para as escolas sem a devida incorporação na rotina de estudos dos alunos, aplicativos (APPs) pedagógicos disponíveis globalmente, mas pouco utilizados, ou mesmo por não possuir computador ou internet em casa para acessar um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Portanto, as tecnologias isoladas não evitam problemas sociais (Yigitcanlar & Lee, 2014).

A relação entre governança fiscal e os indicadores de Educação da terceira hipótese teórica foi validada estatisticamente (H3: 0,518, p -valor 0,000*). A governança fiscal relaciona-se positivamente aos indicadores de educação, ou seja, maiores níveis de governança refletem em maiores indicadores educacionais, indicando o necessário equilíbrio dos projetos de *Smart Cities* (Yigitcanlar, 2016). Essa indicação incorpora a disponibilidade de recursos para o custeio de políticas públicas aplicadas em benefício aos cidadãos. Tais resultados corroboram indicativos da literatura (Guimarães & Jannuzzi, 2016; Leite Filho & Fialho, 2015; Lima et al., 2014; Madeira et al., 2017).

As *Smart Cities* com maior governança fiscal possuem proporcionalmente maiores receitas, investimentos em equipamentos e capital humano, e conseqüentemente maior capacidade de oferecer políticas públicas que resultem em maior qualidade de vida aos cidadãos, inclusive no que tange aos meios para qualificar educacionalmente seus habitantes. Os efeitos da governança fiscal na educação possibilitam qualificar uma relevante limitação das TICs, pois os recursos financeiros permitem acesso inclusive a serviços públicos tipicamente físicos (Leite & Awad, 2012). Essas evidências reforçam as premissas da governança fiscal que propicia maior desenvolvimento dos cidadãos (Cunha et al., 2016; Khatoun & Zeadally, 2016; Pinochet et al., 2019).

Os dados da relação das tecnologias com os indicadores de educação permitiram o teste do relacionamento indireto dessa relação, com efeito mediado pela governança fiscal, desenhado teoricamente na quarta hipótese de pesquisa. Esta quarta hipótese de pesquisa formulada a partir da mediação da governança fiscal entre as tecnologias inteligentes e a educação foi validada estatisticamente (H4: 0,173, p -valor 0,000*) resultando em efeitos totais de caminhos relevantes para a educação (0,242), representada de forma consolidada com as demais hipóteses na Figura 1. As evidências desta quarta hipótese permitem incrementar as possibilidades de que as tecnologias inteligentes influenciem os indicadores educacionais da comunidade, qualificando os elementos da segunda hipótese de relação direta refutada. Esses resultados corroboram o reflexo indireto das tecnologias na educação (Oliveira & Daroit, 2020).

Figura 1*Resultado do Modelo da Pesquisa*

Esse cotejamento entre a segunda hipótese que não validou a relação das tecnologias inteligentes diretamente nos indicadores educacionais, e a quarta hipótese vinculando a influência das tecnologias inteligentes junto à governança fiscal, e desta nos indicadores educacionais permitiu identificar a existência de efeitos indiretos da relação, explicando a possibilidade de superação das limitações de eixos isolados de governança e desenvolvimento (Deakin, 2014). Esta relação com o emprego de mediação de uma terceira variável é teoricamente conhecida como uma mediação total entre variáveis (Bido & Silva, 2019).

Os resultados da incorporação da governança fiscal permitem reforçar a indicação de que as TICs aplicadas com recursos humanos e materiais melhoram a qualidade de vida dos cidadãos (Camero & Alba, 2019; Neirotti et al., 2014; Pinochet et al., 2019). Elas se aproximam do conceito de não neutralidade atribuído por Valente e Almeida (2020), mas relacionadas a investimentos em estruturas, organização e funcionamento.

As tecnologias educacionais em plena evolução estão amplamente disponíveis no mercado e reconhecidas como capazes de auxiliar no processo educacional. No entanto, algumas dessas TICs têm elevado custo limitante que dependem da promoção estatal, e outras inclusive gratuitas, mas que ainda assim para sua efetividade demandam institucionalização pelas escolas, normalmente mediante alocação de servidores, muitas vezes carentes de treinamento (Cuevas & Rosas, 2019; Silva et al., 2019).

Plataformas e bibliotecas virtuais, conteúdos digitais, sistemas de gestão educacional e softwares pedagógicos diversos, isoladamente não refletem em maior nível educacional, conforme a segunda hipótese de pesquisa. Tão somente mediante uma maior governança fiscal do município é possível alcançar melhores indicadores de educação com o emprego de tecnologias inteligentes (Davis et al., 2020). A partir de maior capacidade financeira dos municípios é possível alocar servidores para customizar plataformas de ensino, adaptar os conteúdos curriculares às ferramentas tecnológicas, capacitar professores para o emprego das tecnologias, e a contratação de infraestrutura de hardware, software e internet para as escolas, professores e alunos que não dispõem de condições próprias para aquisição. Esses são exemplos de ações que dependem de investimento estatal.

Essas evidências também indicam que as TICs inteligentes incorporadas na sociedade e no setor público proporcionam maior empoderamento social e arrecadação, características da governança fiscal, refletindo em maior capacidade de patrocinar políticas públicas promotoras da educação para seus cidadãos. Esse fato vincula os principais elementos teóricos das *Smart Cities*, entre os quais as TICs, a gestão pública e os cidadãos (Heaton & Parlikad, 2019; Silva et al., 2019; Yigitcanlar et al., 2018).

A gestão de políticas públicas pode apropriar elementos dos resultados da pesquisa pelo reconhecimento da necessidade de governança fiscal e consequente investimento em infraestrutura para a incorporação das tecnologias em benefício do processo educacional, corroborando Lévy (2016). Essas políticas educacionais podem abordar o processo de ensino por meio do investimento nas diversas tecnologias empregadas diretamente no processo de ensino (Molnar, 2021), mas também pelo desenvolvimento social da comunidade que indiretamente permite melhores condições para que a criança possa se desenvolver satisfatoriamente nas classes escolares (Ali et al., 2021).

Partindo das indicações de Heinsfeld e Pischetola (2019) de que o Brasil já vem há alguns anos nesse processo de investimentos pouco efetivos em tecnologias educacionais, os resultados empíricos da pesquisa revelam evidências que podem contribuir para a maior eficácia desse esforço. Os resultados demonstram que a simples disponibilidade de tecnologias (como as educacionais, muitas vezes de significativo valor) não é efetiva diretamente, se não for acompanhada de meios eficazes para a incorporação das tecnologias às práticas pedagógicas.

Ainda assim, direta ou indiretamente, os resultados reforçam a proposição de Selwyn (2011) da importância do esforço na consolidação de políticas públicas para emprego das tecnologias no cotidiano escolar. A partir desses esforços para apropriação das tecnologias educacionais, elas podem acelerar o desenvolvimento das comunidades (Heinsfeld & Pischetola, 2019).

Conclusões

A pesquisa teve como objetivo analisar a relação entre as tecnologias *Smart Cities*, a Governança Fiscal e a Educação. A análise dos resultados estatísticos das hipóteses permitiu corroborar relações previstas na literatura bem como identificar limitações no relacionamento direto entre as tecnologias e os indicadores educacionais.

Os indicadores educacionais na condição de objetivo das comunidades organizadas em cidades foram identificados como resultado de uma melhor governança fiscal, pois a maior capacidade financeira em termos de investimentos em equipamentos e servidores aproxima os serviços públicos do cidadão, como a educação. Essa indicação destaca a importância da gestão fiscal dos municípios, com maior controle financeiro, transparência e arrecadação eficiente.

A governança fiscal demonstrou reflexo nesta pesquisa, das tecnologias inteligentes que geram valor para a governança da cidade. Essa evidência fundamenta-se no consumo de tecnologias para a eficiência do processo de arrecadação tributária, e pela transparência ativa para o controle social que proporciona eficiência e economia no emprego dos recursos públicos.

Entretanto, os resultados estatísticos evidenciaram que as tecnologias inteligentes não demonstraram relação direta com a Educação. Essa constatação difere do proposto na literatura, indicando que a disponibilidade tecnológica ao cidadão não garante maiores indicadores educacionais, ou seja, essa relação carece de outros fatores explicativos.

As tecnologias inteligentes influenciam a governança fiscal, e esta impacta na melhoria dos indicadores educacionais, vinculando os principais elementos das teorias de *Smart Cities*. A partir da influência da governança fiscal, a relação indireta entre as tecnologias inteligentes e a Educação foi validada, por mediação com efeito da governança fiscal. Assim, percebe-se que as tecnologias refletem em maior arrecadação e otimização do processo de controle e gestão de recursos. Essa maior capacidade financeira permite o investimento em equipamentos e pessoal para a prestação de serviços públicos de educação.

Os resultados contribuem com a literatura de *Smart Cities* ao demonstrar as inter-relações entre as variáveis, como um sistema complexo e dinâmico, em especial os indicadores e as variáveis de governança do modelo teórico multidimensional de Yigitcanlar et al. (2018), e no contexto de

tecnologias educacionais. Esses resultados evidenciam claramente a ambiguidade entre a ineficácia da simples disponibilidade de tecnologias e a efetividade dos meios na incorporação dessas tecnologias inteligentes, que não influenciaram diretamente na Educação. Essa relação é complementada e viabilizada com a mediação da governança fiscal cujo principal elemento é o recurso financeiro.

Implicações práticas podem ser direcionadas para os gestores públicos, visto que a eficiência da gestão pública pode ser incrementada com a inclusão de tecnologias inteligentes voltadas para a relação do contribuinte e do controlador do município. Além disso, a ausência de relação direta das tecnologias disponíveis nos indicadores educacionais indica a necessidade de que seja incentivada a institucionalização de tecnologias no processo educacional, bem como a ampliação da conectividade dos cidadãos, por meio de uma governança municipal.

De forma geral, em termos de políticas educacionais, observa-se que a inclusão de tecnologias no ambiente de educação por si só não garante maior desenvolvimento educacional. Por outro lado, evidencia-se que a institucionalização do uso de tecnologias no processo educacional de cidades inteligentes é promissora para mantê-las em nível superior, mas que isso somente é efetivo se acompanhado de uma boa gestão dos recursos, a partir do monitoramento por indicadores. Esse controle poderá auxiliar inclusive os gestores públicos a compreenderem as carências educacionais, tanto em termos de capacitações quanto de investimentos, visto que a educação pode ser um alicerce perene para o avanço de qualquer centro urbano, seja em aspectos humanos, físicos ou ambientais.

A despeito da busca do rigor metodológico e do alcance dos objetivos, limitações são inerentes à pesquisa, e nesta destaca-se o caráter sintético e limitado do uso de indicadores como instrumento de demonstração da qualidade do processo educacional ou de seus resultados. Além disso, a amostra limitada a 94 observações, em cortes transversais temporais restringe a aplicabilidade de modelos estatísticos mais robustos e a extrapolação dos resultados para toda a população. Diante dessas dificuldades e restrições, insurge a sugestão de novas pesquisas aprofundarem o estudo dessas relações, como a mensuração mais detalhada do desempenho educacional do aluno e as tecnologias envolvidas para esse grupo, bem como as implicações orçamentárias da governança fiscal em gastos de despesa pública da função Educação.

Referências

- Afzalan, N., Sanchez, T. W., & Evans-Cowley, J. (2017). Creating smarter cities: Considerations for selecting online participatory tools. *Cities*, 67, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.04.002>
- Ali, K., Yaseen, M. R., Makhdum, M. S. A., Quddoos, A., & Sardar, A. (2021). Socioeconomic determinants of primary school children dropout: A case study of Pakistan. *International Journal of Educational Management*, 35(6), 1221-1230. <https://doi.org/10.1108/IJEM-04-2021-0144>
- Angelidou, M. (2015). Smart Cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.004>
- Angelidou, M. (2017). The role of Smart City characteristics in the plans of fifteen cities. *Journal of Urban Technology*, 24(4), 3-28. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.004>
- Bido, D., & Silva, D. (2019). SmartPLS 3: Especificação, estimação, avaliação e relato. *Administração: Ensino e Pesquisa*, 20(2), 1-31. <https://doi.org/10.13058/raep.2019.v20n2.1545>
- Bolivar, M. P. (2018). Governance models and outcomes to foster public value creation in Smart Cities. *Scienze Regionali*, 17(1), 57-80. <https://doi.org/10.14650/88817>

- Brandão, M., & Joia, L. A. (2018). A influência do contexto na implantação de um projeto de Cidade Inteligente: O caso Cidade Inteligente Búzios. *Revista de Administração Pública*, 52(6), 1125-1154. <https://doi.org/10.1590/0034-761220170133>
- Camero, A., & Alba, E. (2019). Smart City and information technology: A review. *Cities*, 93, 84-94. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.014>
- Caragliu, A., & Del Bo, C. (2012). Smartness and European urban performance: Assessing the local impacts of smart urban attributes. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 97-113. <https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660323>
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Carvalho, R. D. S. (2012). *A importância da Lei de Responsabilidade Fiscal na gestão pública brasileira*. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/44587>
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A. & Scholl, H. J. (2012). Understanding Smart Cities: An integrative framework. In 45th *Hawaii International Conference on System Sciences*, 2289-2297. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- Cuevas L., M., & Rosas, F. (2019). Student perceptions of a primary education degree and its impact on the development of their professional skills. *Education Policy Analysis Archives*, 27(147). <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3570>
- Cunha, M. A., Przeybilowicz, E., Macaya, J. F. M., & Burgos, F. (2016). *Smart Cities: Transformação digital de cidades*. São Paulo, Brasil. Disponível em: https://ceapg.fgv.br/sites/ceapg.fgv.br/files/u60/ebook_smart_cities.pdf
- Das, S., & Biswas, A. K. (2019). Quality and determinants of primary Education in rural India. <http://doi.org/10.2139/ssrn.338739>
- Davis, K., Rogers, D., & Harrigan, M. (2020). A review of state policies on principal professional development. *Education Policy Analysis Archives*, 28(24). <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4421>
- Deakin, M. (2014). Smart Cities: The state-of-the-art and governance challenge. *Triple Helix*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0007-9>
- Duran, J., & Pérez, V. (2015, November). Smart, innovative and sustainable cities for the future income: Caracas city. In *2015 IEEE Thirty Fifth Central American and Panama Convention (CONCAPAN XXXV)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CONCAPAN.2015.7428474>
- Ervilha, G. T., Alves, F. F., & Gomes, A. P. (2013). Desenvolvimento municipal e eficiência dos gastos públicos na Bahia: Uma análise do IFDM a partir da metodologia DEA. *Encontro de Economia Baiana*, 9, 106-124.
- Farias, J., & Resende, M. (2020). Impact of training on the implementation of a new electronic system and acceptance of new technologies in a federal institution of higher education. *Revista de Administração da UFSM*, 13(4), 773-791. <https://doi.org/10.5902/1983465932624>
- Farias, R. A. S., Sallaberry, J. D., Sousa, W. G. de, Freitas, M. M. de, & Dias, C. N. (2019). Dificuldades dos professores do curso de Ciências Contábeis: uma agenda de pesquisa. *Revista Docência do Ensino Superior*, 9, 1-20. <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2019.12249>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Ferreira, G., & Lemgruber, M. (2018). Educational technologies as tools: Critical considerations on a fundamental metaphor. *Education Policy Analysis Archives*, 26(112). <https://doi.org/10.14507/epaa.26.3864>

- Firjan. (2020). *Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)*. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/ifdm>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Structural equation models with unobservable variables and measurement error: *Algebra and Statistics*. <https://doi.org/10.2307/3150980>
- Freitas, M. M., Barbeta, P. A., Rosa, F. S., & Donaria, B. C. (2019). *O efeito da gestão fiscal no desenvolvimento local dos municípios brasileiros*. 103th Annual Meeting of the American Accounting Association.
- Guimarães, J. R. S., & Jannuzzi, P. M. (2016). Indicadores sintéticos no processo de formulação e avaliação de políticas públicas: Limites e legitimidades. In *Anais do XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, 1-18. Associação Brasileira de Estudos Populacionais. <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1275/1239>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2016). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage
- Heaton, J., & Parlikad, A. K. (2019). A conceptual framework for the alignment of infrastructure assets to citizen requirements within a *Smart Cities* framework. *Cities*, 90, 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.041>
- Heinsfeld, B. D., & Pischetola, M. (2019). O discurso sobre tecnologias nas políticas públicas em educação. *Educação e Pesquisa*, 45. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945205167>
- Khatoun, R., & Zeadally, S. (2016), Smart Cities: Concepts, architectures, research opportunities. *Communications of the ACM*, 59(8), 46-57. <https://doi.org/10.1145/2858789>
- Klering, L. R., Kruegel, A. J., & Stranz, E. (2012). Os pequenos municípios do Brasil – uma análise a partir de índices de gestão. *Análise – Revista de Administração da PUCRS*, 23(1), 31-44.
- Kobayashi, A. R. K., Kniess, C. T., Serra, F. A. R., Ferraz, R. R. N., & Ruiz, M. S. (2017). Cidades Inteligentes e sustentáveis: Estudo bibliométrico e de informações patentárias. *International Journal of Innovation*, 5(1), 77-96. <http://dx.doi.org/10.5585/iji.v5i1.159>
- Komninou, N. (2009). Intelligent cities: Towards interactive and global innovation environments. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 1(4), 337-355. <https://doi.org/10.1504/IJIRD.2009.022726>
- Larson, R., & Farber, B. (2010). *Estatística aplicada*, Cengage.
- Leite Filho, G. A., & Fialho, T. M. M. (2015). Relação entre indicadores de gestão pública e de desenvolvimento dos municípios brasileiros. *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, 20(67). <https://doi.org/10.12660/cgpc.v20n67.52080>
- Leite, C., & Awad, J. D. C. M. (2012). *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: Desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Bookman.
- Lévy, P. (2016). *As tecnologias da inteligência: O futuro do pensamento na era da informática*. Editora 34.
- Lim, C., Kim, K. J., & Maglio, P. P. (2018). Smart Cities with big data: Reference models, challenges, and considerations. *Cities*, 82, 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.011>
- Lima, V. M. A., Caldarelli, C. E., & da Camara, M. R. G. (2014). Análise do desenvolvimento municipal paranaense: Uma abordagem espacial para a década de 2000. *Economia e Desenvolvimento*, 26(1). <https://doi.org/10.5902/1414650911030>
- Liu, D., Huang, R., & Wosinski, M. (2017). *Smart learning in smart cities* (pp. 18-19). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-4343-7>
- Madeira, G. D. S., Guimaraes, T., & Mendes, L. D. S. (2017). Construindo governança eletrônica de cidades: um modelo de implementação de soluções para inovação e otimização da gestão pública. *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, 16(2), 55-71. <https://doi.org/10.12660/rgplp.v16n2.2017.78382>

- Mann, B. (2019). Whiteness and economic advantage in digital schooling: Diversity patterns and equity considerations for K-12 online charter schools. *Education Policy Analysis Archives*, 27(105). <https://doi.org/10.14507/epaa.27.4532>
- Marsal-Llacuna, M. L. (2015, June). Measuring the standardized definition of “Smart City”: A proposal on global metrics to set the terms of reference for urban “smartness”. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 593-611). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21407-8_42
- Marsal-Llacuna, M. L., & Segal, M. E. (2016). The Intelligent Method (I) for making “smarter” city projects and plans. *Cities*, 55, 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.006>
- Matias-Pereira, J. (2009). *Manual de gestão pública contemporânea*. Atlas.
- Molnar, A. (2021). Smart cities education: An insight into existing drawbacks. *Telematics and Informatics*, 57, 101509. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101509>
- Mora, L., Bolici, R., & Deakin, M. (2017). The first two decades of smart-city research: A bibliometric analysis. *Journal of Urban Technology*, 24(1), 3-27. <https://doi.org/10.1080/10630732.2017.1285123>
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, June). Conceptualizing *Smart City* with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times* (pp. 282-291). <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). *Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts*. *Cities*, 38, 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
- Oceja, J., & González-Fernández, N. (2020). University students and video games: Perceptions, use, and preferences according to gender. *Education Policy Analysis Archives*, 28(66). <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4181>
- Oliveira, B., & Daroit, D. (2020). Public policy networks and the implementation of the Bolsa-Família Program: An analysis based on the monitoring of school attendance. *Education Policy Analysis Archives*, 28(120). <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4499>
- Pischetola, M. (2019). *Inclusão digital e educação: A nova cultura da sala de aula*. Editora Vozes Limitada.
- Pinochet, L. H. C., Romani, G. F., de Souza, C. A., & Rodríguez-Abitia, G. (2019). Intention to live in a Smart City based on its characteristics in the perception by the young public. *Revista de Gestão*, 26(1), 73-92. <https://doi.org/10.1108/REG-06-2018-0077>
- Qasem, M. H., & AlMobaideen, W. (2019). Heterogeneity in IoT-based *Smart Cities* Designs. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (ijIM)*, 13(12), 210-225. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i12.9763>
- Sadeh, A., Feniser, C., & Dusa, S. I. (2020). Technology education and learning in smart cities. In *Developing Technology Mediation in Learning Environments* (pp. 78-95). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1591-4.ch005>
- Selwyn, N. (2011). ‘It’s all about standardisation’—Exploring the digital (re) configuration of school management and administration. *Cambridge Journal of Education*, 41(4), 473-488. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2011.625003>
- Silva, C. A., Santos, E. A., Maier, S. M., & Rosa, F. S. (2019). Urban resilience and sustainable development policies. *Revista de Gestão*, 27(1), 61-78. <https://doi.org/10.1108/REG-12-2018-0117>
- Sokhi-Bulley, B. (2011). Governing (through) rights: Statistics as technologies of governmentality. *Social & Legal Studies*, 20(2), 139-155. <https://doi.org/10.1177/0964663910391520>

- Sun, J., Yan, J., & Zhang, K. Z. (2016). Blockchain-based sharing services: What blockchain technology can contribute to Smart Cities. *Financial Innovation*, 2(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0040-y>
- Teleco Informação. (2020). *Cidades Inteligentes*. <https://www.teleco.com.br/cidadesdigitais.asp>
- Travitzki, R. (2020). Qual é o grau de incerteza do Ideb e por que isso importa?. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28, 500-520. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002801770>
- Valente, J., & Almeida, M. (2020). Brazilian technology policies in education: History and lessons learned. *Education Policy Analysis Archives*, 28(94). <https://doi.org/10.14507/epaa.28.4295>
- Vitelli, R. F., Fritsch, R., & Corsetti, B. (2018). Indicadores educacionais na avaliação da educação básica e possíveis impactos em escolas de Ensino Médio no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Educação*, 23. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782018230065>
- Zhao, F., Fashola, O. I., Olarewaju, T. I., & Onwumere, I. (2021). Smart city research: A holistic and state-of-the-art literature review. *Cities*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103406>
- Yigitcanlar, T. (2016). *Technology and the city: Systems, applications and implications*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315739090>
- Yigitcanlar, T., & Lee, S. (2014). Korean ubiquitous-eco-city: A smart-sustainable urban form or a branding hoax? *Technological Forecasting and Social Change*, 89, 100-114. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.034>
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Buys, L., Ioppolo, G., Sabatini-Marques, J., da Costa, E. M., & Yun, J. J. (2018). Understanding ‘Smart Cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. *Cities*, 81, 145-160. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.003>

Sobre os Autores

Leonardo Flach

Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

leonardo.flach@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4316-0704>

Professor Associado da Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-Doutor em Contabilidade e Finanças pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT/EUA). Doutor em Administração (UFRGS). Professor do Programa de Pós-Graduação em Contabilidade na Universidade Federal de Santa Catarina.

Jonatas Dutra Sallaberry

Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

Universidad de Murcia – Espanha

jonatas.sallaberry@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7492-727X>

Doutorando em Contabilidade na Universidade Federal de Santa Catarina em cotutela com a Universidad de Murcia (ESP). Professor e pesquisador de temáticas de governança e aplicação de tecnologias na gestão pública, revisa e publica manuscritos para eventos e periódicos brasileiros e internacionais.

Lauren Dal Bem Venturini

Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

laurenventurini@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4185-9842>

Doutoranda em Contabilidade na Universidade Federal de Santa Catarina com pesquisas na área de governança e divulgação de informações para a sociedade. Pesquisadora, revisa e publica e manuscritos para eventos e periódicos brasileiros.

Luísa Karam de Mattos

Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

luisakmattos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1990-3034>

Doutoranda em Administração na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui graduação em Administração de Empresas pela Universidade do Estado de Santa Catarina.

Bárbara Rocha Bittencourt

Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil

Instituto Federal do Paraná – Brasil

barbararb@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5435-7441>

Mestranda em Administração Universitária na Universidade Federal de Santa Catarina e servidora do Instituto Federal do Paraná. Pesquisa sobre a aplicação de tecnologias diretamente em apoio ao ensino e na gestão universitária. Autora de artigos publicados em periódicos do Brasil e da Espanha.

arquivos analíticos de políticas educativas

Volume 30 Número 24

22 de fevereiro 2022

ISSN 1068-2341



Este artigo pode ser copiado, exibido, distribuído e adaptado, desde que o(s) autor(es) e *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas* sejam creditados e a autoria original atribuídos, as alterações sejam identificadas e a mesma licença CC se aplique à obra derivada. Mais detalhes sobre a licença Creative Commons podem ser encontrados em <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas* é publicado pela Mary Lou Fulton Teachers College, Arizona State University. Os artigos que aparecem na AAPE são indexados em CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas, España) DIALNET (España), [Directory of Open Access Journals](#), EBSCO Education Research Complete, ERIC, Education Full Text (H.W. Wilson), PubMed, QUALIS A1 (Brazil), Redalyc, SCImago Journal Rank, SCOPUS, Socolar (China).

Para erros e sugestões, entre em contato com Fischman@asu.edu

EPAA Facebook (<https://www.facebook.com/EPAAAPE>) **Twitter feed** @epaa_aape.