

Fatores determinantes para cidades inteligentes no estado de São Paulo

JULIA MARCELOS FERNANDES
USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

THAÍS HELENA ZERO DE OLIVEIRA PEREIRA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

PERLA CALIL PONGELUPPE WADHY REBEHY
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

PEDRO LOPES CARDOSO DE MATTOS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

Agradecimento à órgão de fomento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Os autores agradecem o apoio da CAPES e do Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações (PPGAO) da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FEA-RP/USP) por permitirem a realização deste estudo.

FATORES DETERMINANTES PARA CIDADES INTELIGENTES NO ESTADO DE SÃO PAULO

1 INTRODUÇÃO

As cidades são sistemas complexos compostos por diversos elementos interconectados, como cidadãos, empresas, transportes e serviços, e enfrentam desafios crescentes diante da intensificação dos processos de urbanização. Nesse contexto, surgem abordagens inovadoras voltadas à transformação urbana, como as cidades criativas, sustentáveis e inteligentes, que vêm sendo impulsionadas por novas tecnologias e por mudanças nas formas de organização do espaço urbano (Neirotti et al., 2014). Para Lim et al. (2019), a cidade inteligente representa um caminho de transformação complexo e sistêmico, com o objetivo de aumentar a eficiência e promover o desenvolvimento econômico local, ao construir uma ponte entre duas megatendências contemporâneas: urbanização e digitalização.

A ideia de *Smart Cities* ganhou visibilidade a partir do Fórum Mundial de 1997, onde milhares de cidades passaram a adotar iniciativas alinhadas a esse conceito (Hollands, 2008). O conceito evoluiu para incluir o uso estratégico das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como fator competitivo (Caragliu et al., 2011) e da Internet das Coisas para ampliar a eficiência e transparência nos serviços públicos (Zanella et al., 2014).

Os estudos existentes demonstram uma predominância conceitual e empírica de cidades inteligentes nas temáticas relacionadas à Tecnologia da Informação e Comunicação e à qualidade de vida das pessoas, conectando-as, capacitando-as, a fim de promover interações constantes nas cidades e governança pública. Ainda assim, cidades ao redor do mundo continuam enfrentando desafios de mudanças climáticas, infraestrutura, bem-estar humano, acessibilidade e equidade, sustentabilidade urbana e governança (Obringer e Nateghi, 2021). Diante disso, torna-se necessário refletir de forma mais clara, na estrutura de avaliação, a importância de dimensões como infraestrutura inteligente, inovação, economia, serviços e governança para o enfrentamento desses desafios.

Nesse cenário, surge a necessidade de identificar quais dimensões efetivamente explicam o desempenho municipal nos rankings de cidades inteligentes, sobretudo considerando os instrumentos de avaliação existentes. Entre esses, destaca-se o *Ranking Connected Smart Cities (RCSC)*, que organiza e classifica municípios brasileiros a partir de indicadores agrupados em eixos como mobilidade, urbanismo, tecnologia, saúde, governança e empreendedorismo. Diante disso, esta pesquisa busca responder ao seguinte problema de pesquisa: quais são os fatores que explicam o desempenho de municípios paulistas como cidades inteligentes no *Ranking Connected Smart Cities*?

Assim, o objetivo deste estudo é identificar os fatores explicativos do desempenho de cidades paulistas no *Ranking Connected Smart Cities*, contribuindo para a compreensão das características que impulsionam a transição para modelos urbanos mais inteligentes, sustentáveis e conectados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora ainda haja escassez de estudos acadêmicos aprofundados sobre o tema (Chourabi et al., 2012), o interesse por cidades inteligentes tem crescido de forma significativa desde meados da década de 2010, impulsionado por fatores como o avanço da urbanização, as mudanças climáticas e o desenvolvimento de tecnologias como *big data* e inteligência artificial. Essa tendência se intensificou até 2023, refletindo a expectativa pública

quanto ao potencial transformador dessas soluções urbanas. Contudo, no ano de 2022, houve uma leve retração no volume de publicações, embora 2023 tenha apresentado retomada com a maior incidência de trabalhos até 2024. Tais oscilações podem estar associadas a entraves regulatórios, limitações tecnológicas e restrições orçamentárias (Pereira et al., 2024). Ainda assim, o conceito de cidade inteligente permanece relevante, especialmente pela sua capacidade de integrar tecnologia, sustentabilidade e participação cidadã no enfrentamento de desafios urbanos complexos.

O termo "cidade inteligente" emergiu inicialmente vinculado ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), com foco na automação de serviços urbanos, na coleta de dados em tempo real e na eficiência operacional das cidades. Nesse sentido, Lazarou e Roscia (2012) descrevem a cidade inteligente como aquela que representa o desafio do futuro, um modelo de cidade onde a tecnologia está a serviço da pessoa e da melhoria de sua qualidade de vida econômica e social. Zhao (2011) amplia esse entendimento ao conceituar a cidade inteligente como aquela que melhora a qualidade de vida, incluindo componentes ecológicos, culturais, políticos, institucionais, sociais e econômicos sem impor um fardo às gerações futuras.

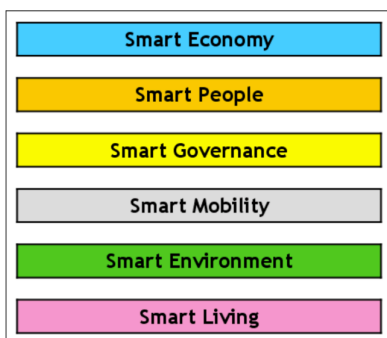
Por outro lado, autores como Nam e Pardo (2011) argumentam que uma cidade só pode ser considerada inteligente se combinar tecnologia com capital humano e estruturas institucionais inovadoras. Essa perspectiva reconhece que TICs são facilitadoras, mas não suficientes, e que o protagonismo das pessoas e da governança participativa é essencial para o sucesso das estratégias urbanas. Komninos (2011) reforça esse argumento ao conceber cidades inteligentes como territórios dotados de alta capacidade de aprendizagem e inovação, baseada na criatividade da população e nas instituições de produção de conhecimento.

A crítica ao viés tecnocêntrico na literatura nacional sistematiza três grandes correntes: uma abordagem centrada na infraestrutura tecnológica (como sensores, redes e *big data*), uma centrada nas pessoas (com foco em capital humano, participação cidadã e inovação social) e uma terceira integrada, que busca equilibrar tecnologia e inclusão, visando a transformação digital responsável (ENAP, 2021).

Diversas abordagens surgiram nos últimos anos para tratar da “inteligência da cidade”. A partir dessas diferentes contribuições, observa-se que o conceito de cidade inteligente evoluiu de um modelo voltado à eficiência tecnológica para um modelo multidimensional, que incorpora questões relacionadas à sustentabilidade e formação cidadã. Para avançar nessa discussão o presente artigo baseia-se em dois modelos consolidados: o modelo europeu de Giffinger et al. (2007) e a norma técnica ISO 37122:2019.

O modelo proposto por Giffinger et al. (2007) constitui um dos primeiros esforços sistemáticos para avaliar cidades inteligentes a partir de uma estrutura multidimensional. Desenvolvido no âmbito da Universidade de Tecnologia de Viena, o *framework* foi aplicado a 70 cidades médias europeias e estabeleceu um ranking comparativo baseado em seis características principais: (i) *smart economy*; (ii) *smart people*; (iii) *smart governance*; (iv) *smart mobility*; (v) *smart environment* e (vi) *smart living*, conforme Figura 1.

Figura 1 - Características de uma *smart city*



Fonte: Giffinger et al. (2007).

Cada dimensão é composta por fatores analíticos e indicadores quantitativos e qualitativos. A *smart economy* considera espírito inovador, empreendedorismo, panorama econômico e marcas registradas, produtividade, flexibilidade do mercado de trabalho e integração no mercado internacional. A dimensão *smart people* integra nível de qualificação, afinidade com a aprendizagem ao longo da vida, pluralidade social e étnica, flexibilidade, criatividade, cosmopolitismo e tolerância e participação na vida pública. Em *smart governance*, são analisadas a participação na tomada de decisões, serviços públicos e sociais e governança transparente. A dimensão *smart mobility* contempla o transporte sustentável, a acessibilidade local e internacional, a infraestrutura de TICs e os sistemas urbanos de mobilidade. A sustentabilidade ambiental é abordada como *smart environment*, envolvendo gestão de recursos, poluição, proteção ambiental e adaptação climática. Por fim, *smart living* refere-se à qualidade de vida em sentido amplo, incluindo habitação, segurança, saúde, cultura e coesão social (Giffinger et al., 2007).

O modelo, por sua flexibilidade e aplicabilidade, é amplamente citado na literatura, fundamentando-se em uma abordagem que combina fatores econômicos, sociais e ambientais, o que permite comparações entre (Albino et al., 2015).

A ISO 37122:2019, intitulada *Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities*, é uma norma internacional voltada à mensuração de desempenho de cidades inteligentes que propõe um conjunto de indicadores padronizados permitindo às cidades avaliar seu progresso de forma comparável e longitudinal. A norma organiza os indicadores em 19 áreas temáticas, com foco na funcionalidade urbana e no impacto dos serviços sobre a população. Entre os temas abordados estão: economia, educação, energia, meio ambiente, finanças, governança, saúde, habitação, condições sociais, segurança, cultura, transporte, planejamento urbano, água e saneamento, entre outros.

Na área de economia, destacam-se indicadores como número de startups per capita, participação de empregos em TICs e políticas de dados abertos. Em governança, são mensurados elementos como tempo médio de resposta a demandas não emergenciais, digitalização dos serviços públicos e disponibilidade de dados públicos. A dimensão de energia contempla a proporção de fontes renováveis, presença de medidores inteligentes e eficiência da rede elétrica.

No campo da educação, são abordados indicadores como a proporção de diplomas em *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), acesso a dispositivos digitais por aluno e programas de letramento digital. Já em saúde, a norma considera desde o uso de prontuários eletrônicos até a disponibilidade de serviços de telemedicina e sistemas de alerta ambiental em tempo real. A mobilidade urbana é avaliada por meio da cobertura por veículos

de baixa emissão, infraestrutura de transporte multimodal e sistemas de informação ao usuário em tempo real.

A principal característica da ISO 37122 é a sua normatividade técnica, orientada por critérios objetivos, fontes de dados verificáveis e protocolos de padronização. Essa estrutura permite não apenas comparabilidade entre cidades de diferentes países, mas também o monitoramento contínuo do desempenho urbano em múltiplas frentes (ISO, 2019).

2.1 INTEGRAÇÕES CONCEITUAIS E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO URBANA

Embora o modelo de Giffinger et al. (2007) e a ISO 37122 (2019) tenham origens distintas, ambos compartilham a premissa de que a inteligência urbana é resultado da articulação entre fatores econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos. No entanto, o modelo europeu enfatiza a comparabilidade entre cidades médias e o planejamento estratégico urbano, enquanto a ISO 37122 (2019) oferece um repertório técnico aplicável a contextos institucionais que buscam padronização internacional e aderência a metas de desenvolvimento sustentável.

O Quadro 1 a seguir apresenta uma síntese das dimensões comuns entre os dois modelos, com exemplos de indicadores associados a cada uma delas.

Quadro 1 - Dimensões comuns e exemplos de indicadores nos modelos de Giffinger e ISO

DIMENSÕES		INDICADORES	
Giffinger et al. (2007)	ISO 37122 (2019)	Giffinger et al. (2007)	ISO 37122 (2019)
<i>Smart Economy</i>	Economia	Novos negócios registrados	Taxa de sobrevivência de novos negócios
<i>Smart People</i>	Educação	Habilidades em línguas estrangeiras	População com proficiência em mais de um idioma (%)
<i>Smart Governance</i>	Governança	Importância da política para os habitantes	Serviços públicos acessíveis on-line (%)
<i>Smart Mobility</i>	Transporte	Rede de transporte público por habitante	Usuários de transporte compartilhado por 100.000 habitantes
<i>Smart Environment</i>	Meio Ambiente e Mudanças Climáticas	<i>Smog</i> de verão (Ozônio)	Estações de monitoramento da qualidade do ar por km ²

Fonte: autores.

Essa síntese evidencia que, apesar das diferentes origens e finalidades, os dois modelos convergem na identificação de dimensões essenciais para a análise das cidades inteligentes. A ISO detalha tecnicamente o que Giffinger et al. (2007) introduz conceitualmente, o que permite considerar a possibilidade de complementaridade entre as abordagens.

Para gestores públicos e pesquisadores, o uso combinado dessas abordagens oferece uma base metodológica sólida para o desenho de políticas públicas baseadas em evidências, articulando padronização internacional e sensibilidade ao território. A estruturação dos indicadores por dimensão possibilita uma leitura estratégica da cidade e subsidia a construção de instrumentos de monitoramento alinhados à Agenda 2030 e às necessidades locais.

3 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa de caráter quantitativo e, como supracitado, tem como objetivo identificar os fatores explicativos do desempenho de cidades paulistas no *Ranking Connected Smart Cities (RCSC)*. Para tal finalidade, foi imprimida a técnica de análise estatística de regressão linear múltipla.

De acordo com Corrar et al., 2014, a regressão linear múltipla visa descrever como uma dada variável dependente se comporta em relação a múltiplas outras variáveis por meio de uma função matemática. Sendo assim, a análise fundamenta-se no fato de existir dependência estatística da variável dependente com as outras variáveis, intituladas independentes.

Dessa forma, torna-se possível determinar as principais variáveis independentes (*inputs*) que influenciam e explicam os resultados pretendidos (*outputs*) no desempenho de eficiência de cidades paulistas como cidades inteligentes.

Conforme ressaltam Corrar et al. (2014) e Hair et al. (2009), a regressão linear múltipla exige a verificação de certos pressupostos estatísticos, os quais são avaliados por meio de testes reconhecidos na literatura especializada. Os principais pressupostos são:

- a. *Normalidade de resíduos*: para que os testes estatísticos “F” e “t de Student” sejam válidos, a normalidade é necessária, visto que se a variação em relação à distribuição normal for grande, todos os resultantes estatísticos são possivelmente invalidados. Ademais, a importância da não normalidade tem relação tanto com a forma da distribuição transgressora quanto com o tamanho da amostra. Testes como Kolmogorov-Smirnov (KS) e Shapiro-Wilk são usados para verificar a normalidade.
- b. *Homocedasticidade dos resíduos*: a variância do conjunto de resíduos referentes a cada observação de X deve ser constante e homogênea por todos os níveis das variáveis independentes, podendo ser avaliada pelo teste de Pesarán-Pesarán (Corrar et al., 2014);
- c. *Linearidade dos coeficientes*: reflete o quanto, em média, a variação da variável dependente está associada de forma linear a cada variável independente. Pode-se identificar desvios desse padrão por meio de gráficos de dispersão ou pela inclusão de termos polinomiais.
- d. *Ausência de autocorrelação serial dos resíduos*: é a necessidade de os resíduos serem independentes, isto significa que o modelo assume que a correlação entre resíduos ao longo do conjunto de variáveis independentes é zero, demonstrando que o efeito de uma dada variável X é nulo sobre as observações seguintes. É testado pelo teste de Durbin-Watson (Hair et al., 2009);
- e. *Multicolinearidade entre as variáveis independentes*: ocorre quando a capacidade de uma variável independente melhorar a previsão da variável dependente depende não apenas de sua correlação com essa, mas também de sua correlação com as demais variáveis independentes do modelo. Para mensurar o impacto desse fenômeno na estimação e na inferência dos parâmetros, aplica-se teste específico de multicolinearidade. Portanto, recomenda-se selecionar variáveis explicativas que apresentem baixa intercorrelação entre si e elevada correlação com a variável dependente (Hair et al., 2009).

Para a análise das variáveis foi utilizado o software *Statistical Package for Social Sciences*® (SPSS®), constituindo o modelo da regressão linear múltipla, tendo em vista a Equação (1):

$$\hat{O}n = \beta_0 + \beta_1i_1 + \beta_1i_2 + \dots \beta_kik \quad (1)$$

onde $\hat{O}n$ representa as notas das cidades paulistas no Ranking CSC, e βk é o coeficiente para cada variável explanatória de *input ik*. A estimação do modelo de regressão foi conduzida com nível de confiança de 85%, empregando-se indicadores estatísticos adicionais para avaliar o ajuste do modelo e a relevância das variáveis explicativas. Entre esses indicadores estão o R^2 ajustado, o erro do quadrado médio-raiz (RMSE) e o erro de média-quadrado normalizado pelo coeficiente de variação (CV), definido pela Equação (2):

$$\sqrt{\frac{n}{\sum_{t=1}^n \frac{(x_{1t} - x_{2t})^2}{\bar{y}}}} \quad (2)$$

na qual \bar{y} representa a média dos valores de saída observados, o que possibilita comparar a utilidade preditiva dos modelos definidos pela regressão.

O teste de Mann-Whitney foi realizado para averiguar o comportamento das variáveis encontradas na regressão linear múltipla. Este método é um teste não paramétrico que organiza os dados em uma sequência única e combinada, de modo que os valores altos e baixos fiquem distribuídos de forma equilibrada entre as duas amostras.

Segundo Hair et al. (2009), os métodos mais utilizados para a detecção de multicolinearidade incluem: o coeficiente de correlação simples (R), o coeficiente de determinação (R^2), a execução de regressões auxiliares, a análise de raízes características, a inversão de sinal após a inclusão de uma variável independente, a realização de gráficos de resíduos, entre outros.

Apesar de o R^2 alto mostrar indício da presença de multicolinearidade, os coeficientes da regressão podem apresentar significância estatística pelo teste t convencional. Contudo, conforme declara Hair et al. (2009), há impasse sobre a determinação de um valor ótimo para R^2 , porém esse coeficiente se relaciona com o Fator de Inflação de Variância (VIF, Variance Inflation Factor), conforme expresso na Equação (3):

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2}, j = 1, \dots, p - 1 \quad (3)$$

Na Tabela 1 a seguir, o autor define as escalas para os valores do Fator de Inflação de Variância (VIF).

Tabela 1 - Escala de VIF

VIF	R_j^2	Multicolinearidade
< 5	< 90%	Fraca
5 < VIF < 10	90%, 95%	Moderada
≥ 10	$\geq 95\%$	Severa

Fonte: Hair et al. (2009).

3.1 AMOSTRA

A amostra considerou os municípios do Estado de São Paulo, que totalizam 645, no entanto, as informações disponíveis pelo RCSC das notas do ranking são referentes aos municípios com mais de 50 mil habitantes, o que totaliza 135 municípios, com exceção da capital. O critério de escolha do estado de São Paulo foi motivado pelas variáveis explicativas a serem utilizadas, as quais são baseadas nas informações obtidas por meio do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE-SP).

3.2 VARIÁVEL DEPENDENTE

A variável dependente utilizada foi a nota do último *Ranking Connected Smart Cities*, referente a 2024, informada em site público pela empresa Urban Systems (Urban Systems, 2025).

O *Ranking Connected Smart Cities (RCSC)* é realizado anualmente desde 2015 com o intuito de avaliar as cidades brasileiras por meio de indicadores que medem a conectividade, o desenvolvimento inteligente, sustentável e humano das cidades. Atualmente ele possui 74 indicadores e é composto por 11 eixos temáticos: Mobilidade; Meio Ambiente; Empreendedorismo; Educação; Energia; Governança; Urbanismo; Tecnologia e Inovação; Saúde; Segurança e Economia (Urban Systems, 2025).

3.3 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

As variáveis utilizadas como fatores explicativos precisariam abordar as dimensões de cidades inteligentes propostas por Giffinger et al. (2007) e os aspectos da ISO 37122 (2019). Para tanto, verificou-se que os indicadores presentes no Manual do Índice de Efetividade da Gestão Municipal do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (IEG-M/TCESP) possuem correspondência e similaridade com os indicadores caracterizantes dessas literaturas.

O Índice de Efetividade da Gestão Municipal (IEG-M) desenvolvido pelo Tribunal de Contas do Estado de São Paulo foi criado em 2014 e destina-se a mensurar a eficiência dos gastos municipais. Além disso, busca avaliar as políticas, tanto o resultado quanto às ações operacionais, atividades públicas do gestor do município, que culminam nessa efetividade da visão e dos objetivos estratégicos municipais. O IEG-M é composto por sete dimensões da execução do orçamento público e possui como índices componentes: i-PLAN/TCESP: Índice Municipal do Planejamento; i-FISCAL/TCESP: Índice Municipal da Gestão Fiscal; i-EDUC/TCESP: Índice Municipal da Educação; i-SAÚDE/TCESP: Índice Municipal da Saúde; i-AMB/TCESP: Índice Municipal do Meio Ambiente; i-CIDADE/TCESP: Índice Municipal de Cidades Protegidas; i-GOV TI/TCESP: Índice Municipal de Governança em Tecnologia da Informação. A abrangência territorial do IEG-M/TCESP contempla todos os municípios do estado de São Paulo, excetuando-se somente a cidade de São Paulo, cuja fiscalização cabe ao Tribunal de Contas do Município (TCM) (São Paulo, 2024).

Por fim, as 64 variáveis independentes oriundas do Manual do Índice de Efetividade da Gestão Municipal de 2024 do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo utilizadas na análise estão listadas no Quadro 2 no Apêndice.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram avaliados após processar a regressão linear múltipla seguindo os testes padrões apresentados no método de pesquisa anteriormente. O fator explicativo da equação preditiva é de 73,7%, conforme Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Fator explicativo da equação preditiva

R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão da estimativa
,858 ^a	,737	,600	1,833489

Fonte: autores.

Os resultados das variáveis que explicam a eficiência das cidades inteligentes no *Ranking Connected Smart Cities (RCSC)* estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Variáveis explicativas das cidades mais eficientes no *Ranking Connected Smart Cities*

	Coefficientes não padronizados		Coefficientes padronizados	t	Sig.
	B	Erro	Beta		
(Constante)	14,595	3,725		3,918	-
i-GOV TI - 4.0 Regulamentação da Lei de Acesso à Informação	1,258	0,839	0,114	1,5	0,14
i-GOV TI - 1.1 Quantidade de funcionários de TIC no setor público	0,047	0,009	0,422	4,943	-
i-SAÚDE - S1 Despesa aplicada em Saúde com recursos próprios por habitante	-0,001	0	-0,67	-1,87	0,07
i-PLAN - 18. Elaboração do Plano Diretor	3,31	2,073	0,104	1,597	0,11
i-EDUC - E3.4; E4.4 Escolas com computadores e tablets em uso pelos alunos/mil alunos	10436,9	3286,5	0,205	3,176	0,00
i-EDUC - E11 Despesa aplicada em Ensino com recursos próprios por habitante	0,001	0	0,903	2,319	0,02
i-AMB - 3.1 Uso racional de energia elétrica	-1,184	0,744	-0,205	-1,59	0,12
i-AMB - 9.0 Coleta seletiva de resíduos sólidos	1,362	0,624	0,175	2,184	0,03
i-AMB - A4.1.1 Índice de tratamento de esgoto	2,525	0,794	0,233	3,181	0,00

Fonte: autores.

As variáveis explicativas se enquadram nas dimensões globais observadas no Quadro 2 de: Governança e Economia (duas), Saúde (uma), Planejamento urbano e Segurança (uma), Educação (duas), Meio ambiente e Energia (uma), Resíduos sólidos (uma) e Água e esgoto (uma).

Já em relação às dimensões específicas do IEG-M/TCESP, as variáveis explicativas se encontram em três dimensões principais: Governança em Tecnologia da Informação (i-GOV TI), Educação (i-EDUC) e Meio Ambiente (i-AMB). A primeira de Governança em Tecnologia da Informação tem duas aparições, observadas nas variáveis de *Regulamentação da Lei de Acesso à Informação* e *Quantidade de funcionários de TIC no setor público*. A segunda de Educação também tem duas variáveis explicativas relacionadas: *Escolas com computadores e tablets em uso pelos alunos/mil alunos* e *Despesa aplicada em Ensino com recursos próprios por habitante*. Já a última dimensão em destaque de Meio Ambiente possui três variáveis correspondentes que se referem ao *Uso racional de energia elétrica*, à *Coleta seletiva de resíduos sólidos* e ao *Índice de tratamento de esgoto*.

Dentre as nove variáveis explicativas encontradas, há sete que influenciam positivamente o desempenho de cidades paulistas como cidades inteligentes no RCSC, sendo elas: (i) *Regulamentação da Lei de Acesso à Informação*, (ii) *Quantidade de funcionários de TIC no setor público*, (iii) *Elaboração do Plano Diretor*, (iv) *Escolas com computadores e tablets em uso pelos alunos/mil alunos*, (v) *Despesa aplicada em Ensino com recursos próprios por habitante*, (vi) *Coleta seletiva de resíduos sólidos* e (vii) *Índice de tratamento de esgoto*.

Por fim, nesta análise, as variáveis *Despesa aplicada com recursos próprios em Saúde por habitante*, dentro da dimensão de Saúde, e *Uso racional de energia elétrica*, inclusa na dimensão de Meio Ambiente, são as que apresentaram influência negativa.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo identificar os fatores explicativos do desempenho de cidades paulistas como cidades inteligentes no *Ranking Connected Smart Cities (RCSC)* de 2024, com base em variáveis oriundas do Manual do Índice de Efetividade da Gestão Municipal (IEG-M/TCESP) do mesmo ano. A análise revelou nove variáveis estatisticamente relevantes, associadas a dimensões como Governança, Economia, Educação, Planejamento Urbano, Meio Ambiente, Energia e Saúde. Dentre elas, destacam-se positivamente para o desempenho dos municípios paulistas no RCSC a regulamentação da Lei de Acesso à Informação, a quantidade de funcionários de TIC no setor público, a elaboração do Plano Diretor, a quantidade de escolas com computadores e tablets em uso pelos alunos por mil alunos, a despesa aplicada em ensino com recursos próprios per capita, a coleta seletiva de resíduos e o índice de tratamento de esgoto.

Observou-se que, dentre esses fatores explicativos, dois estão relacionados à tecnologia, sendo eles a quantidade de funcionários de TIC no setor público e a quantidade de escolas com computadores e tablets em uso pelos alunos por mil alunos. Isso demonstra o que foi afirmado por Lazaroiu e Roscia (2012), de que, em um modelo de cidade inteligente, a tecnologia está a serviço da pessoa e da melhoria de sua qualidade de vida econômica e social. Os outros fatores explicativos, que compõem dimensões como Governança, Economia, Planejamento urbano, Educação e Meio Ambiente, corroboram com a ideia de que o conceito de cidade inteligente evoluiu para um modelo multidimensional, incorporando indicadores relacionados à sustentabilidade, planejamento urbano, entre outros.

Como contribuição prática, o artigo propõe uma aproximação entre o *Ranking Connected Smart Cities* e os indicadores do Manual do Índice de Efetividade da Gestão Municipal do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo, ampliando sua aplicabilidade como ferramenta de diagnóstico e gestão para municípios. Do ponto de vista acadêmico, avança ao

oferecer uma modelagem estatística alinhada às dimensões teóricas das *smart cities* e ancorada em dados públicos auditáveis.

Entre as limitações, destaca-se a restrição da amostra a municípios paulistas com mais de 50 mil habitantes, bem como a dependência de um único banco de dados para as variáveis explicativas. Para pesquisas futuras, recomenda-se expandir a análise para o conjunto nacional de municípios, com atenção especial às cidades de pequeno porte, que representam a maioria do país, além de incorporar indicadores complementares que capturem aspectos subjetivos de qualidade de vida e participação cidadã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). *Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives*. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21.
- Caragliu, A.; Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). *Smart Cities in Europe*. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- 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 (p. 2289-2297). Maui. <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- Corrar, L. J.; Paulo, E.; Dias Filho, J. M. *Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo: Editora Atlas, 2014.
- Escola Nacional de Administração Pública. (2021). *Smart Cities: Definições, dimensões e critérios de avaliação*. Escola Nacional de Administração Pública. Série EvEx.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science, Vienna UT.
- Hair, J. F.; Black W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Tatham, R.L. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- Hollands, R. G. (2008). *Will the real smart city please stand up? City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action*, 12(3), 303-320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. *Censo Brasileiro de 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022
- International Organization For Standardization. (2019). *ISO 37122:2019 – Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities*. Geneva: ISO.
- Komninos, N. (2011). *Intelligent cities: Innovation, knowledge systems and digital spaces*. Taylor & Francis.
- Kourtiti, K., & Nijkamp, P. (2012). *Smart cities in the innovation age*. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 93–95.
- Lazaroiu, G.C.; Roscia, M. *Definition methodology for the smart cities model*. *Energy* 2012, 47, 326–332.

- Lim, Y., Edelenbos, J., & Gianoli, A. (2019). *Identifying the results of smart city development: Findings from systematic literature review*. *Cities*, 95, 102397. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102397>
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). *Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context*. In Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (pp. 185–194).
- 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>
- Obringer, R.; Nateghi, R. (2021). *What makes a city 'smart' in the Anthropocene? A critical review of smart cities under climate change*. *Sustainable Cities and Society*, 75, 103278. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103278>
- Pereira, T. H., Rebehy, P. C. P. W., Souza, A. A. D., & Capucelli, R. M. F. (2024). *Indicadores de desempenho como ferramentas para o desenvolvimento de cidades inteligentes: uma proposta de ranking unificado*. *Revista de Gestão e Secretariado – GeSec*, 15(1), 370–404.
- Qian, Xuesheng; Chen, Mengfan; Zhao, Fuchun; Ling, Hong. *An assessment framework of global smart cities for sustainable development in a post-pandemic era*. *Cities*, v. 150, 2024, 104990. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104990>.
- Tribunal De Contas Do Estado De São Paulo. (2024). *Manual do Índice de Efetividade da Gestão Municipal 2024*. São Paulo, 2024.
- Urban Systems. *Ranking Connected Smart Cities 2024*. <<https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities>> Acesso em 25 jun. 2025.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). *Internet of Things for Smart Cities*. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-33. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>
- Zhao, J. (2011). *Towards Sustainable Cities in China: Analysis and Assessment of Some Chinese Cities in 2008*. Springer Science & Business Media: Berlin, Germany, 2011.

Quadro 2 - Variáveis independentes utilizadas na regressão linear múltipla

Governança e Economia	Saúde	Transporte e mobilidade	Planejamento urbano e Segurança	Condições populacionais e sociais	Educação	Meio ambiente e Energia	Resíduos sólidos	Água e esgoto	Alimentação e agricultura urbana
i-PLAN; i-GOV TI	i-SAÚDE	i-CIDADE	i-PLAN; i-CIDADE	i-CIDADE	i-EDUC	i-AMB	i-AMB	i-AMB	i-AMB
16.0 Carta de serviços ao usuário	16.0 Prontuário Eletrônico do Paciente na Atenção Básica	11.0 Transporte público coletivo	18. Elaboração do Plano Diretor	14.0 Acessibilidade em calçamentos públicos	E3.4; E4.4 Escolas com computadores e tablets em uso pelos alunos/mil alunos	4.0 Fiscalização da emissão de poluentes de combustíveis fósseis na frota municipal	10.2 Atendimento de coleta de resíduos domiciliares	3.1 Uso racional da água	12.1 Compostagem como forma de processamento de resíduos
9.0 Serviços públicos de forma online	17.6 Prontuário Eletrônico do Paciente na Atenção Especializada	13.1 Instalação/manutenção de pontos de locação de bicicletas	5.0 Mapeamento das principais ameaças no território	E1.10.1 Atendimento Educacional Especializado - Creche	E1.3; E2.3; E3.1; E4.1 Número de crianças matriculadas por habitante	12.0 Processamento de resíduos antes do aterramento	A4.1.2 Taxa de cobertura de coleta de resíduos domiciliares por habitante	A4.1.1 Atendimento de coleta de esgoto	
15.0 Criação da ouvidoria pública	33.0 Ouvidoria da Saúde	11.2 Pesquisa de satisfação transporte público coletivo	5.1.1 Fiscalização das áreas de risco pelas secretarias	E2.10.1 Atendimento Educacional Especializado - Pré-escola	E11 Despesa aplicada em Ensino com recursos próprios por habitante	A4.1.3 Massa recuperada materiais recicláveis (kg/hab/ano)	3.1 Logística reversa de pilhas, baterias e eletrônicos	A4.1.1 Atendimento de abastecimento de água	
15.4 Elaboração de relatório de gestão	34.0 Sistema OuvidorSUS ou equivalente	13.1 Instalação/manutenção de ciclovias ou ciclofaixas		E3.12.1 Atendimento Pedagógico Especializado - Anos Iniciais	E4.13.1 Resultado IDEB - 9º Ano do Ensino Fundamental	5.2.1 Resíduos das podas de árvores para geração de energia	A2 Utilização do IQR (Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos)	A4.1.1 Percentual de perdas na distribuição de água	
4.0 Regulamentação da Lei de Acesso à Informação	14.1 Agendamento remoto para consulta médica		Condições populacionais e sociais	E4.12.1 Atendimento Pedagógico Especializado - Anos Finais	4.18 Turmas dos Anos Finais de até 30 alunos	3.1 Substituição de lâmpadas fluorescentes por LED	9.0 Coleta seletiva de resíduos sólidos	A4.1.1 Índice de tratamento de esgoto	
7.0 Serviço de Informação ao Cidadão/e-SIC	S1 Despesa aplicada em Saúde com recursos próprios por habitante		E4.4 Escolas com laboratórios de informática - Anos Finais	E5 Escolas adaptadas para acessibilidade	4.18 Turmas dos Anos Finais de 31 a 35 alunos	3.1 Uso racional de energia elétrica			
1.0 Setor público de TIC	S16 Óbitos de recém-nascidos/nascidos vivos		E4.4 Escolas com internet - Anos Finais	E3.4 Escolas com laboratórios de informática - Anos Iniciais	4.18 Turmas dos Anos Finais de 36 a 39 alunos				
1.1 Quantidade de funcionários de TIC no setor público	S14 Óbitos/S16 nascidos vivos (mil)		E4.4 Escolas com banda larga para uso dos alunos - Anos Finais	E3.4 Escolas com internet - Anos Iniciais	4.18 Turmas dos Anos Finais acima de 39 alunos				
1.1 Percentual de funcionários de TIC no setor público por habitante			6.4 Acessibilidade de conteúdo no site Prefeitura	E3.4 Escolas com banda larga para uso dos alunos - Anos Iniciais	4.2 Professores dos Anos Finais com graduação em curso de licenciatura				
					E4.8 Taxa de abandono nos Anos Finais				

Fonte: autores.