

Evento: XXXIII Seminário de Iniciação Científica ▾**PADRONIZAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES
CONSIDERANDO VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DE SAÚDE: ESTUDO PILOTO EM
BASE DE DADOS ESTRANGEIRA ABERTA ¹****Vitória Siminovski Oss², Marcelo Maboni Hoppen³ Fabrícia Roos-Frantz⁴,
Rafael Z. Frantz⁴, Thiago Gomes Heck⁵**

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Unijuí; financiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - PROBIC/PROBITI-FAPERGS

² Bolsista; estudante do curso Medicina; Bolsista PROBIC/PROBITI-FAPERGS

³ Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC); Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada (GCA) - UNIJUÍ; Bolsista do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Ensino Superior - PROSUC/CAPEIS

⁴ Professora do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional (PPGMMC), Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada (GCA) - UNIJUÍ

⁵ Grupo de Pesquisa em Fisiologia - GPcF, docente do Programa de Pós-Graduação em Atenção Integral à Saúde - PPGAIS e do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional - PPGMMC, UNIJUÍ/INCT (In)atividade Física e Exercício, CNPq, Brasil.

INTRODUÇÃO

As cidades inteligentes visam promover o desenvolvimento urbano e a transformação digital de forma sustentável, integrando tecnologias para melhorar a qualidade de vida da população. No Brasil, essas cidades se destacam por ações planejadas que envolvem letramento digital, governança colaborativa e oferta eficiente de serviços. No aspecto ambiental, os objetivos incluem práticas como o monitoramento e a avaliação dos impactos ambientais urbanos, além da implantação de projetos de áreas verdes e do mapeamento territorial, contribuindo para uma gestão urbana mais equilibrada e sustentável (BRASIL, 2021).

Apesar de avanços significativos na qualidade do ar em países de alta renda desde a década de 1990, o impacto global em termos de mortalidade e anos de vida saudável perdidos manteve-se praticamente inalterado. Essa estabilidade no quadro deve-se, em grande parte, ao agravamento da poluição atmosférica em países de baixa e média renda, impulsionado por processos acelerados de urbanização e desenvolvimento econômico (World Health Organization, 2021).

Nesse contexto, a exposição à poluição atmosférica recentemente se consolidou como uma grave ameaça à saúde cardiovascular. Estudos propuseram que a fração inorgânica



do material particulado promove alterações metabólicas, podendo aumentar o desenvolvimento de distúrbios como diabetes mellitus tipo 2 e obesidade (Costa-Beber et al. 2020).

Diante desse panorama, torna-se essencial compreender como os indicadores de saúde humana e de qualidade ambiental são incorporados nos indicadores de desenvolvimento das cidades inteligentes. Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver a padronização do procedimento de análise de dados para classificar níveis de cidades inteligentes, considerando variáveis de saúde e meio ambiente. Essa proposta está alinhada com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial os que tratam de saúde e bem-estar (ODS 3) e cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11).

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir de um banco de dados, retirado do artigo “Dataset on the sustainable smart city development in Indonesia” do periódico “*Data in brief*”. Com base nas informações disponibilizadas no banco de dados. Para análise dos dados foi utilizado o software GraphPad Prism 8.0, para análises descritivas e inferenciais (ANOVA), assim como para a construção de gráficos (MAHESA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O artigo analisado apresenta um conjunto de dados da avaliação de prontidão de seis grandes cidades na Indonésia: Semarang, Makassar, Jacarta, Samarinda, Medan e Surabaya. Primeiramente, foram utilizados três elementos principais: estrutura regional, infraestrutura regional e superestrutura regional. Na segunda etapa, foram avaliados seis pilares, sendo eles: governança inteligente, branding inteligente, economia inteligente, vida inteligente, sociedade inteligente e ambiente inteligente. A prontidão de cada cidade no artigo foi definida como a razão entre a pontuação total de uma cidade em três elementos principais e seis pilares e o máximo de pontos que uma cidade pode atingir.

Inicialmente, para compreender o panorama geral das cidades do banco de dados, foi desenvolvido um gráfico da porcentagem total da soma de pontos dos três elementos principais das cidades, Figura 1. Semarang alcançou a maior porcentagem de pontos totais

(94,59%), e Mediana menor (81,08%). No teste ANOVA, $p > 0,05$, demonstrando que não há diferença estatística significativa entre as cidades ($P < 0,05$).

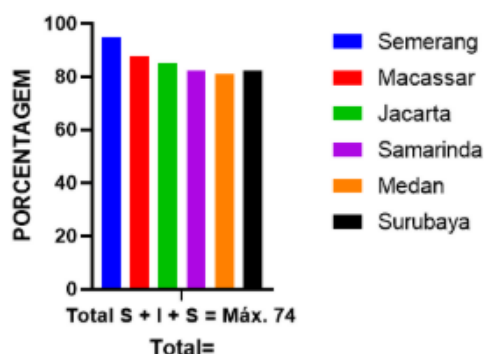


Figura 1. Gráfico da Porcentagem Total de Pontos de Prontidão por Cidade.

Após essa análise do panorama geral das cidades, foram separadas as variáveis que abordam aspectos de saúde e meio ambiente, visto que este afeta a saúde humana. As variáveis escolhidas foram: Criar acesso confiável à disponibilidade de alimentos saudáveis, instalações de saúde e instalações de centros esportivos; Boa porcentagem de unidades de saúde que utilizam serviços de sistema eletrônico; Criação de ecossistemas de transporte ecologicamente corretos que conectem as necessidades públicas; Desenvolvimento de sistemas integrados de monitoramento e relatórios de proteção para terra, água e ar; Controle dos níveis de poluição atmosférica; Desenvolvimento de sistema de gestão de resíduos domésticos e públicos; Desenvolvimento de sistema de gestão de resíduos industriais. Com base nessas variáveis acerca de meio ambiente e saúde, foram avaliadas a presença ou ausência de cada característica nas cidades, Figura 2.

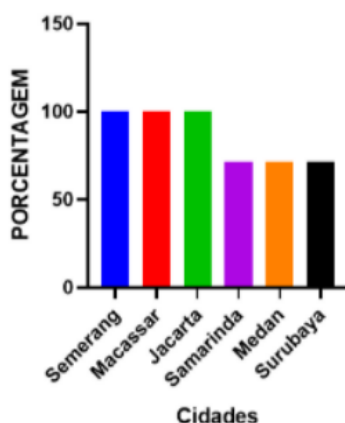




Figura 2. Gráfico da porcentagem de pontos nas variáveis relacionadas à saúde e ao meio ambiente.

As cidades com maior prontidão geral (como Semarang) também apresentaram os melhores desempenhos nesses pilares. Isso sugere uma forte correlação entre a maturidade de uma cidade inteligente e sua capacidade de integrar efetivamente aspectos de saúde pública e sustentabilidade ambiental em suas estratégias de desenvolvimento. Em relação ao meio ambiente, a poluição, sobretudo a atmosférica, constitui uma ameaça à saúde humana. Estima-se que 92% da população mundial esteja exposta a níveis dessas partículas no ar acima dos padrões considerados seguros (Costa-Beber et al. 2023).

Diante desse panorama, o aspecto ambiental, nos objetivos das cidades inteligentes no Brasil, é contemplado. Um dos princípios balizadores é a conservação do meio ambiente, que inclui o uso sustentável de recursos naturais e o combate à degradação. Além disso, uma das estratégias de transformação de setores urbanos é a economia circular, que visa eliminar o desperdício e o uso contínuo de recursos, que minimizem os impactos de criação de resíduos, poluição e emissões de carbono. Ademais, as cidades inteligentes objetivam a ampliação do acesso a serviços públicos e direitos sociais por meio de tecnologias de informação e comunicação (TICs). Dentre esses serviços públicos, estão os serviços de saúde. Assim, as estratégias objetivadas nas cidades inteligentes impactam diretamente na saúde da população (BRASIL, 2021).

Portanto, a constatação de que cidades com maior prontidão geral também exibem melhor desempenho em aspectos como acesso a serviços de saúde, controle da poluição do ar e gestão de resíduos, reforça a necessidade de um olhar mais detalhado sobre como esses fatores são incorporados e mensurados, para estabelecer um paralelo com a realidade brasileira, permitindo identificar desafios e oportunidades específicas no contexto nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo, foi possível padronizar o procedimento de análise de dados para classificar níveis de cidades inteligentes, considerando variáveis de saúde e meio ambiente. A padronização não só contribuirá para a formulação de políticas públicas mais eficazes e direcionadas, mas também para a construção de centros urbanos mais resilientes, saudáveis e sustentáveis no país.

Palavras-chave: Cidades inteligentes. Meio ambiente. Saúde.



AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (PROBIC/PROBITI - FAPERGS). Financiamento: 309425/2023-9.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Carta brasileira para cidades inteligentes. Brasília, DF: MDR, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/CartaBrasileira paraCidadesInteligentes2.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2025.

COSTA-BEBER et al. Air pollution combined with high-fat feeding aggravates metabolic and cardiovascular diseases: A dangerous, oxidative, and immune-inflammatory association. **Life Sciences**, 2023. Acesso em: 19 mai. 2025.

COSTA-BEBER et al. The association of subchronic exposure to low concentration of PM2.5 and high-fat diet potentiates glucose intolerance development, by impairing adipose tissue antioxidant defense and eHSP72 levels. **Environmental Science and Pollution Research**, 2020. Acesso em: 19 mai. 2025.

MAHESA, Restu; YUDOKO, Gatot; ANGGORO, Yos Sunitiyoso. Dataset on the sustainable smart city development in Indonesia. **Data in Brief**, [S. l.], v. 25, p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104098>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340919304524>. Acesso em 22 abril. 2025.

World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. **World Health Organization**. <https://iris.who.int/handle/10665/345329>. Acesso em 5 jul. 2025.