

Desenvolvimento sustentável das cidades: entropia nos indicadores e o ranking das capitais e regiões brasileiras

Lucas Benedito Gomes Rocha Ferreira¹

Alice Carolina Ames²

Adriana Kroenke³

Nelson Hein⁴

Resumo: O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) acompanha a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nos países membros da Organização das Nações Unidas. Nesse contexto, este estudo analisa os pesos dos ODS para determinar o ranking das capitais e regiões brasileiras por meio da Entropia Informacional. Trata-se de uma pesquisa quantitativa com uma amostra de 27 capitais, com dados de 2019 e obtidos do IDSC. Os resultados apontam que o ODS 15 (vida terrestre) foi o objetivo com maior peso e relevância informacional (54,54%). Por outro lado, o ODS 7 (energia limpa e acessível) foi o indicador com menor peso (0,01%). Quanto as capitais, Manaus (70,94), Palmas (54,77) e São Paulo (50,94) se destacam com os maiores desempenhos quanto a implementação dos ODS, enquanto Teresina (16,67), Macapá (15,12) e São Luís (13,76) apresentam os menores valores. Em relação as regiões, o Sul evidenciou a melhor pontuação média (43,13) e o Centro Oeste deteve o menor desempenho médio (24,98). O estudo contribui por apresentar direcionamentos sobre o apoio a decisão multicritério em ODS, os quais podem servir de base para o desenvolvimento de projetos de governança nessas cidades.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável das cidades; Capitais brasileiras; Entropia.

Sustainable development of cities: entropy in the indicators and ranking of brazilian capitals

Abstract: The Sustainable Development of Cities Index (IDSC) tracks the implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs) in the member countries of the United Nations. In this context, this study analyzes the weights of the SDGs to determine the ranking of Brazilian capitals and regions through Information Entropy. This is quantitative research with a sample of 27 capitals, with data from 2019 and obtained from the IDSC. The results indicate that SDG 15 (land life) was the objective with the greatest weight and informational relevance (54.54%).

1 Doutorando em Ciências Contábeis e Administração pela Universidade Regional de Blumenau (FURB). Mestre em Educação e Novas Tecnologias pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Endereço: Rua Assis Figueiredo, 1315 – Vila Guaíra, Curitiba – PR, CEP 80630-280. E-mail: lbgrferreira@furb.br <https://orcid.org/0000-0002-6779-6694>

2 Doutoranda em Ciências Contábeis e Administração pela Universidade Regional de Blumenau (FURB). Mestra em Ciências Contábeis pela FURB. Graduada em Ciências Contábeis pela FURB. <https://orcid.org/0000-0002-8287-8831>

3 Doutora em Métodos Numéricos e Engenharia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professora no Programa de Pós-Graduação em Administração e Ciências Contábeis - PPGCC (FURB). <https://orcid.org/0000-0001-6625-3017>

4 Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC. Professor no Programa de Pós-Graduação em Administração e Ciências Contábeis - PPGCC (FURB). <https://orcid.org/0000-0002-2370-791X>

On the other hand, SDG 7 (clean and accessible energy) was the indicator with the lowest weight (0.01%). As for the capitals, Manaus (70.94), Palmas (54.77) and São Paulo (50.94) stand out with the highest performances regarding the implementation of the SDGs, while Teresina (16.67), Macapá (15.12), and São Luís (13.76) have the lowest values. Regarding the regions, the South showed the best average score (43.13), and the Midwest had the lowest average performance (24.98). The study contributes by presenting directions on multi-criteria decision support in SDGs, which can serve as a basis for the development of governance projects in these cities.

Keywords: Sustainable development of cities; Brazilian capitals; Entropy.

1 Introdução

Em janeiro de 2016, entraram em vigor os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais são os sucessores dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (GEORGESON; MASLIN, 2018; ONU, 2016). Enquanto os ODS representam o núcleo da Agenda 2030, orientando as ações nas dimensões econômica, social e ambiental, as metas indicam os caminhos a serem trilhados e as medidas a serem adotadas para erradicar a pobreza e promover vida digna a todos (IPEA, 2018).

O Programa Cidades Sustentáveis (PCS) atua na mobilização de governos locais para a efetivação de políticas públicas, contribuindo para o enfrentamento da desigualdade social e para a construção de cidades justas e sustentáveis (PCS, [201-]). Entretanto, apesar do PCS consistir em uma agenda de sustentabilidade urbana que incorpora diversas dimensões no planejamento municipal, há desafios em como fazer isso na prática, pois se faz essencial uma agenda local por meio de cenários institucionais de participação para incorporar os ODS a um plano de políticas públicas dos municípios.

O debate sobre como construir cidades mais justas e sustentáveis, então, torna-se um tema relevante devido a um cenário futuro incerto. Assim, o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC) acompanha a implementação dos ODS nos países membros da ONU, como o Brasil (IDSC-BR, [201-] a). Nesse sentido, o IDSC monitora os indicadores para identificar as prioridades dos governos locais de acordo com os desafios identificados a partir da análise de dados.

A Entropia Informacional, um método de Apoio Multicritério à Decisão, é uma ferramenta capaz de diagnosticar quais indicadores possuem o maior peso de informação, ou seja, maior relevância (ALMEIDA-SANTOS, et al., 2014). Assim, com o intuito de discutir como a entropia pode contribuir no estabelecimento de *rankings* é que se justifica o presente estudo com os seguintes questionamentos: quais indicadores (ODS) possuem maior peso e qual o nível de desempenho das capitais e regiões brasileiras?

As avaliações das políticas adotadas pelas cidades para a operacionalização de ações de transparência, colaboração, comunicação e responsabilidade são essenciais para que os estudos abordem a aproximação entre os atores sociais em cidades sustentáveis e inteligentes (FELIX JÚNIOR, et al., 2020). Dessa forma, este estudo analisa os pesos dos ODS para determinar o *ranking* das capitais e regiões brasileiras por meio da Entropia.

As cidades podem ser vistas como a fonte e a solução para muitos dos desafios econômicos, sociais e ambientais atuais (AKANDE, et al., 2019), portanto, o estudo dos indicadores sustentáveis é relevante para que o gestor possa tomar decisões no sentido de otimizar as variáveis mais importantes e induzir a competição entre as cidades. Como as pesquisas “tomam os resultados desses indicadores apenas para

efeito de ranqueamento de instituições, renegando a importância de se considerar importantes diferenças regionais” (COSTA, 2020, p. 110), este estudo também compara os resultados conforme a região geográfica das capitais brasileiras.

A pesquisa se justifica por identificar os ODS mais relevantes para as capitais brasileiras, possibilitando um conhecimento acerca da eficiência quanto aos indicadores sustentáveis dessas cidades em âmbito nacional. Além disso, o estudo contribui à academia e aos gestores públicos acerca da utilização da entropia como ferramenta de apoio à tomada de decisão, incentivando a adoção deste método na seleção de pesos para os critérios. Esse cálculo proporciona conhecer os graus de importância desses indicadores conforme o real desempenho das capitais brasileiras.

A pesquisa é relevante para analistas de políticas ao fornecer uma análise aprofundada e sistemática do estado da arte sobre os ODS, envolvendo a temática das cidades inteligentes e delineando os principais tópicos abordados pela literatura recente. O documento fornece resultados com base em um modelo multicritério para formuladores de políticas, gestores e funcionários públicos que podem ser adotados para buscar uma maior igualdade na governança de cidades inteligentes por meio dos ODS, sugerindo possíveis “regiões inteligentes” que possam servir de exemplo para aquelas áreas deficientes que necessitam uma maior inclusão.

A contribuição desse estudo está associada ao levantamento de características de apoio a decisão multicritério em objetivos sustentáveis, os quais podem servir de base para o desenvolvimento de projetos de governança nessas cidades. Através dos achados, as capitais podem visualizar quais são os ODS que merecem mais atenção, precisam de investimentos maiores e que podem manter as atividades que já são desenvolvidas.

2 Revisão Teórica

Esta revisão teórica discute elementos que auxiliam na compreensão dos ODS para as cidades inteligentes e sustentáveis. A explanação inicia com esses temas, para que seja possível compreender como as pesquisas realizaram *rankings* de cidades. Na sequência, é exposta a Entropia como ferramenta de apoio à tomada de decisão.

2.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

“O desenvolvimento sustentável é compreendido, na Agenda 2030, como sendo aquele que consegue atender às necessidades da geração atual sem comprometer a existência das gerações futuras” (PCS, [201-], p. 31). Entretanto, apesar da natureza global e universal dos ODS, a relevância desses objetivos depende de uma efetiva participação cidadã no processo de sua implementação, pois sua aplicação para contextos locais não decorre de uma simples transposição (PCS, [201-]).

Os ODS são uma vasta agenda de 17 objetivos e 169 metas, acordados por unanimidade por todos os estados membros da Organização das Nações Unidas (ONU) com metas alinhadas aos paradigmas de crescimento convencionais (GEORGESON; MASLIN, 2018). Além disso, a integração da Agenda 2030

e dos ODS deve incentivar o papel significativo que a educação e o desenvolvimento sustentável podem desempenhar no fornecimento dos mecanismos necessários para que todas as pessoas sejam agentes ativos de mudança (AGBEDAHIN, 2019).

Com o intuito de que os países se comprometessem com o desenvolvimento de ações, os ODS abrangem três esferas envolvidas pelo tripé da sustentabilidade (crescimento econômico, desenvolvimento social e proteção ao meio ambiente), a fim de melhorar o desenvolvimento humano e a qualidade de vida das pessoas (ONU, 2016). Para isso, deve existir uma transparência das ações governamentais por meio da abertura de dados, permitindo que a população seja conhecedora da forma de trabalho de seus respectivos governos (FELIX JÚNIOR et al., 2020).

Georgeson e Maslin (2018) avaliaram o legado dos ODM, o desenvolvimento dos ODS e a estrutura internacional para colocar os ODSs em prática. O estudo desses autores capacitou os geógrafos a se envolverem ativamente com os ODS de maneira crítica, mas pragmática. Além disso, convidou outros profissionais a compreenderem seu trabalho dentro do contexto de desenvolvimento global contemporâneo para confrontar questões de desenvolvimento de maneiras teóricas ou práticas em escalas locais, nacionais e globais.

Mattia e Becker (2021) buscaram compreender o que os acadêmicos pensam sobre sustentabilidade e quais são suas ações no que tange a um consumo consciente. Ainda, conforme esses autores, para que o desenvolvimento sustentável vincule as questões econômicas, sociais e ambientais, faz-se necessário que os objetivos e as metas sejam conhecidos por todos os órgãos públicos e privados, visando, assim, uma maior visibilidade e efetividade do desenvolvimento sustentável.

A agenda 2030 define os objetivos e metas como globais, com cada governo definindo suas próprias metas nacionais, guiados pelo nível global de ambição, mas levando em consideração as circunstâncias nacionais (ONU, 2016). Assim, conforme ilustrado na Figura 1, cada ODS tem uma temática que aborda os aspectos sociais, ambientais e econômicos, os quais promovem impactos positivos na gestão dos espaços urbanos em prol do desenvolvimento sustentável.

Figura 1: Objetivos Globais para o Desenvolvimento Sustentável



Fonte: ONU, 2016.

Avaliar as ações dos ODS é relevante para proporcionar discussões sobre os planejamentos em curto e médio prazo que podem influenciar positivamente a sua trajetória, sendo que esse processo deve gerar maior colaboração regional e global de modo a tornar os objetivos mundiais relevantes em âmbito local (GEORGESON; MASLIN, 2018). Nesse sentido, os ODS são uma oportunidade para o benefício da geração atual e futura, estabelecendo estratégias análogas para um desenvolvimento sustentável integrado (IPEA, 2018; ONU, 2016).

Watson (2017) explorou como as estratégias para incentivar as famílias a consumir menos água, através da educação e da instalação de medidores inteligentes, desempenham-se em mundos sociais reais onde a complexidade dos domicílios tende a ser simplificada. O autor revelou que as companhias de água precisam, portanto, reconhecer os ambientes sociais, culturais e econômicos diferenciados em que suas estratégias são decretadas.

A cooperação público-privada é útil para melhorar as capacidades tecnológicas internas das instituições, pois a partir de instrumentos públicos diretos e indiretos, este tipo de cooperação promove o desenvolvimento de tecnologias limpas e renováveis (LIN, 2019). Dada a complexidade e o alcance dos desafios sociais e ambientais, espera-se que as cidades façam esforços conjuntos com o governo e as comunidades para combater impactos sociais e ambientais profundos por meio de práticas responsáveis.

2.2 Cidades inteligentes e sustentáveis

“Uma cidade pode ser definida como inteligente se adotar um estilo inovador de governança colaborativa para projetar políticas urbanas, visando à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos” (FELIX JÚNIOR, et al., 2020, p. 119). Alcançar esse conceito depende de inúmeros fatores conforme a realidade local de cada município, uma vez que as cidades são sistemas dinâmicos e complexos, exigindo métodos cada vez mais sofisticados para compreender, modelar e formular estratégias para o futuro (BENCKE; PEREZ, 2018).

Os países em desenvolvimento e emergentes estão testemunhando um crescimento excepcional da sustentabilidade política em projetos de cidades inteligentes, o que pode impactar os sistemas operacionais e as práticas dentro das organizações (ALSAID, 2022). Nesse contexto, Akande et al. (2019) identificaram indicadores específicos que as cidades podem utilizar para melhorar significativamente os quão inteligentes e sustentáveis são em relação a outras cidades europeias, como: tratamento de águas residuais; pedidos de patentes; comércio eletrônico; *e-commerce*.

Ao passo que as cidades investem para obter vantagem competitiva na economia global, há uma necessidade de quantificar, comparar e classificar as cidades com base em seu desempenho, revelando suas fraquezas e pontos fortes, o que colabora para melhorar sua competitividade global (BENCKE; PEREZ, 2018). Esses processos podem contribuir para a qualidade e relevância educacional, uma vez que a educação é indispensável para o cumprimento da Agenda 2030 e dos ODS (AGBEDAHIN, 2019), proporcionando melhores indicadores inteligentes e sustentáveis.

Segundo Kobayashi, et al. (2017), entende-se que Cidades Inteligentes e Sustentáveis (CIS) são territórios, que utilizam Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e práticas de desenvolvimento urbano sustentável, com o intuito de proporcionar melhor qualidade de vida aos seus cidadãos. Além disso, as CIS que se reinventam devem se atentar à inclusão social e tecnologias verdes, aliadas à gestão inteligente do território para o desenvolvimento urbano sustentável de novos territórios.

Segundo Alsaïd (2022), os projetos de cidades inteligentes são responsáveis por pressionar a sustentabilidade social e política, que introduziram a rede de planejamento de recursos empresariais como um novo sistema de contabilidade gerencial. Conforme o autor, esse sistema pode reinventar a cidade sustentável como uma “cidade contábil”, possibilitando a visibilidade e a mensurabilidade do desempenho sustentável do corpo coletivo, que convoca a cidade e sua conectividade a diferentes níveis institucionais.

No contexto brasileiro, dada a deficiência exposta de forma mais grave na região Norte, Aragão e Borges (2018) analisaram o desafio da cidade de Manaus em universalizar o acesso aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Eles constataram que o maior desafio da cidade é a ampliação do acesso ao sistema de esgotamento sanitário, principalmente no que tange às obras de infraestrutura urbana e à garantia da adesão da população aos sistemas.

Araújo, et al. (2020), analisaram o resultado do “*Ranking Connected Smart Cities*”, relativo ao ano de 2018, em especial as informações referentes à região do Nordeste brasileiro. Para os autores, a implantação de verdadeiras cidades inteligentes na região deve prezar pelo desenvolvimento das funções sociais da cidade (moradia, lazer, trabalho, transporte, entre outros), intermediado pela tecnologia.

Alperstedt Neto, et al. (2018), construíram um artefato tecnológico com vistas a mitigar o problema e propagar informações acerca da acessibilidade por meio dos conceitos de *crowdsensing* e cidades inteligentes, utilizando a *design research* como método. Assim, essa pesquisa evidencia que uma cidade só será inteligente se a tecnologia utilizada favorecer a igualdade de direitos e o bem-estar de toda a sociedade.

2.3 Entropia Informacional e *ranking*

Segundo Medeiros (2019), a Entropia Informacional foi utilizada inicialmente por Clausius em

1850, que associou a grande termodinâmica ao grau de desordem, medindo parte da energia que não pode ser transformada em trabalho. Para Beuren, et al. (2013, p. 71), essa técnica “permite conhecer o elemento que transmite maior informação, que é aquele que demonstra maior dispersão no grupo, maior peso”.

A Entropia de Shannon (1948), conhecida como Teoria da Informação ou Teoria Matemática da Comunicação, assenta no problema das comunicações com segurança, formalizando os conceitos de medida de informação, capacidade de transferência de informação sobre um canal e de codificação (MEDEIROS, 2019). Assim, essa técnica pode ser uma ferramenta capaz de diagnosticar quais indicadores possuem o maior peso de informação, ou seja, quais deles apresentam maior relevância (ALMEIDA-SANTOS, et al., 2014).

Tendo em vista que o desenvolvimento sustentável das cidades tem um forte papel no processo de revitalização, Li, et al. (2018), avaliaram a sustentabilidade das 34 cidades do nordeste da China por meio da Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade com a Solução Ideal (TOPSIS) e pela entropia. Eles verificaram que os níveis de sustentabilidade dessas cidades eram relativamente baixos, sendo que apenas o desempenho médio de 4 cidades foi superior a 0,5 (representando 11,8% da amostra).

A utilização dos *rankings* é uma forma de identificar os pontos fortes e fracos da instituição, sendo que esta prática vem se intensificando ao analisar o contexto de cidades inteligentes e sustentáveis (BENCKE; PEREZ, 2018). Devido ao impulso consciente para que as cidades na Europa sejam mais inteligentes e sustentáveis, Akande, et al. (2019), classificaram 28 capitais europeias com base nesses quesitos por meio de um *clustering* hierárquico e análise de componentes principais, fornecendo aos formuladores de políticas a oportunidade de identificar áreas de melhoria e de força.

Apesar da comparação com outras instituições permitir maior conscientização dos gestores públicos, cidadãos e empresas sobre o meio urbano, torna-se necessário atentar para particularidades de cada localidade e analisar indicadores coerentes à realidade local (BENCKE; PEREZ, 2018). Portanto, o uso de indicadores associados às novas agendas urbanas pode auxiliar a um crescimento mais ordenado e sustentável.

O ranqueamento de cidades permite que seus *stakeholders* não só sejam capazes de avaliar objetivamente até que ponto podem ser percebidos como inteligentes e sustentáveis, mas também capazes de identificar pontos de alavancagem para melhorar sua sustentabilidade (AKANDE, et al., 2019). Além disso, o *ranking* de regiões geográficas também permite avaliar o desempenho da gestão quanto aos recursos destinados conforme essa unidade, sendo que Soares, et al. (2019), analisaram essa particularidade dentre os indicadores de qualidade das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), no período entre 2009-2016.

O *Ranking Connected Smart Cities* consiste no esforço da *Urban Systems* quanto ao entendimento e definição dos indicadores que apontem o estágio das cidades brasileiras para o seu desenvolvimento inteligente, sustentável e humano (CONNECTED SMART CITIES, 2019). Esse *ranking* leva em consideração 11 dimensões, sendo: mobilidade e acessibilidade; urbanismo; meio ambiente; energia; tecnologia e inovação; economia; educação; saúde; segurança; empreendedorismo; e governança.

3 Metodologia

Esta pesquisa se caracteriza como documental, descritiva e quantitativa, uma vez que essas abordagens

decorrem do objetivo em analisar os pesos dos ODS para determinar o *ranking* das capitais brasileiras por meio da Entropia da Informação. Os dados da pesquisa correspondem ao ano de 2019, pois foi o período mais recente divulgado, conforme a base IDSC, quando se realizou essa pesquisa (abril de 2022).

A amostra do estudo contém 27 capitais brasileiras distribuídas em 5 regiões. Justifica-se essa amostra devido as iniciativas e os projetos que impulsionam a competitividade de uma cidade em termos de quão inteligente e sustentável serem geralmente as capitais (AKANDE, et al., 2019). Além disso, foram analisados os 17 ODS, conforme demonstrado na Tabela 1, para evidenciar o nível de desenvolvimento sustentável dessas capitais brasileiras.

Tabela 1: Constructo das variáveis (ODS)

| Objetivo | Tema | Exemplos de indicadores |
|----------|--------------------------------------|---|
| ODS 1 | Erradicação da pobreza | Famílias inscritas no cadastro único para programas sociais |
| ODS 2 | Fome zero e agricultura sustentável | Desnutrição, obesidade infantil e baixo peso ao nascer |
| ODS 3 | Saúde e bem-estar | Cobertura de vacinas, leitos hospitalares e mortalidade |
| ODS 4 | Educação de qualidade | Acesso à internet nas escolas, analfabetismo e casas culturais |
| ODS 5 | Igualdade de gênero | Desigualdade de salário por sexo e quantidade de vereadoras |
| ODS 6 | Água potável e saneamento | População com serviço de água e esgotamento sanitário |
| ODS 7 | Energia limpa e acessível | Domicílios com acesso à energia elétrica |
| ODS 8 | Trabalho e crescimento econômico | PIB per capita, desemprego e população entre 5 e 17 anos |
| ODS 9 | Indústria, inovação e infraestrutura | Investimento público em infraestrutura como proporção do PIB |
| ODS 10 | Redução das desigualdades | Coefficiente de Gini e razão rendimento (negros/não negros) |
| ODS 11 | Cidades e comunidades sustentáveis | Domicílios em favelas e em aglomerados subnormais |
| ODS 12 | Consumo e produção responsáveis | Resíduos domiciliar e população com coleta seletiva |
| ODS 13 | Ação contra as mudanças climáticas | Emissões de CO ² e percentual do município desflorestado |
| ODS 14 | Vida na água | Esgoto tratado antes de chegar ao mar, rios e córregos |
| ODS 15 | Vida terrestre | Itens de conservação de proteção integral e uso sustentável |
| ODS 16 | Paz, justiça e instituições eficazes | Homicídio juvenil, mortes por agressão e armas de fogo |
| ODS 17 | Parcerias e meios de implementação | Investimento público e total de receitas arrecadadas |

Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto ao método utilizado, a entropia da informação necessita de um ponto de referência, ou seja, o valor máximo para cada indicador, e, com base nesse valor, calcula-se então a entropia (ALMEIDA-SANTOS, et al., 2014, p. 90):

Sendo, $d_i = (d_i^1 d_i^2 \dots d_i^m) d_i = (d_i^1 d_i^2 \dots d_i^m)$ os valores normalizados, onde: $d_i^k = \frac{x_i^k}{x_i^k} d_i^k = \frac{x_i^k}{x_i^k}$, que caracteriza o conjunto D, em termos i-ésimo atributo. Encontra-se, portanto, $D_i = \sum_{k=1}^m d_i^k; i = 1, 2, \dots, n$
 $D_i = \sum_{k=1}^m d_i^k; i = 1, 2, \dots, n$. Busca-se, após, a medida de entropia do contraste da intensidade para o i-ésimo atributo calculado por: $e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln\left(\frac{d_i^k}{D_i}\right) e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln\left(\frac{d_i^k}{D_i}\right)$, onde $\alpha = \frac{1}{E_{max}}$
 $\frac{1}{E_{max}} > 0$ e $E_{max} = \ln(m) E_{max} = \ln(m)$. Verificando, ainda, que $0 \leq d_i^k \leq 1$ e $d_i^k d_i^k \geq 0$.
 Sendo todos os $d_i^k d_i^k$ sejam iguais para um dado i, então $\frac{d_i^k d_i^k}{D_i D_i} = \frac{11}{nn}$ e $e(d_i) e(d_i)$ assume valor máximo, isto

é, $E_{max} = Ln(m)E_{max} = Ln(m)$. Ao se fixar $\alpha = \frac{1}{E_{max}E_{max}}$, determina-se $0 \leq e(d_i) \leq 10 \leq e(d_i) \leq 1$ para todos os $d_i d_i$'s.

A entropia total de D é definida por: $E = \sum_{i=1}^n e(d_i)E = \sum_{i=1}^n e(d_i)$, uma vez que quanto maior for $e(d_i)e(d_i)$, menor é a informação transmitida pelo *i-ésimo* atributo; caso $e(d_i) = e(d_i) = E_{max} = Ln(m)E_{max} = Ln(m)$, então o *i-ésimo* atributo não transmite informação e pode ser removida da análise decisória. Devido ao peso $\tilde{\lambda}_i \tilde{\lambda}_i$ ser inversamente relacionado a $e(d_i)e(d_i)$, usa-se $1 - e(d_i) 1 - e(d_i)$ ao invés de $e(d_i)e(d_i)$ e normaliza-se para assegurar que $0 \leq \tilde{\lambda}_i \leq 10 \leq \tilde{\lambda}_i \leq 1$ e $\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i = 1$ e $\sum_{i=1}^n \tilde{\lambda}_i = 1$. Assim: $\tilde{\lambda}_i = \frac{1}{n-E} [1 - e(d_i)] = \frac{[1-e(d_i)]}{n-E} \tilde{\lambda}_i = \frac{1}{n-E} [1 - e(d_i)] = \frac{[1-e(d_i)]}{n-E}$ (ALMEIDA-SANTOS, et al, 2014; ARAS; YILDIRIM, 2021).

A menor divergência nos escores de $d_i^k d_i^k$ possibilitam menores variações entre $\tilde{\lambda}_i \tilde{\lambda}_i$, tornando o *i-ésimo* atributo menos importante, pois caso os escores dos atributos sejam iguais, então $\tilde{\lambda}_i = 0 \tilde{\lambda}_i = 0$ (ARAS; YILDIRIM, 2021). Os pesos $w_i w_i$ e $\tilde{\lambda}_i \tilde{\lambda}_i$ são determinantes na importância de modo paralelo, pois se $w_i = 0 w_i = 0$ então todo $\tilde{\lambda}_i = 1 \tilde{\lambda}_i = 1$, o que não justifica fazer o *i-ésimo* atributo importante. Se $\tilde{\lambda}_i = 0 \tilde{\lambda}_i = 0$, então todo atributo com $w_i = 1 w_i = 1$ se torna irrelevante para o tomador de decisão. Uma hipótese possível para atribuir importância lado a lado, pode ser formulado por $\lambda_i = \tilde{\lambda}_i w_i \lambda_i = \tilde{\lambda}_i w_i$, ou após a normalização: $\lambda_i = \frac{\tilde{\lambda}_i w_i}{\sum_{i=1}^m \tilde{\lambda}_i w_i} \lambda_i = \frac{\tilde{\lambda}_i w_i}{\sum_{i=1}^m \tilde{\lambda}_i w_i}$. Assim, a medida de entropia é calculada por $e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} Ln(\frac{d_i^k}{D_i}) e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} Ln(\frac{d_i^k}{D_i})$.

4 Resultados e Discussão

Este capítulo abrange a apresentação, análise e interpretação dos resultados desse artigo. Na primeira seção, apresenta-se a estatística descritiva e o peso das variáveis, os quais visam caracterizar a amostra da pesquisa de forma geral e determinar o peso das ODS. Posteriormente, o ranking regional e geral das capitais brasileiras é estabelecido.

4.1 Estatística descritiva e pesos das variáveis

Na Tabela 2, apresenta-se a estatística descritiva dos ODS para capturar as dimensões estatísticas das capitais brasileiras bem como sua segregação conforme região geográfica. Os dados analisados são referentes ao ano de 2019, conforme IDSC.

Tabela 2: Estatística descritiva das variáveis (ODS)

| ODS | Média | | | | | | Desvio Padrão |
|-----|-------|-------|----------|--------------|---------|-------|---------------|
| | Geral | Norte | Nordeste | Centro Oeste | Sudeste | Sul | |
| 1 | 69,78 | 71,88 | 73,84 | 57,02 | 72,69 | 65,88 | 6.29 |
| 2 | 45,62 | 47,06 | 45,65 | 41,24 | 46,47 | 46,85 | 2.16 |
| 3 | 53,37 | 49,28 | 51,58 | 60,41 | 55,63 | 55,90 | 3.88 |
| 4 | 50,42 | 46,91 | 48,54 | 56,88 | 51,99 | 53,52 | 3.58 |
| 5 | 35,70 | 32,75 | 33,67 | 37,93 | 40,98 | 38,67 | 3.14 |
| 6 | 71,22 | 59,95 | 68,52 | 77,62 | 80,63 | 84,53 | 8.97 |
| 7 | 98,77 | 97,03 | 99,10 | 99,45 | 99,77 | 99,64 | 1.01 |
| 8 | 55,55 | 51,30 | 45,74 | 63,87 | 65,71 | 70,31 | 9.42 |
| 9 | 75,86 | 76,15 | 79,18 | 63,34 | 77,55 | 79,65 | 6.05 |
| 10 | 35,97 | 32,06 | 30,33 | 46,39 | 37,33 | 46,34 | 6.91 |
| 11 | 60,27 | 65,18 | 51,02 | 84,54 | 47,12 | 61,70 | 13.13 |
| 12 | 64,60 | 54,23 | 58,07 | 74,10 | 65,70 | 94,25 | 14.35 |
| 13 | 83,82 | 68,56 | 91,73 | 80,39 | 95,12 | 85,16 | 9.34 |
| 14 | 49,01 | 31,37 | 48,12 | 47,47 | 71,69 | 64,68 | 14.27 |
| 15 | 17,40 | 32,79 | 7,66 | 0,01 | 22,52 | 27,07 | 12.27 |
| 16 | 35,74 | 29,87 | 32,93 | 47,53 | 41,07 | 35,06 | 6.33 |
| 17 | 39,00 | 26,96 | 33,58 | 43,60 | 54,88 | 56,06 | 11.59 |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Dentre os 17 ODS, destaca-se que as capitais brasileiras possuem melhores médias nos objetivos 7 (energia limpa e acessível), 13 (ação contra as mudanças) e 9 (indústria, inovação e infraestrutura). Ao analisar as médias das regiões geográficas desses três objetivos, nota-se que as regiões Sudeste (ODS 7 e 13) e Sul (ODS 9) se destacam com as maiores médias dentre as cinco regiões. Resultado semelhante ao evidenciado por Soares, et al. (2019), que apesar de analisar os indicadores de qualidade das IFES, constataram que as médias mais elevadas estão no Sul e Sudeste, ficando inclusive acima da média nacional.

Por outro lado, os ODS com menores pontuações em média foram os objetivos 15 (vida terrestre), 5 (igualdade de gênero) e 16 (paz, justiça e instituições eficazes). Ao verificar as médias das regiões geográficas nesses ODS, destacou-se que deficiências nas regiões Norte (ODS 5 e 16) e Centro-Oeste (ODS 15). Nesse sentido, Nesti (2019), recomendou aprofundamento sobre os desafios teóricos, metodológicos e empíricos que dificultam a implementação da igualdade de gênero em cidades inteligentes, sendo que um ponto crítico a esse respeito é a possível falta de registros e a indisponibilidade de estatísticas desagregadas por gênero.

Além do ODS 7, o objetivo que trata sobre “acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” (ODS 2) apresentou o menor desvio padrão (oscilação) entre as médias das regiões geográficas e a média nacional. Por outro lado, o ODS 12, assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, foi o objetivo com maior variância entre as médias, destacando uma melhor pontuação para a região Sul (94,25) e menor valor para o Norte (54,23). Em seguida, a Tabela 3 apresenta os valores das entropias de cada variável, e, por consequência, o peso de cada ODS conforme os dados de 2019.

Tabela 3: Entropia e peso das variáveis (ODS)

| Objetivo | Tema | Entropia | Peso |
|----------|--------------------------------------|----------|--------|
| ODS 1 | Erradicação da pobreza | 0,99814 | 0,45% |
| ODS 2 | Fome zero e agricultura sustentável | 0,996247 | 0,91% |
| ODS 3 | Saúde e bem-estar | 0,997888 | 0,51% |
| ODS 4 | Educação de qualidade | 0,998301 | 0,41% |
| ODS 5 | Igualdade de gênero | 0,997468 | 0,62% |
| ODS 6 | Água potável e saneamento | 0,995662 | 1,06% |
| ODS 7 | Energia limpa e acessível | 0,999957 | 0,01% |
| ODS 8 | Trabalho e crescimento econômico | 0,9946 | 1,31% |
| ODS 9 | Indústria, inovação e infraestrutura | 0,996216 | 0,92% |
| ODS 10 | Redução das desigualdades | 0,987629 | 3,01% |
| ODS 11 | Cidades e comunidades sustentáveis | 0,983901 | 3,92% |
| ODS 12 | Consumo e produção responsáveis | 0,988533 | 2,79% |
| ODS 13 | Ação contra as mudanças climáticas | 0,991179 | 2,15% |
| ODS 14 | Vida na água | 0,925506 | 18,12% |
| ODS 15 | Vida terrestre | 0,775768 | 54,54% |
| ODS 16 | Paz, justiça e instituições eficazes | 0,983365 | 4,05% |
| ODS 17 | Parcerias e meios de implementação | 0,978484 | 5,23% |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Os pesos por entropia são associados a maiores quantidades de informações, pois uma das características do método é a capacidade de destacar os indicadores mais importantes para a tomada de decisão (BEUREN, et al., 2013). Nesse caso, quanto mais próximo de 1 for o valor da entropia, menor será o nível de importância da informação, e quanto mais distante de 1, maior será a contribuição ou peso desse indicador.

O indicador com maior relevância foi o ODS 15, representando um peso de 54,54%, o que permite inferir que sua importância detém uma representação maior do que todos os outros ODS somados. Em contrapartida, o objetivo com menor relevância foi o ODS 7 (0,01%), o que já era esperado devido seu menor desvio padrão entre as médias das regiões e nacional, conforme demonstrado na Tabela 2. Esses resultados sugerem uma crescente preocupação com a vida terrestre, uma vez que os indicadores responsáveis por capturar as unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável são explorados de forma distinta em seus aspectos pelas capitais brasileiras.

Os resultados quanto a importância do ODS 15 vão ao encontro dos achados de Mattia e Becker (2021), os quais alegaram que o objetivo 15, pertinente à vida terrestre, teve destaque no desenvolvimento do estudo como um todo, tendo em vista a relevância em compreender o quanto as unidades se mostram sustentáveis ambientalmente com foco principal nos resíduos sólidos. Apesar do ODS 7 ter evidenciado menor relevância informacional com base no modelo multicritério Entropia, Mattia e Becker (2021), ressaltaram a importância da busca por um planeta mais saudável, que produza, cada vez mais, energia limpa e que preze pela reutilização e reciclagem, focando na energia acessível e limpa, além da busca por urbanização sustentável.

O segundo indicador com maior peso foi o ODS 14 com 18,12%, demonstrando relevância nas intervenções inteligentes da água que são introduzidas para reduzir o consumo de água doméstica e empresarial, sendo temas centrais para a agenda inteligente em muitas cidades (WATSON, 2017). Em seguida, o ODS 17 apresentou um peso de 5,23%, o que aponta as parcerias e meios de implementação como uma forma importante de disseminar as inovações, uma vez que essas parcerias entre o governo e as organizações permitem que os agentes envolvidos compartilhem recursos, riscos e benefícios mútuos para qualificar as práticas existentes (LIN, 2019).

Após a obtenção e aplicação dos pesos, o objetivo final é alcançado ao estabelecer o *ranking* das capitais brasileiras, conforme a próxima seção.

4.2 *Ranking* regional e geral

Esta seção estabelece o *ranking* das capitais brasileiras evidenciando a posição considerando todas as capitais (C°) e a classificação em contexto regional (CR). A Tabela 4 apresenta a região Norte, permitindo visualizar as pontuações das capitais e sua colocação geral e regional.

Tabela 4: *Ranking* região Norte

| Norte | | <i>Ranking</i> Geral | | <i>Ranking</i> Regional |
|-------------|-----------|----------------------|-----------|-------------------------|
| Capital | Estado | C° | Pontuação | CR° |
| Manaus | Amazonas | 1° | 70,94 | 1° |
| Palmas | Tocantins | 2° | 54,77 | 2° |
| Rio Branco | Acre | 9° | 39,36 | 3° |
| Porto Velho | Rondônia | 11° | 35,42 | 4° |
| Boa Vista | Roraima | 21° | 19,36 | 5° |
| Belém | Pará | 24° | 17,77 | 6° |
| Macapá | Amapá | 26° | 15,12 | 7° |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Manaus apresenta a maior pontuação dentre todas as capitais, evidenciando o 1° lugar quanto aos dados dos ODS de 2019. Destaca-se que a alta pontuação de Manaus é devida ao fato de que a capital pontuou 93,95 (valor máximo) no ODS 15, o qual evidenciou maior peso dentre todos os ODS. Em seguida, Palmas ocupou o 2° lugar tanto em contexto geral quanto regional, o que se justifica por essa capital ter apresentado o segundo maior valor no ODS 15 (47,92). Por outro lado, Macapá e Belém apresentaram os menores desempenhos na região Norte quanto ao atendimento desses objetivos.

Diferentemente do estudo de Aragão e Borges (2018), que apontou a cidade de Manaus com problemas de infraestrutura e gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, este estudo infere que essa capital tem melhorado nesse critério, uma vez que sua pontuação em 2019 foi de 38,29 no ODS 16. Entretanto, esse desempenho pode evoluir se o município ampliar esforços na busca de condições de saneamento que promovam a qualidade de vida e saúde (ARAGÃO; BORGES, 2018).

Em seguida, a Tabela 5 evidencia as 9 capitais da região Nordeste, conforme ordem decrescente de pontuação.

Tabela 5: Ranking região Nordeste

| Nordeste | | Ranking Geral | | Ranking Regional |
|-------------|---------------------|---------------|-----------|------------------|
| Capital | Estado | Cº | Pontuação | CRº |
| Recife | Pernambuco | 7º | 43,32 | 1º |
| João Pessoa | Paraíba | 10º | 36,06 | 2º |
| Salvador | Bahia | 14º | 30,80 | 3º |
| Fortaleza | Ceará | 15º | 30,65 | 4º |
| Maceió | Alagoas | 18º | 23,42 | 5º |
| Aracaju | Sergipe | 19º | 20,91 | 6º |
| Natal | Rio Grande do Norte | 23º | 18,16 | 7º |
| Teresina | Piauí | 25º | 16,67 | 8º |
| São Luís | Maranhão | 27º | 13,76 | 9º |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Recife é a capital do Nordeste com a maior pontuação, acompanhada das capitais de João Pessoa e Salvador. Entretanto, ao analisar a classificação dessas cidades no *ranking* geral, a colocação decresce, respectivamente, para o 7º, 10º e 14º lugar. Destaca-se, ainda, que essas três capitais apresentaram baixas pontuações no ODS 15 (maior peso), o que pode justificar uma pontuação inferior aos 50 pontos. Quanto as capitais com menor desempenho nessa região, São Luís, Teresina e Natal foram destacadas, o que pode ser justificado pelos valores próximos de 0 quanto ao ODS 15.

Com a divulgação do *ranking Connected Smart Cities*, relativo ao ano de 2019, constata-se um resultado semelhante quanto a capital Recife, uma vez que ela figura em 1º lugar na região Nordeste em ambos os *rankings*. Por outro lado, Salvador ocupou o 2º lugar e Fortaleza o 3º lugar no *Connected Smart Cities* nessa região. Para Araújo et al. (2020), um passo importante para manter Recife como a cidade mais inteligente do Nordeste foi a edição da Lei nº 18.502/2018, a qual estabeleceu metas pretenciosas a todos os setores urbanos dessa cidade para os próximos anos. Na sequência, a Tabela 6 aponta as 4 capitais da região Centro Oeste, conforme ordem decrescente de pontuação.

Tabela 6: Ranking região Centro Oeste

| Centro Oeste | | Ranking Geral | | Ranking Regional |
|--------------|--------------------|---------------|-----------|------------------|
| Capital | Estado | Cº | Pontuação | CRº |
| Goiânia | Goiás | 13º | 32,37 | 1º |
| Campo Grande | Mato Grosso do Sul | 16º | 29,02 | 2º |
| Cuiabá | Mato Grosso | 20º | 19,88 | 3º |
| Brasília | Distrito Federal | 22º | 18,63 | 4º |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Goiânia foi a capital do Centro Oeste com melhor pontuação, acompanhada de Campo Grande, Cuiabá e, por fim, Brasília. Destaca-se que todas essas capitais apresentaram valores próximos de 0 quanto o ODS 15. Por outro lado, no objetivo com segundo maior peso (ODS 14), essas cidades pontuaram, respectivamente, 87, 73, 30 e 0. Portanto, percebe-se que incentivar as famílias a consumir menos água, através da educação e da instalação de medidores inteligentes (WATSON, 2017), é fundamental para

determinar o *ranking* da região Centro Oeste desse estudo. Em seguida, a Tabela 7 classifica as 4 capitais da região Sudeste, conforme ordem decrescente de pontuação.

Tabela 7: Ranking região Sudeste

| Sudeste | | Ranking Geral | | Ranking Regional |
|----------------|----------------|---------------|-----------|------------------|
| Capital | Estado | Cº | Pontuação | CRº |
| São Paulo | São Paulo | 3º | 50,94 | 1º |
| Rio de Janeiro | Rio de Janeiro | 6º | 44,49 | 2º |
| Belo Horizonte | Minas Gerais | 8º | 40,43 | 3º |
| Vitória | Espírito Santo | 17º | 26,48 | 4º |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

São Paulo evidenciou a maior pontuação entre as capitais da região Sudeste (50,94), acompanhada da capital do Rio de Janeiro (44,49), Belo Horizonte (40,43) e Vitória (26,48). Salienta-se que parte desse resultado é semelhante ao reportado pelo *ranking Connected Smart Cities* de 2019, o qual constatou São Paulo em 2º lugar dentre todos os municípios brasileiros. Entretanto, as capitais Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Vitória ocuparam, respectivamente, as posições 14º, 13º e 8º.

Segundo Lazzaretti, et al. (2019), muitas pesquisas têm sido desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação (PPG) em nível de mestrado e doutorado nas mais diversas áreas, sendo que há um PPG em Cidades Inteligentes e Sustentáveis na Universidade Nove de Julho (UNINOVE) no estado de São Paulo. Assim, o desempenho superior de São Paulo pode ser justificado pela iniciativa e valorização desses estudos, uma vez que as universidades de São Paulo publicaram de forma significativa inúmeras pesquisas brasileiras em cidades inteligentes (LAZZARETTI, et al., 2019). Na sequência, a Tabela 8 classifica as 3 capitais da região Sul, conforme ordem decrescente de pontuação.

Tabela 8: Ranking região Sul

| Sul | | Ranking Geral | | Ranking Regional |
|---------------|-------------------|---------------|-----------|------------------|
| Capital | Estado | Cº | Pontuação | CRº |
| Florianópolis | Santa Catarina | 4º | 48,53 | 1º |
| Curitiba | Paraná | 5º | 47,68 | 2º |
| Porto Alegre | Rio Grande do Sul | 12º | 33,18 | 3º |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Florianópolis ocupou a melhor posição entre as capitais da região Sul (48,53), o que pode ser justificado por ser uma das 5 cidades brasileiras pelo Programa Cidades Emergentes e Sustentáveis com o objetivo de ajudar governos locais com crescimento populacional e econômico acelerado a garantirem o seu desenvolvimento de forma sustentável (ALPERSTEDT NETO, et al., 2018). Diferentemente do *ranking* reportado pelo *Connected Smart Cities* de 2019, o qual constatou Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre em, respectivamente, 3º, 7º e 20º lugar, a Tabela 8 evidencia que essas capitais ocuparam nessa pesquisa as posições gerais de 4º, 5º e 12º.

Destaca-se que não se pode compreender uma cidade inteligente e sustentável unicamente como aquela apoiada em maiores pontuações dos ODS, apesar desta ser a métrica utilizada para classificar as capitais nesse estudo. Portanto, além do atendimento dos ODS, “a cidade de Curitiba utiliza tecnologias

para promover maior transparência e eficiência na gestão pública, já que a cidade possui um portal de transparência desde 2010, no qual a população pode monitorar e controlar o uso de recursos públicos no município” (SARAIVA, et al., 2019, 191-192).

Assim, com base nas classificações regionais e nas pontuações para as capitais inteligentes e sustentáveis evidenciadas pelos *rankings* acima mencionados, consolida-se o *ranking* por região geográfica para monitorar políticas públicas a partir de uma perspectiva macro conforme a Tabela 9.

Tabela 9: Ranking consolidado por região geográfica

| Região | Pontuação Total | Capitais | Pontuação Média | Cº |
|--------------|-----------------|----------|-----------------|----|
| Sul | 129,40 | 3 | 43,13 | 1º |
| Sudeste | 162,34 | 4 | 40,59 | 2º |
| Norte | 252,74 | 7 | 36,11 | 3º |
| Nordeste | 233,74 | 9 | 25,97 | 4º |
| Centro-Oeste | 99,90 | 4 | 24,98 | 5º |

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Conforme a pontuação média, destaca-se que a região geográfica com maior destaque nos ODS foi o Sul (43,13), acompanhado pelo Sudeste (40,59) e pela região Norte (36,11). Por outro lado, as regiões com menores valores foram Centro-Oeste (24,98) e Nordeste (25,97). Salienta-se a importância em considerar essas diferenças regionais, bem como utilizar esses resultados para direcionamento de políticas públicas de sustentabilidade, financiamento e qualificação para melhorias de infraestrutura e indicadores inteligentes.

5 Considerações Finais

Esta pesquisa buscou analisar os pesos dos ODS para determinar o *ranking* das capitais e regiões brasileiras por meio da Entropia Informacional. O ODS 15 (vida terrestre), que trata sobre itens de conservação de proteção integral e uso sustentável, foi responsável pela maior relevância informacional (54,54%), enquanto o ODS 7 (energia limpa e acessível), o qual reflete a quantidade de domicílios com acesso à energia elétrica, foi o indicador com menor peso (0,01%).

O objetivo foi alcançado com a apresentação do *ranking* regional e geral das capitais brasileiras, bem como o *ranking* das regiões geográficas conforme a pontuação média das suas capitais. Em relação ao *ranking* geral, Manaus (70,94), Palmas (54,77) e São Paulo (50,94) foram as capitais com melhores desempenhos quanto a implementação dos ODS. Em contrapartida, Teresina (16,67), Macapá (15,12) e São Luís (13,76) apresentaram os menores valores.

Em relação ao *ranking* regional, enquanto a região Sul evidenciou a melhor pontuação média (43,13), o Centro Oeste deteve o menor desempenho médio (24,98). O estudo contribui por considerar essas diferenças regionais, bem como direciona esses resultados para melhorias em políticas públicas de sustentabilidade, financiamento e qualificação em indicadores inteligentes e de infraestrutura. Além disso, a pesquisa apresenta orientações sobre o apoio a decisão multicritério em ODS, os quais podem servir de base para o desenvolvimento de projetos de governança nessas cidades

O estudo buscou contribuir com a academia propondo um *ranking* das capitais e regiões brasileiras

ao abordar a temática de cidades inteligentes e sustentáveis, abrindo lacunas para o desenvolvimento de novos estudos. Além disso, o levantamento de características de apoio a decisão multicritério em objetivos sustentáveis busca fortalecer a área de estudos organizacionais e do desenvolvimento das cidades brasileiras, devido ao relevante impacto social desses temas. Por meio dos resultados, os agentes políticos podem visualizar quais são os ODS que merecem maior atenção, precisam de mais investimentos e que podem manter as atividades que já são desenvolvidas.

A pesquisa apresenta algumas limitações, pois os resultados não podem ser generalizados para todas as cidades brasileiras, uma vez que o foco da investigação pertenceu as capitais brasileiras. Além disso, optou-se por analisar apenas os dados de 2019, uma vez que consistem nos dados mais recentes quanto aos indicadores sustentáveis e inteligentes das cidades brasileiras. Portanto, sugere-se que pesquisas futuras utilizem dados em painel de forma a verificar possíveis determinantes que justifiquem as variações de posições das cidades no *ranking*.

Referências

- AGBEDAHIN, A. V. Sustainable development, Education for Sustainable Development, and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Emergence, efficacy, eminence, and future. **Sustainable Development**, v. 27, n. 4, p. 669-680, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1002/sd.1931>>.
- AKANDE, A.; CABRAL, P.; GOMES, P.; CASTELEYN, S. The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. **Sustainable Cities and Society**, v. 44, p. 475-487, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.009>>.
- ALMEIDA-SANTOS, P. S.; ROCHA, I.; HEIN, N. Utilização da entropia informacional na seleção de indicadores financeiros mais relevantes para tomada de decisão no setor público: o caso dos estados brasileiros. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 19, n. 2, p. 83-105, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1981-5344/1780>>.
- ALPERSTEDT NETO, C. A.; ROLT, C. R.; ALPERSTEDT, G. D. Acessibilidade e tecnologia na construção da cidade inteligente. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, p. 291-310, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2018170295>>.
- ALSAID, L. A. Z. A. Smart city dynamics and multi-level management accounting: unfolding a case of sustainable enterprise resource planning. **Sustainability Accounting, Management and Policy Journal**, v. 13, n. 1, p. 30-54, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.1108/SAMPJ-08-2020-0283>>.
- ARAGÃO, J. S.; BORGES, J. T. A busca pela universalização do abastecimento de água e esgotamento sanitário: evolução, desafios e perspectiva. Um estudo de caso em Manaus-AM. **Novos Cadernos NAEA**, v. 21, n. 3, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.5801/ncn.v21i3.4974>>.
- ARAS, G.; YILDIRIM, F. M. Development of capitals in integrated reporting and weighting representative indicators with entropy approach. **Social Responsibility Journal**, [S. l.]. DOI: <<https://doi.org/10.1108/SRJ-11-2020-0447>>.
- ARAÚJO, D. S.; GUIMARÃES, P. B. V.; COSTA, A. A. A implantação de cidades inteligentes no Nordeste brasileiro: um breve diagnóstico. **Revista de Direito da Cidade**, v. 12, n. 2, p. 1084-1104, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.12957/rdc.2020.39957>>.
- BENCKE, L. R.; PEREZ, A. L. F. Análise dos principais modelos de indicadores para cidades sustentáveis e inteligentes. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 6, n. 37, p. 68-85, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.17271/2318847263720181754>>.

- BEUREN, I. M.; CUNHA, P. R.; THEISS, V.; CORDEIRO, A. Percepção dos discentes da disciplina de contabilidade introdutória: uma análise por meio da entropia informacional em diferentes cursos de graduação. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 7, n. 19, p. 70-85, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.11606/rco.v7i19.62890>>.
- CONNECTED SMART CITIES. Ranking Connected Smart Cities, 2019. Disponível em: <https://conteudo.urbanasystems.com.br/csc-usb_19>. Acesso em: 13 jan. 2022.
- COSTA, L. Indicadores: contrapondo gestão e qualidade acadêmica em IFES. **Revista Gestão e Organizações**, v. 5, p. 107-122, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.18265/2526-2289v5n1p107-122>>.
- FELIX JÚNIOR, L. A.; GUIMARÃES, L. G. de A.; COSTA, W. P. L. B. da; CRUZ, V. L.; EL-AOUAR, W. A. Governança pública nas cidades inteligentes: revisão teórica sobre seus principais elementos. **Revista do Serviço Público**, v. 71, n. c, p. 119-153, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.21874/rsp.v71ic.4336>>.
- GEORGESON, L.; MASLIN, M. Putting the United Nations Sustainable Development Goals into practice: A review of implementation, monitoring and finance. **GEO: Geography and Environment**, v. 49, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1002/geo2.49>>.
- ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS CIDADES – BRASIL (IDSC-BR). **Metodologia**. [201-]a. Disponível em: <<https://idsc-br.sdgindex.org/methodology>>. Acesso em: 25 dez. 2021.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Agenda 2030: ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: IPEA. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8855/1/Agenda_2030_ods_metas_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022
- KOBAYASHI, A. R. K.; KNISS, C. T.; SERRA, F. A. R.; FERRAZ, R. R. N.; RUIZ, M. S. Cidades inteligentes e sustentáveis: estudo bibliométrico e de informações patentárias. **International Journal of Innovation**, v. 5, n. 1, p. 77-96, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.5585/iji.v5i1.1592017>>.
- LAZZARETTI, K.; SEHNEM, S.; BENCKE, F. F.; MACHADO, H. P. V. Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190118>>.
- LI, W.; YI, P.; ZHANG, D. Sustainability Evaluation of Cities in Northeastern China Using Dynamic TOPSIS-Entropy Methods. **Sustainability**, v. 10, n. 4542, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.3390/su10124542>>.
- LIN, H. Government-business partnerships for radical eco-innovation. **Business & Society**, v. 58, n. 3, p. 533-573, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1177%2F0007650316684822>>.
- MATTIA, A.; BECKER, L. L. B. Consumo consciente e sustentabilidade: impactos relacionados à Educação Ambiental e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 11, n. 1, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.18226/22370021.v11.n1.09>>.
- MEDEIROS, R. M. Entropia pluviométrica na grande metrópole Recife-PE, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 4, n. 1, p. 31-47, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.24221/jeap.4.1.2019.2147.031-047>>.
- NESTI, G. Mainstreaming gender equality in smart cities: theoretical, methodological and empirical challenges. **Information Polity**, v. 24, n. 3, p. 289- 304, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.3233/IP-190134>>.
- Organizações das Nações Unidas (ONU). **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2016. Disponível em: <https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/Brasil_Amigo_Pesso_Idosa/Agenda2030.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2021.
- PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (PCS). **O que é?** [201-]. Disponível em: <<https://www.cidadessustentaveis.org.br/pagina/pcs>>. Acesso em: 25 dez. 2021.

SARAIVA, P. P. et al. O uso de tecnologias como estratégia na construção de cidades mais inteligentes e sustentáveis. **Gestão & Regionalidade**, v. 35, n. 105, 2019.

SHANNON, C. E. A. Mathematical Theory of Communication, entropy. **Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379-423, 1948. DOI: <<https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>>.

SOARES, J. R.; BORDIN, R.; ROSA, R. S. Indicadores de gestão e de qualidade nas Instituições Federais De Ensino Superior brasileiras - 2009 a 2016. **REAd - Revista Eletrônica de Administração**, v. 25, n. 2, p. 215-239, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1413-2311.250.95100>>.

WATSON, S. Consuming water smartly: the significance of sociocultural differences to water-saving initiatives. **Local Environment**, v. 22, n. 10, p. 1237-1251, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13549839.2017.1334143>>.