**Análise de Eficiência na Implementação dos ODS no Brasil: Uma Avaliação dos Municípios por meio do Modelo DEA CCR**

**Resumo**

**1. Introdução**

O desenvolvimento sustentável é uma meta global cada vez mais urgente, especialmente em países como o Brasil, marcado por uma grande diversidade socioeconômica e ambiental, mas também por desafios persistentes de desigualdade, pobreza e degradação ambiental. Dentro desse contexto, a compreensão do progresso em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em nível local torna-se crucial para informar políticas públicas e estratégias de desenvolvimento que promovam um futuro equilibrado e próspero para todas as comunidades.

Na última década, os ODS têm se consolidado como um marco importante para orientar as políticas de desenvolvimento em todo o mundo. Os ODS foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), que de acordo com Leal Filho et al. (2023), tem desempenhado um papel fundamental nos debates e nas ações para o desenvolvimento sustentável.

A proposta da ONU é de 17 ODSs os quais são desdobrados em 169 metas que incluem uma ampla gama de questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável (Leal Filho et al., 2023), incluindo erradicação da pobreza, saúde, educação, igualdade de gênero, energia limpa, crescimento econômico e proteção ambiental. No entanto, para que esses objetivos sejam alcançados de forma eficaz, é essencial compreender como eles se manifestam em nível local e como os recursos disponíveis são alocados para sua consecução.

Desde sua criação em 2015, os 17 ODS foram reconhecidos mutuamente por todos os estados-membros da ONU como a representação do desenvolvimento sustentável. Assim, devem ser incorporados como a definição básica de desenvolvimento sustentável em metodologias de avaliação de sustentabilidade (Eberling; Langkau, 2023).

Os esforços nacionais para a atingir os ODSs resultam a superação de vários obstáculos, como a priorização de objetivos e metas, a adaptação de estratégias e políticas do país para que estejam em conformidade com os ODSs, o gerenciamento de compensações e a capitalização das sinergias entre os objetivos (Aly et al., 2022).

O Brasil mostrou ter uma comunidade de pesquisa bem estabelecida que desenvolveu e incentivou discussões sobre os ODSs. A relevância do Brasil como fonte de contribuições científicas nessa área pode estar ligada ao fato de que a relação entre educação e sustentabilidade é um requisito presente em sua Constituição Federal. Isso levou as instituições de ensino a adaptar seus processos internos, infraestrutura e cultura organizacional, implementando práticas em busca da sustentabilidade (Pedraja-Rejas et al., 2023).

Nesse sentido, este estudo se propõe a investigar o progresso dos municípios brasileiros em relação aos ODS, utilizando uma abordagem metodológica que combina análise de dados orçamentários municipais, indicadores de desenvolvimento sustentável e o modelo Data Envelopment Analysis (DEA) (Charnes et al., 1978). O objetivo é oferecer uma análise detalhada e contextualizada do desempenho dos municípios brasileiros em relação aos ODS, identificando padrões de eficiência, desafios e oportunidades para o avanço do desenvolvimento sustentável em diferentes regiões do país.

A metodologia adotada neste estudo se baseia na análise detalhada dos orçamentos municipais, que fornecem insights valiosos sobre a alocação de recursos em diferentes setores e áreas de atuação. Por meio da utilização de dados do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI, 2024) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), é possível analisar como os recursos municipais são distribuídos entre diferentes áreas, como saúde, educação, transporte, meio ambiente e assistência social entre outras.

Além disso, este estudo incorpora indicadores de desenvolvimento sustentável, como o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR, 2024), que oferecem uma visão abrangente do progresso em direção aos ODS em nível local. Esses indicadores são fundamentais para avaliar o desempenho dos municípios em áreas-chave, como erradicação da pobreza, saúde, educação, igualdade de gênero, energia limpa e proteção ambiental.

A análise dos dados é complementada pela aplicação do modelo DEA CCR, uma técnica amplamente utilizada para avaliar a eficiência relativa das unidades de decisão (Silva et al., 2024), neste caso, os municípios brasileiros. Por meio dessa abordagem, é possível identificar quais municípios estão utilizando seus recursos de forma mais eficiente para alcançar os resultados desejados em relação aos ODS, bem como identificar melhores práticas e estratégias que podem ser replicadas em outros lugares. Nesse sentido, de acordo com Zhou et al. (2018), modelos DEA podem ser aplicados em diversos campos de pesquisa, entre eles as pesquisas sobre sustentabilidade.

Ao investigar o progresso dos municípios brasileiros em relação aos ODS, este estudo contribui para uma compreensão mais profunda dos desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável em nível local. Os insights gerados por esta pesquisa têm o potencial de informar políticas públicas e estratégias de desenvolvimento que promovam um progresso mais equitativo e sustentável em todo o Brasil, contribuindo assim para a realização dos ODS e para a construção de um futuro mais próspero para todas as comunidades.

Para atingir seus objetivos, este trabalho está dividido em seis seções. A segunda seção apresenta o referencial teórico, abordando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o orçamento público brasileiro e o modelo DEA CCR. A terceira seção detalha o método de pesquisa utilizado. Na quarta seção, é apresentada a aplicação do método, seguida pela discussão dos resultados na quinta seção. Finalmente, a sexta seção apresenta as conclusões da pesquisa.

**2. Revisão de Literatura**

* 1. *Sustainable Development Goals (SDGs)*

Aprovada em 25 de setembro de 2015, após dois anos de consulta global com organizações da sociedade civil, cientistas, acadêmicos e cidadãos de todo o mundo, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável propôs 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODSs (*Sustainable Development Goals* - SDGs) juntamente com 169 metas e 231 indicadores. A Agenda 2030 baseia-se no princípio de “não deixar ninguém para trás”, na integração sistêmica dos pilares Sociais, Ambientais e Econômicos de Desenvolvimento Sustentável e na promoção de um mundo baseado nos cinco “*Ps”:* Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parceria (Trane *et al*., 2023).

Embora o conceito de desenvolvimento sustentável tenha sido oficialmente introduzido em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development -* WCED), os esforços para se atingir essa meta permanecem insatisfatórios. A Organização das Nações Unidas (ONU) se envolveu ativamente em discussões e esforços relacionados ao desenvolvimento sustentável, pois além de criar a WCED, ela apresentou no ano 2000 as oito Metas de Desenvolvimento do Milênio (*Millennium Development Goals* - MDGs) a serem alcançadas até 2015, com foco em questões como pobreza, educação, igualdade de gênero, mortalidade infantil, saúde, preservação ambiental e cooperação global. Posteriormente, em 2015, a ONU (United Nations, 2015) mais uma vez assumiu a liderança nas deliberações e apresentou os ODSs (Leal Filho, 2023).

Os ODSs consistem em uma série de 17 metas criadas para tratar das questões urgentes enfrentadas pela comunidade internacional (Confraria; Ciarli; Noyons, 2024). Estas metas, acordadas por todos os 193 estados membros da ONU em 2015, fornecem uma agenda para o desenvolvimento sustentável que aborda desafios econômicos, sociais e ambientais. A exposição dessas questões em 17 objetivos facilita a interpretação e a implementação por parte das empresas, do meio acadêmico, da sociedade civil e dos formuladores de políticas públicas (Voola *et al.*, 2022).

Os ODSs, oferecem uma estrutura abrangente para enfrentar os desafios econômicos, ambientais e sociais em busca de um mundo mais igualitário e sustentável para as gerações futuras (Lim, 2022). Os ODSs reconhecem a pesquisa e o desenvolvimento como um processo transformador que envolve esforços coletivos e individuais. Eles reconhecem que as iniciativas de desenvolvimento global bem-sucedidas se baseiam em pesquisas minuciosas e em uma compreensão abrangente do assunto em questão (Sorooshian, 2024). A elaboração de relatórios sobre os ODSs pode facilitar esse processo, fornecendo uma estrutura abrangente com objetivos e metas para abordar os ODSs econômicos, sociais e ambientais, bem como indicadores adequados para medir o progresso em relação a eles (Trane *et al*., 2023).

Segundo ONU (2024), os ODS representam um chamado global à ação para erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e o clima, e assegurar que todas as pessoas, em qualquer lugar, tenham acesso à paz e prosperidade. Esses objetivos refletem os esforços das Nações Unidas para alcançar a Agenda 2030 em todo o mundo. Os 17 ODS podem ser visualizados no Quadro 1, estes são desdobrados em várias mestras como podem ser vista em ONU (2024).

Quadro 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ODS** | | **Descrição** |
| 1 | Erradicação da pobreza | Erradicar a pobreza em todas as formas e em todos os lugares |
| 2 | Fome zero e agricultura sustentável | Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável |
| 3 | Saúde e Bem-Estar | Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades |
| 4 | Educação de qualidade | Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos |
| 5 | Igualdade de gênero | Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas |
| 6 | Água potável e saneamento | Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos |
| 7 | Energia limpa e acessível | Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos |
| 8 | Trabalho decente e crescimento econômico | Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos |
| 9 | Indústria, inovação e infraestrutura | Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação |
| 10 | Redução das desigualdades | Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles |
| 11 | Cidades e comunidades sustentáveis | Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis |
| 12 | Consumo e produção responsáveis | Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis |
| 13 | Ação contra a mudança global do clima | Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos |
| 14 | Vida na água | Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável |
| 15 | Vida terrestre | Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade |
| 16 | Paz, Justiça e Instituições Eficazes | Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis |
| 17 | Parcerias e meios de implementação | Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável |

Fonte: ONU (2024)

Apesar de serem amplos e ambiciosos, os ODSs enfrentam contradições inerentes, principalmente entre a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico (Voola *et al*., 2022). No entanto, os ODSs se transformaram em uma linguagem e uma estrutura universais, unificando as partes interessadas para enfrentar esses desafios de forma colaborativa. Devido à natureza complexa dos desafios da sustentabilidade, a inovação é considerada crucial para soluções transformadoras e sustentáveis que não necessariamente exigem grande quantidade de recursos financeiros (Voola *et al*., 2022).

De acordo com a literatura, há um progresso insuficiente em direção à realização dos ODSs, e existe a possibilidade de a comunidade global não atingir essas metas até o ano previsto de 2030. Para efetivar a Agenda 2030, será necessário realizar um investimento significativo em pesquisa e desenvolvimento. A implementação dos resultados das pesquisas pode ser facilitada por meio de uma estratégia colaborativa entre diversas partes interessadas, incluindo a comunidade acadêmica, autoridades e indivíduos civis (Sorooshian, 2024).

* 1. *Public Budget*

O Ministério do Planejamento e Orçamento do Brasil, em 2024, caracteriza o orçamento público como um mecanismo de planejamento estatal que inclui os gastos governamentais para um determinado ano, em conformidade com a projeção de receitas. Este é o registro no qual o governo concentra as estimativas de todas as receitas a serem obtidas e os planos relativos à sua alocação (Paula; Pinho, 2023).

Portanto, é correto afirmar que o orçamento público possui uma dimensão política, pois apresenta as políticas governamentais que englobam, principalmente, decisões de interesse público, atendendo às demandas e necessidades dos três Poderes, seus órgãos e entidades. Estes atuam de forma participativa na elaboração, aprovação e fiscalização do orçamento (Abraham, 2013).

A administração dos recursos públicos no Brasil, em todos os níveis de governo, é organizada com base em três instrumentos legais que formam o ciclo de planejamento do orçamento público: o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). Estes instrumentos têm o propósito de estruturar todas as fases do planejamento orçamentário para facilitar sua implementação, servindo como meios para promover um ciclo eficaz e transparente na gestão pública (Giusti *et al*., 2023).

O PPA tem como objetivo definir as diretrizes e os objetivos para a formulação de políticas e planos governamentais ao longo de um período de quatro anos. Por sua vez, a LDO estabelece anualmente as políticas públicas prioritárias e as metas fiscais em conformidade com o PPA. Finalmente, a LOA é responsável por estimar as receitas e determinar as despesas para o próximo ano. A LOA deve estar em conformidade com os requisitos estabelecidos no PPA e na LDO, fornecendo detalhes sobre as receitas e despesas previstas para cada ano (Giusti *et al*., 2023).

No Brasil, um país de vastas dimensões territoriais, composto por 26 estados, além do Distrito Federal, e 5.570 municípios, cada entidade possui sua própria autonomia fiscal, administrativa e política. Essas unidades apresentam uma ampla diversidade em termos de área, população, densidade demográfica, diversificação econômica e outros indicadores. O pacto federativo brasileiro envolve três níveis de governo: União, estados (incluindo o Distrito Federal) e municípios (Paula; Pinho, 2023).

De acordo com dados de 2019 (IBGE, 2019), considerando a receita tributária arrecadada no país, a União detém 58%, seguida pelos estados e pelo Distrito Federal, que somam 34%, e pelos municípios, com apenas 8% da receita tributária total. Apesar da menor arrecadação, estados e municípios enfrentam dificuldades para administrar plenamente suas atribuições com seus próprios recursos, necessitando de uma redistribuição da receita tributária do governo central para garantir a prestação de serviços à população. Essa necessidade de redistribuição questiona a verdadeira autonomia financeira dos estados e municípios (Paula; Pinho, 2023).

Apesar das distintas realidades de cada município brasileiro, estes são regulados por leis federais. A classificação dos municípios em grupos, geralmente baseada no número de habitantes, não leva em consideração questões como localização, atividade econômica predominante ou competências específicas (Paula; Pinho, 2023).

*2.3 DEA*

Segundo Benito *et al.* (2019), a Análise Envoltória de Dados (ou DEA – *Data Envelopment Analysis*) é uma técnica matemática de programação que permite a comparação da eficiência técnica de organizações ou entre Unidades Tomadoras de Decisão (que operam em ambientes similares e são caracterizados por diversas entradas e saídas (*inputs* e *outputs*). Para Al-Refaie (2014), a DEA é um procedimento de otimização de eficiência que é proposto para melhoria de performance de um processo ou produto.

A DEA foi desenvolvida por Charnes et al. (1978), e fornece uma forma alternativa de análise da fronteira de eficiência, baseada na medida eficiente de produtividade (Sinuany-Stern, 2022). Este método consiste em uma metodologia de medida comparativa de eficiência entre Unidades Tomadoras de Decisão (ou *Decision Making Units* – DMUs) (Cooper; Seiford; Tone, 2007). Ela permite a identificação das principais DMUs traçando sua margem de eficiência (Miranda *et al*., 2017).

Segundo Charnes *et al.* (1978), a DEA é uma metodologia que pode determinar a eficiência das DMUs, determinando quais são eficientes e quais não são, baseado na análise de performance em seus inputs e outputs. De acordo com Hatami-Marbini e Toloo (2017), a DEA é uma metodologia baseada em programação linear, com o objetivo de medir a eficiência relativa das DMUs com múltiplos inputs e outputs.

A DEA calcula uma fronteira de produção aplicando programação linear de uma amostra de DMUs permitindo, desta maneira, estabelecer relacionamentos entre diversos inputs e outputs. Definindo a fronteira de eficiência, as ineficiências de uma DMU são determinadas pela medida da distância da fronteira, indicando o potencial de aumento de ineficiência (Costa *et al*., 2021). Nos modelos clássicos de DEA, as DMUs eficientes são identificadas, indexando valores: com o valor igual a 1, é considerada eficiente, menor que 1, ineficiente (Miranda *et al*., 2017).

A eficiência relativa das DMUs é determinada como um quociente de uma soma de pesos de *outputs*, em relação a soma de pesos de *inputs*. A ideia principal por trás da DEA é conceder a flexibilidade na escolha dos pesos por DMU, expondo a medida de eficiência (ou ineficiência) claramente. Esta flexibilidade permite cada DMU espontaneamente selecionar uma série de pesos que podem ser reais ou não (Hatami-Marbini; Toloo, 2017).

O modelo introduzido por Charnes *et al*. (1978) é conhecido por modelo CCR, caracterizado por retornos constantes de escala. Uma representação alternativa é o modelo BCC (Banker *et al*., 1984) que pressupõe retornos variáveis à escala. Além disso, tanto o modelo CCR como o modelo BCC podem ser expressos em duas formas: uma centrada na redução dos *inputs* e a outra no aumento dos *outputs*; essencialmente, ambos os modelos são adaptáveis tanto aos *inputs* quanto aos *outputs*, dependendo dos objetivos dos usuários (Bernardo *et al*., 2020).

O modelo CCR calcula o desempenho utilizando os resultados da eficiência global; em outras palavras, a eficiência que compara uma DMU com todos os seus concorrentes. O modelo clássico CCR pressupõe total liberdade de produção, ou seja, admitem que a produção de uma DMU não interfere na produção de outras DMUs do conjunto em avaliação (Bernardo *et al*., 2020).

Segundo Charnes *et al*. (1978), o modelo CCR segue a formulação:

(Eq.1)

Sujeito a:

No qual, *yrj e xij* (positivos) são os *outputs* e *inputs* da *j-ésima* DMU e *ur e vi*≥ 0 são os pesos variáveis para determinara solução do problema.

Ao calcular a eficiência relativa das DMU, a DEA fornece uma classificação das diferentes alternativas cujo comportamento é medido em relação a uma referência (*benchmark*) definida pela mais eficiente. Estes valores de eficiência resultam de um problema de otimização que avalia a capacidade das DMU para produzir um determinado conjunto de *outputs* utilizando uma série de *inputs* (Tavana *et al.,* 2023).

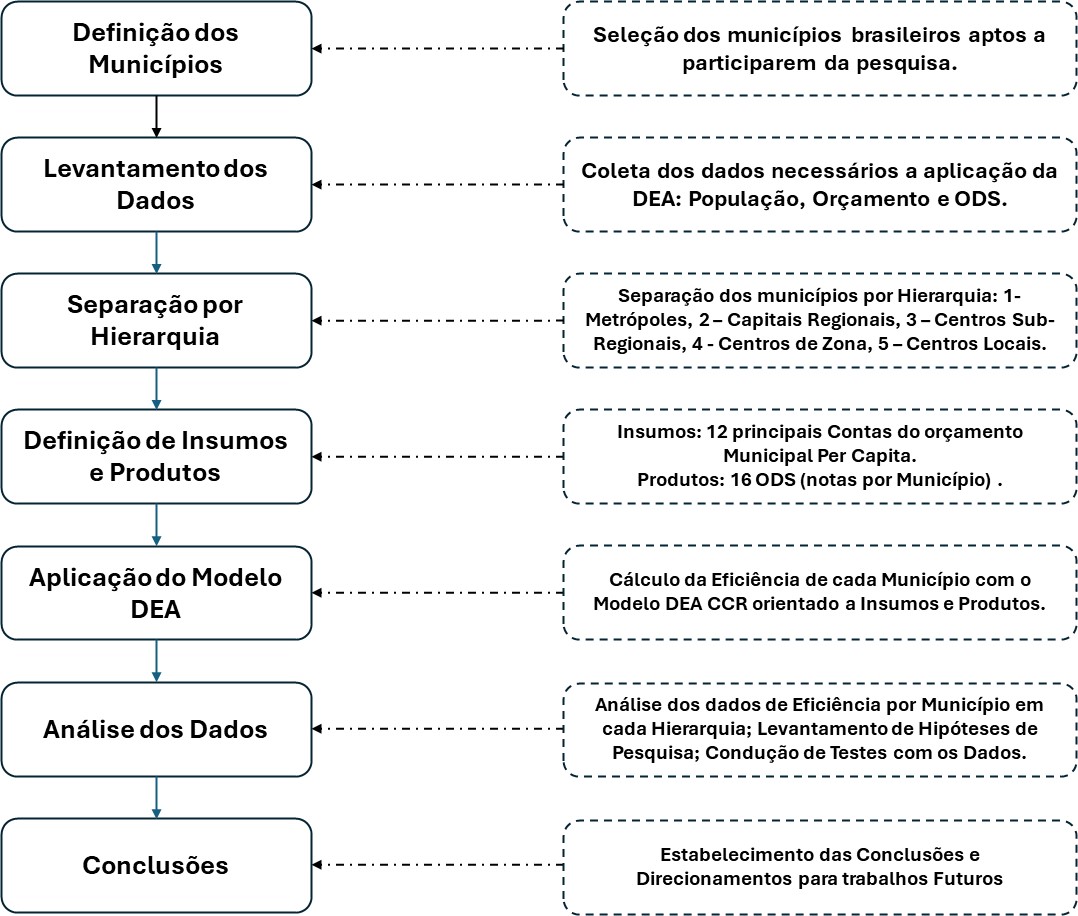
O *benchmarking* é um processo de definição de medidas de comparação de desempenho entre DMUs semelhantes, usando-as para determinar as posições relativas das DMUs e, por fim, estabelecer um padrão de excelência. Nesse sentido, a DEA pode ser considerada uma ferramenta de *benchmarking*, pois a fronteira identificada pode ser considerada um padrão empírico de excelência. Depois que a fronteira é estabelecida, podemos comparar um conjunto de novas DMUs com a fronteira (Zhu, 2009).

**3. Método de Pesquisa**

De acordo com Bertrand et al. (2024), este estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa aplicada, com objetivos empíricos normativos. Esta classificação é justificada já que possui como foco formular políticas e estratégias destinadas a melhorar uma situação presente. A abordagem metodológica adotada é predominantemente quantitativa, utilizando pesquisa de campo como meio e procedimentos técnicos de modelagem matemática. Esses elementos são essenciais para compreender e enfrentar o problema em questão.

A aplicação do Modelo DEA CCR aos municípios brasileiros segue a estrutura proposta na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura de Aplicação dos Passos da Pesquisa



A pesquisa se divide em 7 etapas:

1. Definição dos municípios: todos os 5570 municípios brasileiros são elegíveis a participarem da presente pesquisa, logo a pesquisa inicia com a possibilidade de se utilizar todos os municípios brasileiros, no entanto, a pesquisa se limitará aos municípios para os quais existam dados disponíveis em órgãos oficiais do estado ou de apoio a esta pesquisa.
2. Levantamento dos Dados: serão utilizados nesta pesquisa o orçamento público municipal dividido por suas principais contas, normalizado pela população de cada município. Os dados dos orçamentos municipais serão obtidos do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI, 2024) e os dados populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024). Serão utilizados também as notas médias dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável por município que compõem o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades, disponibilizado em IDSC-BR (2024). Optou-se por trabalhar com as contas aprovadas dos municípios, fato este que justifica a aplicação da presente pesquisa em dados de 2022, já que as contas municipais de 2023 ainda não se encontram aprovadas pelo SICONFI.
3. Separação dos municípios por Hierarquia: para os 5393 municípios para os quais se conseguiram todos os dados mencionados anteriormente, estes foram divididos segundo a Hierarquia das cidades de acordo com REGIC (2018), que classifica os municípios brasileiros em 5 grandes classes: Metrópoles, Capitais Regionais, Centros Sub-Regionais, Centros de Zona e Centros Locais.
4. Definição de Insumos e Produtos: O orçamento municipal per capita foi dividido em 12 principais contas (Educação e Cultura; Saúde; Urbanismo, Saneamento e Transporte; Administração; Previdência Social; Assistência Social; Legislativo; Gestão ambiental e Agricultura; Segurança Pública; Desporto e Lazer; Comércio e Serviços e Outros), que representaram os insumos do problema. Já 16 ODS foram classificados como outputs do modelo DEA CCR. O ODS 14 (Vida na água) não foi analisado neste trabalho, uma vez que apenas os municípios litorâneos possuíam dados para este ODS.
5. Aplicação do modelo DEA CCR: Com os dados reunidos de inputs e outputs dos 5393 municípios brasileiros divididos por hierarquia foi aplicado o modelo DEA CCR com orientação a produtos, partindo do princípio de que todo o orçamento municipal deverá ser aplicado no município visando a maximização dos ODS. Apesar do score de eficiência não variar de acordo com a orientação, a análise de *benchmarks* e a distribuição de pesos no modelo,podem variar de acordo com a orientação do modelo.
6. Análise dos Dados: De posse dos resultados alcançados foram realizadas análise por hierarquia, levantamento de hipótese e aplicação de testes estatísticos para comprovação ou não das hipóteses formuladas.
7. Conclusões: Nesta etapa, as principais conclusões advindas do estudo são apresentadas e direcionamentos para trabalhos futuros são formulados.

**4. Aplicação do Método**

**4.1 Cidades Analisadas**

Participaram da análise 5393 municípios brasileiros, pertencentes as cinco grandes regiões do país: Centro-Oeste, Norte, Nordeste, Sudeste e Sul, distribuídos em 26 estados da Federação. Seguindo os passos do método, para 177 municípios não foram encontrados dados ou os dados apresentavam algum erro, inviabilizando sua utilização.

Os municípios analisados neste trabalho representam 96.8% do total de municípios brasileiros, que somados representam 5570 municípios distribuídos em mais de 8,510 mil km2 de área territorial e onde habitam mais de 200 milhões de brasileiros. Além da distribuição dos municípios por região e estado foi considerada para fins de aplicação do modelo DEA, a Hierarquia dos Municípios considerada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024).

Segundo REGIC (2018), a hierarquia urbana brasileira reflete a centralidade das cidades, determinada pela atração que exercem sobre populações de outros centros urbanos em busca de bens e serviços, bem como pelo nível de articulação territorial derivado de suas atividades de gestão pública e empresarial.

Essa hierarquia compreende cinco níveis principais, cada um subdividido em onze categorias: Metrópoles (1A, 1B e 1C), Capitais Regionais (2A, 2B e 2C), Centros Sub-Regionais (3A e 3B), Centros de Zona (4A e 4B) e Centros Locais (5).

Segundo IBGE (2024):

* Metrópoles: São os principais centros urbanos do país, exercendo influência direta sobre todas as outras cidades, seja de uma ou mais Metrópoles simultaneamente.
* Capitais Regionais: Estes centros urbanos possuem uma alta concentração de atividades de gestão, embora tenham uma área de influência regional menor em comparação com as Metrópoles.
* Centros Sub-Regionais: No terceiro nível hierárquico, as cidades possuem atividades de gestão menos complexas (todas são classificadas como nível 3 na gestão do território), com uma área de influência menor do que as Capitais Regionais.
* Centros de Zona: Caracterizam-se por menores níveis de atividades de gestão, polarizando um número inferior de cidades vizinhas devido à atração direta da população por comércio e serviços, baseada em relações de proximidade.
* Centros Locais são cidades que têm influência limitada apenas dentro de seus próprios limites territoriais. Embora possam atrair alguma população de outras cidades para assuntos específicos, não são o principal destino de nenhuma outra cidade. Geralmente têm uma centralidade fraca em atividades empresariais e de gestão pública, dependendo de centros urbanos de hierarquia superior para atividades cotidianas, compras, serviços, acesso a serviços públicos e dinâmica empresarial.

A Tabela 1 apresenta o orçamento total alocado por municípios separados por região e estados para o ano de 2022. Apresentam-se também a população total e o número de cidades analisadas neste trabalho.

Tabela 1 – Orçamento, População e Municípios por Estados e Regiões do Brasil

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Região / Estado** | **Orçamento Total dos**  **Município** | **População** | **Orçamento Per Capita** | **Número de Municípios** | **% Cidades Analisadas** |
| CENTRO-OESTE | R$ 67.633.373.038,71 | 12986314 | R$ 7.320,89 | 443 | 94,9% |
| Goiás (GO) | R$ 30.607.562.851,89 | 6836648 | R$ 6.833,29 | 236 | 95,9% |
| Mato Grosso do Sul (MS) | R$ 16.433.192.362,90 | 2648373 | R$ 7.336,78 | 72 | 91,1% |
| Mato Grosso (MT) | R$ 20.592.617.823,92 | 3501293 | R$ 8.164,81 | 135 | 95,7% |
| NORDESTE | R$ 222.133.147.917,67 | 53630606 | R$ 5.039,80 | 1741 | 97,0% |
| Alagoas (AL) | R$ 14.122.851.426,74 | 2812621 | R$ 6.751,67 | 85 | 83,3% |
| Bahia (BA) | R$ 58.470.617.946,40 | 13905681 | R$ 4.724,59 | 406 | 97,4% |
| Ceará (CE) | R$ 36.515.167.570,10 | 8794957 | R$ 4.569,48 | 184 | 100,0% |
| Maranhão (MA) | R$ 27.690.148.626,15 | 6721258 | R$ 4.803,10 | 214 | 98,6% |
| Paraíba (PB) | R$ 16.070.996.606,91 | 3901662 | R$ 5.570,68 | 215 | 96,4% |
| Pernambuco (PE) | R$ 33.086.679.618,43 | 9037838 | R$ 4.161,29 | 182 | 98,4% |
| Piauí (PI) | R$ 14.336.886.438,09 | 3263795 | R$ 5.280,36 | 221 | 98,7% |
| Rio Grande do Norte (RN) | R$ 13.282.899.428,55 | 2986727 | R$ 5.736,74 | 160 | 95,8% |
| Sergipe (SE) | R$ 8.556.900.256,30 | 2206067 | R$ 5.049,85 | 74 | 98,7% |
| NORTE | R$ 75.518.041.316,08 | 16935662 | R$ 5.772,77 | 427 | 94,9% |
| Acre (AC) | R$ 2.893.623.492,64 | 799986 | R$ 4.076,68 | 19 | 86,4% |
| Amazonas (AM) | R$ 16.613.377.607,14 | 3930871 | R$ 4.988,13 | 61 | 98,4% |
| Amapá (AP) | R$ 2.828.897.632,94 | 659288 | R$ 7.712,62 | 10 | 62,5% |
| Pará (PA) | R$ 34.302.173.946,52 | 7844549 | R$ 4.821,47 | 135 | 93,8% |
| Rondônia (RO) | R$ 7.684.312.253,48 | 1577963 | R$ 6.222,15 | 51 | 98,1% |
| Roraima (RR) | R$ 3.247.404.222,34 | 636707 | R$ 6.215,33 | 15 | 100,0% |
| Tocantins (TO) | R$ 7.948.252.161,02 | 1486298 | R$ 6.946,00 | 136 | 97,8% |
| SUDESTE | R$ 460.404.035.870,51 | 83790000 | R$ 6.284,82 | 1631 | 97,8% |
| Espírito Santo (ES) | R$ 18.298.337.351,33 | 3833712 | R$ 5.662,67 | 78 | 100,0% |
| Minas Gerais (MG) | R$ 97.682.379.011,37 | 19995571 | R$ 5.958,62 | 835 | 97,9% |
| Rio de Janeiro (RJ) | R$ 88.349.585.618,83 | 15877765 | R$ 7.794,60 | 85 | 92,4% |
| São Paulo (SP) | R$ 256.073.733.888,98 | 44082952 | R$ 6.589,04 | 633 | 98,1% |
| SUL | R$ 156.519.353.944,96 | 29524651 | R$ 7.287,76 | 1151 | 96,6% |
| Paraná (PR) | R$ 57.481.257.618,39 | 11231339 | R$ 6.439,22 | 376 | 94,2% |
| Rio Grande do Sul (RS) | R$ 57.039.164.236,81 | 10871176 | R$ 7.755,28 | 493 | 99,2% |
| Santa Catarina (SC) | R$ 41.998.932.089,76 | 7422136 | R$ 7.601,83 | 282 | 95,6% |
| **Brasil** | R$ 982.207.952.087,93 | 196867233 | R$ 6.141,51 | 5393 | 96,8% |

A região Sudeste, possui o maior orçamento entre as regiões, com um total de R$ 460.4 bilhões (46,87%) e uma população de 83.790.000 habitantes (42,56%). Os estados de São Paulo e Minas Gerais concentram a maior parte dos municípios, orçamento e população entre os estados brasileiros, sendo que os dois estados juntos representam aproximadamente 27% dos municípios analisados. Na sequência, o segundo maior orçamento fica com a região Nordeste, com um orçamento total de mais de R$ 222,1 bilhões (22,62%) e uma população de 53.630.606 (27,2%) habitantes, distribuídos em 1741 municípios analisados.

A terceira região com maior orçamento municipal é a Sul, com um orçamento total de R$ 156,5 bilhões (15,94%) e uma população de 29.524.651 habitantes (15,0%), caracterizando-se por uma distribuição mais equitativa de recursos entre seus estados. Na região Sul foram analisados 1151 municípios. A quarta maior região em termos de orçamento é a região Norte, com um orçamento total de R$ 75,5 bilhões (7,7 %) e uma população estimada em 16.935.662 habitantes (8,6%), apesar das grandes dimensões territoriais, representadas principalmente pelos estados do Amazonas e Pará, é a região com o menor número de municípios analisados (427), com aproximadamente 8% do total de municípios. Na quinta posição aparece a região Centro-Oeste, com um orçamento total de aproximadamente R$ 67,6 bilhões (6,9%) e com uma população total de 12.986.314 habitantes (6,6%), sendo a menor região do país em orçamento e população. O orçamento total por município (R$ 982.2 bilhões) foi o equivalente a aproximadamente 10% do PIB brasileiro em 2022.

A Tabela 2 apresenta o orçamento e população por região do país, divididos segundo a Hierarquia das Cidades do IBGE.

Tabela 2 - Orçamento, População e Municípios por Hierarquia das Cidades e Regiões

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rótulos de Linha** | **Orçamento Total dos Municípios** | **Soma de População** | **Orçamento Per Capita** | **No. de Municípios** |
| 1 - Metrópole | R$ 343.229.797.457,99 | 67265307 | R$ 5.044,88 | 211 |
| Centro-Oeste | R$ 13.188.327.941,98 | 3522422 | R$ 3.779,13 | 23 |
| Nordeste | R$ 41.787.099.806,68 | 10529185 | R$ 4.920,90 | 33 |
| Norte | R$ 13.700.116.976,06 | 4021222 | R$ 3.334,96 | 5 |
| Sudeste | R$ 233.267.641.050,10 | 40947096 | R$ 5.447,89 | 93 |
| Sul | R$ 41.286.611.683,17 | 8245382 | R$ 5.119,85 | 57 |
| 2- Capital Regional | R$ 193.248.046.551,94 | 41728227 | R$ 5.548,09 | 298 |
| Centro-Oeste | R$ 14.897.755.597,68 | 2932514 | R$ 4.886,07 | 7 |
| Nordeste | R$ 42.594.193.281,03 | 11659872 | R$ 4.538,53 | 59 |
| Norte | R$ 13.625.217.835,88 | 3287481 | R$ 4.121,61 | 13 |
| Sudeste | R$ 85.734.396.484,45 | 16499112 | R$ 6.063,51 | 143 |
| Sul | R$ 36.396.483.352,90 | 7349248 | R$ 5.666,99 | 76 |
| 3- Centro Sub-Regional | R$ 140.505.483.544,98 | 29137046 | R$ 5.483,79 | 487 |
| Centro-Oeste | R$ 12.570.126.163,42 | 2329321 | R$ 6.067,79 | 41 |
| Nordeste | R$ 25.330.343.027,23 | 6686712 | R$ 3.967,53 | 95 |
| Norte | R$ 11.925.639.420,17 | 2346959 | R$ 4.531,88 | 28 |
| Sudeste | R$ 60.026.960.035,36 | 11556555 | R$ 6.080,90 | 199 |
| Sul | R$ 30.652.414.898,80 | 6217499 | R$ 5.709,01 | 124 |
| 4 - Centro de Zona | R$ 53.508.886.322,09 | 11698058 | R$ 4.934,40 | 427 |
| Centro-Oeste | R$ 6.484.751.926,33 | 1152044 | R$ 5.873,90 | 47 |
| Nordeste | R$ 17.984.763.099,94 | 4382026 | R$ 4.190,36 | 138 |
| Norte | R$ 3.408.007.850,99 | 820895 | R$ 4.994,39 | 26 |
| Sudeste | R$ 15.016.842.683,66 | 3314455 | R$ 4.923,53 | 119 |
| Sul | R$ 10.614.520.761,17 | 2028638 | R$ 5.534,96 | 97 |
| 5 - Centro Local | R$ 251.715.738.210,93 | 47038595 | R$ 6.454,86 | 3.970 |
| Centro-Oeste | R$ 20.492.411.409,30 | 3050013 | R$ 7.991,32 | 325 |
| Nordeste | R$ 94.436.748.702,79 | 20372811 | R$ 5.218,19 | 1.416 |
| Norte | R$ 32.859.059.232,98 | 6459105 | R$ 6.022,45 | 355 |
| Sudeste | R$ 66.358.195.616,94 | 11472782 | R$ 6.574,56 | 1.077 |
| Sul | R$ 37.569.323.248,92 | 5683884 | R$ 8.056,32 | 797 |
| Brasil | R$ 982.207.952.087,93 | 196867233 | R$ 6.141,51 | 5.393 |

Como observado na Tabela 2, para as regiões Centro-Oeste e Norte há uma alocação significativa do orçamento municipal para áreas menos urbanizadas, como indicado pelo orçamento expressivo em Centros Locais. Já na região Nordeste, as Metrópoles e Capitais Regionais recebem uma parte substancial do orçamento municipal, refletindo a concentração populacional nestas áreas urbanas, ainda que os Centros Locais também concentrem boa parte do orçamento, principalmente quando se analisa o orçamento per capita.

Na região Sudeste, as Metrópoles recebem a maior parte do orçamento, evidenciando seu papel central na economia e população da região, no entanto ao se analisar o orçamento per capita, verifica-se uma distribuição mais homogênea do orçamento entre os 5 níveis hierárquicos dos municípios da região. Por fim, a região Sul apresenta uma distribuição mais equilibrada do orçamento entre as hierarquias, com destaque para o maior orçamento per capita entre os municípios classificados como Centros Locais.

De posse dos dados, pode-se confirmar por meio do teste de Kruskal-Wallis que o orçamento per capita por estado (p-value = 0.000), região (p-value = 0.000) e Hierarquia (p-value = 0.000) possuem diferenças estatisticamente significativas entre as medianas desses grupos.

Neste trabalho para aplicação do modelo DEA foram utilizados como outputs os resultados alcançados por municípios brasileiros em cada um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU. Esses indicadores são calculados e disponibilizados anualmente e compõem o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR, 2024).

O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR, 2024) é uma iniciativa promovida pelo Instituto Cidades Sustentáveis em colaboração com a Sustainable Development Solution Network (SDSN), no âmbito do Programa Cidades Sustentáveis. Este projeto recebe apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) do Brasil, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF). A coleta de dados e indicadores para o IDSC-BR foi conduzida pelo Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap, 2024).

A metodologia do IDSC-BR foi desenvolvida pela rede SDSN, uma iniciativa internacional criada pela ONU para mobilizar conhecimentos técnicos e científicos provenientes da academia, da sociedade civil e do setor privado, com o objetivo de apoiar soluções em diversas escalas, desde o nível local até o global (IDSC-BR, 2024).

As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores médios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável dos municípios que compõem cada região brasileira. Neste estudo não foi analisado o ODS 14 (Vida na água), visto que apenas os municípios litorâneos (por volta de 5% do total) possuíam dados para este ODS.

Tabela 3 – Valores médios dos ODS 1 a 9 por região brasileira

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Região** | **ODS 1** | **ODS 2** | **ODS 3** | **ODS 4** | **ODS 5** | **ODS 6** | **ODS 7** | **ODS 8** | **ODS 9** |
| Centro-Oeste | 53,26 | 39,04 | 67,20 | 48,50 | 20,38 | 55,64 | 74,84 | 52,16 | 55,46 |
| Nordeste | 49,19 | 44,50 | 64,36 | 32,61 | 32,15 | 45,55 | 48,13 | 35,88 | 54,42 |
| Norte | 54,78 | 43,24 | 62,06 | 31,94 | 23,33 | 39,85 | 34,29 | 40,68 | 53,53 |
| Sudeste | 54,67 | 41,36 | 68,26 | 52,33 | 25,73 | 69,62 | 77,23 | 49,88 | 58,69 |
| Sul | 51,22 | 41,90 | 68,28 | 55,48 | 34,11 | 54,17 | 54,75 | 61,54 | 58,08 |
| **Média Geral** | **52,06** | **42,45** | **66,43** | **44,71** | **28,96** | **55,05** | **59,44** | **47,31** | **56,51** |

Tabela 4 - Valores médios dos ODS 10 a 17 por região brasileira

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Região** | **ODS 10** | **ODS 11** | **ODS 12** | **ODS 13** | **ODS 15** | **ODS 16** | **ODS 17** |
| Centro-Oeste | 58,17 | 71,53 | 35,70 | 46,29 | 30,00 | 54,76 | 17,28 |
| Nordeste | 57,99 | 72,57 | 31,87 | 62,70 | 18,33 | 50,97 | 8,20 |
| Norte | 56,10 | 68,08 | 32,32 | 40,60 | 31,37 | 47,90 | 11,12 |
| Sudeste | 58,68 | 72,18 | 42,99 | 66,64 | 24,44 | 63,76 | 15,41 |
| Sul | 58,92 | 73,93 | 51,73 | 62,34 | 23,89 | 65,13 | 20,37 |
| **Média Geral** | **58,26** | **72,30** | **39,82** | **60,72** | **23,36** | **57,93** | **13,96** |

Os ODS representam uma agenda global para o desenvolvimento sustentável até 2030, abrangendo áreas como erradicação da pobreza, saúde, educação, igualdade de gênero, entre outros. Os dados apresentados nas Tabelas 3 e 4 revelam uma análise das médias das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) por município que compõem cada região do Brasil. A seguir, são apresentadas algumas observações específicas para cada ODS na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados e desafios dos ODS no Brasil

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ODS | Observação | Desafios |
| ODS 1 - Erradicação da Pobreza | Região Norte destaca-se com uma média de 54,78, enquanto o Sudeste segue logo atrás com 54,67. | Todas as regiões apresentam médias abaixo de 60, indicando a necessidade de medidas mais eficazes para combater a pobreza em todo o país. Das cinco regiões, a Nordeste é a que apresenta a menor nota, 49,19. |
| ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável | Nordeste apresenta a melhor média, 44,50, seguido pelo Norte com 43,24. | Ainda que o Brasil seja uma grande potência no agronegócio, essa ODS é a quarta com média mais baixa. Nenhuma região alcança média superior a 50. Todas as regiões têm espaço para melhorias, de modo a garantir a segurança alimentar e promover práticas agrícolas sustentáveis em todo o país. |
| ODS 3 - Saúde e Bem-Estar | Sul lidera com 68,28, seguido de perto pelo Sudeste com 68,26. | Segundo ODS com valor mais alto. Apesar das médias relativamente altas (acima de 60), todas as regiões precisam garantir acesso equitativo a serviços de saúde de qualidade, haja visto os grandes problemas enfrentados pelo país no campo da saúde. |
| ODS 4 - Educação de Qualidade | Sul e Sudeste têm as melhores médias, 55,48 e 52,33, respectivamente. | Norte e Nordeste enfrentam dificuldades com médias de 31,94 e 32,61, destacando a necessidade de investimentos urgentes na melhoria da qualidade da educação nessas e outras regiões. |
| ODS 5 - Igualdade de Gênero | Sul apresenta a melhor média, 34,11, enquanto o Centro-Oeste tem a pior média, 20,38. | Terceira ODS com média mais baixa entre os municípios. Todas as regiões estão abaixo de 35, destacando a necessidade de esforços renovados para promoção da igualdade de gênero em todo o país. |
| ODS 6 - Água Limpa e Saneamento | Sudeste e Centro-Oeste lideram com médias de 69,62 e 55,64, indicando melhor acesso a água limpa e saneamento básico do que em outras regiões. | Norte e Nordeste têm médias abaixo de 50, evidenciando a necessidade urgente de melhorias na infraestrutura de água e saneamento. |
| ODS 7 - Energia Limpa e Acessível | Sudeste e Centro-Oeste têm as melhores médias, 77,23 e 74,84, respectivamente. | Apesar das médias relativamente altas, Norte, Nordeste e Sul apresentam médias bem abaixo das encontradas no Sudeste e Centro-Oeste, evidenciando a necessidade de continuarem a investir em fontes de energia limpa e acessível para todos. |
| ODS 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico | Sul lidera com 61,54 seguido pelo Centro-Oeste com 52,16. | Com exceção da região Sul, todas as outras regiões estão abaixo do limite de 60, destacando a necessidade de políticas que promovam emprego digno e crescimento econômico sustentável em todo o país. |
| ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura | Sudeste tem a melhor média, 58,69, enquanto o Norte tem a pior, 53,53. | É um dos ODS com médias mais equilibradas entre as regiões, ainda que este ODS demande investimentos e melhores políticas em todas as regiões do país. |
| ODS 10 - Redução das Desigualdades | Sul lidera com 58,92, Norte apresenta a menor nota com 56,10. | É o ODS com menor amplitude entre melhor e pior resultado, apresentando maior homogeneidade de notas entre as regiões. Todas as regiões precisam continuar trabalhando para reduzir as desigualdades, especialmente nas áreas de renda, gênero e acesso a serviços básicos. |
| ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis | Sul lidera com 73,93, seguido pelo Nordeste com 72,57. | ODS de maior média geral. Apesar das médias relativamente altas, próximas ou superiores a 70, todas as regiões brasileiras enfrentam desafios relacionados à infraestrutura urbana, planejamento e gestão sustentáveis. |
| ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis | Sul apresenta a melhor média, 51,73, enquanto o Nordeste tem a pior média, 31,87. | Todas as regiões estão abaixo ou próximas de 50, destacando a necessidade de promover padrões de consumo e produção mais sustentáveis em todo o país. |
| ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima | Sudeste tem a melhor média, 66,64, enquanto o Norte tem a pior, 40,60. | Todas as regiões precisam intensificar seus esforços na mitigação e adaptação às mudanças climáticas para garantir um futuro sustentável para todos. Norte e Centro-Oeste apresentam notas quase 20 abaixo das demais regiões. |
| ODS 15 - Vida Terrestre | Norte lidera com 31,37, enquanto o nordeste tem a menor média, 18,33. | Todas as regiões estão abaixo ou próximas de 30, destacando a necessidade de conservação e uso sustentável da biodiversidade em todo o país. 2ª. ODS de menor média geral e maior amplitude entre as regiões. |
| ODS 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes | Sul lidera com 65,13, seguido pelo Sudeste com 63,76. | Apesar das médias relativamente altas, todas as regiões enfrentam desafios relacionados à promoção de sociedades pacíficas, justas e inclusivas. Pelos resultados Norte e Nordeste apresentam os maiores desafios. |
| ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação | Sul apresenta a melhor média, 20,37, enquanto o Nordeste tem a pior média, 8,20. | De todos é o ODS com menor nota entre as regiões. Todas as regiões estão abaixo ou próximo de 20, destacando a necessidade urgente de fortalecer parcerias globais e garantir meios eficazes de implementação para alcançar os ODS. |

A análise revela a heterogeneidade do progresso em direção aos ODS no Brasil, com regiões apresentando pontos fortes em algumas áreas e desafios em outras. Enquanto algumas regiões demonstram desempenho acima da média nacional em certos ODS, como é o caso do Sul em Cidades e Comunidades Sustentáveis (73,93), outras enfrentam dificuldades significativas, como o Nordeste em Parcerias e Meios de Implementação (8,20). Essas discrepâncias ressaltam a necessidade de abordagens específicas e investimentos direcionados para atender às necessidades únicas de cada região, garantindo assim um progresso mais equitativo em direção aos ODS em todo o país.

Considerando os ODS apresentados nas Tabelas 3 e 4, Sudeste e Sul possuem as maiores médias gerais com 52,62 e 52,24 respectivamente. O Centro-Oeste aparece com 48,76, na terceira posição. Já Nordeste e Norte ocupam as últimas posições, com 44,34 e 41,95, respectivamente. Tais valores levam a uma pontuação geral para o país de 48,70, que em uma escala de 0 a 100, situa-se na faixa de baixo desenvolvimento (40 a 49,99), o que demonstra os grandes desafios a serem superados pelo país no desenvolvimento sustentável de seus municípios. De posse dos dados da média geral dos ODS por municípios, pode-se comprovar por meio do teste de Kruskal-Wallis que o resultado dos ODS por Região (p-value = 0.000), Estado (p-value = 0.000) e Hierarquia (p-value = 0.000) possuem diferenças estatisticamente significativas entre as medianas desses grupos.

As análises conduzidas até este momento são baseadas em indicadores médios tanto para insumos como para produtos. Enquanto a média pode fornecer uma visão geral do desempenho dos municípios, a DEA permite uma avaliação mais detalhada da eficiência global do sistema, identificando quais municípios estão operando abaixo do seu potencial máximo e onde há espaço para melhorias.

**4.2 Aplicação do Modelo DEA**

A DEA permite avaliar a eficiência relativa das unidades tomadoras de decisão (neste caso, os 5393 municípios) em relação aos inputs e outputs considerados. Em vez de simplesmente calcular uma média que pode mascarar as disparidades entre os municípios, a DEA permite identificar quais municípios estão utilizando seus recursos de forma mais eficiente para alcançar os resultados desejados em relação aos ODS.

Ao identificar os municípios que são mais eficientes na transformação de inputs (como o orçamento municipal) em outputs (resultados dos ODS), a DEA pode ajudar a identificar melhores práticas e estratégias que podem ser replicadas em outros lugares. Isso é especialmente importante considerando as disparidades regionais do país em questão.

Ao contrário de análises com o uso da média, a DEA permite uma análise mais particularizada de cada município, levando em conta as características específicas de cada região e as nuances de sua situação socioeconômica, geográfica e política. Isso é crucial quando se trata de abordagens específicas e investimentos direcionados para atender às necessidades únicas de cada região, como apontado pelos dados coletados.

Para aplicação do modelo DEA CCR o orçamento municipal foi subdividido em 12 principais contas: Educação e Cultura (28,12%); Saúde (24,49%); Urbanismo, Saneamento e Transporte (15,46%); Administração (10,42%); Previdência Social (7,25%); Assistência Social (2,94%); Legislativo (2,12%); Gestão ambiental e Agricultura (1,79%); Segurança Pública (0,94%); Desporto e Lazer (0,75%); Comércio e Serviços (0,41%); e Outros (5,30%). Os valores percentuais representam o percentual do orçamento total médio de cada conta dos 5393 municípios participantes da análise dividido nessas contas.

Os dados dos orçamentos municipais separados por conta de cada um dos 5393 municípios foram normalizados pela divisão da população do município analisado, de modo a prover uma análise mais equilibrada dos dados e permitir a utilização do modelo DEA CCR. Modelo este que apresenta um poder maior de discriminação entre as DMUs e considera retornos constantes de escala.

Como outputs do modelo DEA foram considerados os valores dos ODS: ODS 1 - Erradicação da Pobreza; ODS 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável; ODS 3 - Saúde e Bem-Estar; ODS 4 - Educação de Qualidade; ODS 5 - Igualdade de Gênero; ODS 6 - Água Limpa e Saneamento; ODS 7 - Energia Limpa e Acessível; ODS 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico; ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura; ODS 10 - Redução das Desigualdades; ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis; ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima; ODS 15 - Vida Terrestre; ODS 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes; e ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação.

Dessa forma cada um dos 5393 municípios participantes deste trabalho (DMUs), possuíam 12 inputs (referentes a cada conta orçamentária per capita) e 16 outputs (referente aos resultados levantados de cada ODS para cada DMU).

Antes da aplicação do modelo DEA, os munícipios foram separados de acordo com sua classificação hierárquica para aplicação do modelo DEA CCR. Dessa forma, o modelo DEA foi aplicado aos municípios pertencentes a cada uma das hierarquias das cidades, seguindo a seguinte distribuição apresentada na Tabela 6. Uma vez que os municípios classificados dentro de uma mesma hierarquia possuem similaridade entre si, isso justifica a aplicação do modelo DEA CCR a cada uma das 5 hierarquias separadamente, evitando de se comparar municípios com perfis completamente distintos entre si.

Tabela 6 – Número de municípios por Hierarquia

|  |  |
| --- | --- |
| **Hierarquia** | **Número de municípios** |
| 1 - Metrópole | 211 |
| 2- Capital Regional | 298 |
| 3- Centro Sub-Regional | 487 |
| 4 - Centro de Zona | 427 |
| 5 - Centro Local | 3970 |

Considerando a regra do número mínimo de DMUs para aplicação do modelo DEA CCR, seriam necessários no mínimo: {3 x (12 + 16); (12 x 16)} = {84 ; 192}, escolhendo o maior valor como sendo o número mínimo de DMUs, ou seja, 192 municípios. Como o menor grupo de DMUs, na classe 1 – Metrópoles possui 211 municípios é de se esperar que o modelo DEA consiga discriminar bem a eficiência dos municípios em cada classe hierárquica.

Foi aplicado aos dados coletados, o modelo DEA CCR orientado a outputs. No modelo orientado a outputs, os insumos são tratados como fixos, enquanto os outputs são variáveis. Assim o modelo busca maximizar os outputs dados os insumos fixos. Assim esse estudo parte do princípio que todo o orçamento deverá ser aplicado no município visando a maximização dos ODS municipais. Ainda que o modelo CCR leve ao mesmo score de eficiência, seja orientado a insumos ou a produtos, devido ao fato de considerar retornos constantes de escala, os benchmarks, cidades consideradas com os melhores padrões de eficiência para a cidade ineficiente, mudam de acordo com a orientação.

A seguir são apresentados os principais resultados encontrados por Hierarquia com a aplicação do modelo DEA CCR.

**4.2.1 Metrópoles**

As metrópoles compreendem as maiores e mais importantes cidades do Brasil, compreendendo principalmente as grandes capitais estaduais e cidades de grande porte, capazes de influenciarem de modo significativo as demais cidades do país. Essas cidades reúnem as maiores populações, e consequentemente, os maiores orçamentos. Sendo importantes polos da economia nacional. A Tabela 7 apresenta um panorama dos 211 municípios classificados como metrópoles.

Tabela 7 – Dados gerais das cidades classificadas como Metrópoles

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **População** | **Orçamento** | **Orçamento per capita** | **ODS Agrupado** | **Eficiência** |
| **Média** | 318.793 | R$ 1.626.681.504,54 | R$ 5.044,88 | 51,73 | 0,970 |
| **Mínimo** | 3.077 | R$ 23.990.923,28 | R$ 2.061,28 | 37,80 | 0,279 |
| **Máximo** | 11.451.999 | R$ 83.970.582.803,73 | R$ 22.197,31 | 63,61 | 1,000 |

Na Tabela 7 os dados médios, mínimo e máximo podem se referir a diferentes municípios quando se analisam: orçamento, orçamento per capita, ODS e Eficiência. Assim a Tabela 7 objetiva apresentar um panorama geral dos dados levantados. Conforme observado nessa tabela, pode parecer estranho uma cidade com 3.077 habitantes ser considerada uma Metrópole, no entanto essa classificação seguiu a metodologia apresentada pelo REGIC (2018).

Segundo essa metodologia, a hierarquia urbana e as regiões de influência são delimitadas para o recorte espacial da Cidade. No entanto, essa classificação não é automaticamente aplicada aos municípios individualmente. Para a definição da hierarquia optou-se por se considerar que sempre que o Município for integrante de Arranjo Populacional, essa informação é acrescentada à descrição da sua hierarquia urbana. Ou seja, quando uma cidade é parte de um arranjo populacional, é o conjunto todo que possui essa hierarquia, e não cada município isoladamente. Como exemplo, o arranjo populacional de São Paulo é uma Grande Metrópole Nacional (1A) composta por 37 municípios, todos contribuindo para essa classificação hierárquica e também classificados como metrópoles.

Dos 211 municípios classificados como metrópoles, 183 foram considerados eficientes (86,73% do total), o maior número entre todas as hierarquias das cidades. Tal fato indica que elas estão utilizando eficazmente o orçamento municipal per capita de modo a alcançar os ODS, sugerindo uma boa alocação de recursos e a implementação de políticas eficientes nessas localidades. No entanto, 28 municípios foram considerados ineficientes (13,27% do total), menor proporção entre as hierarquias.

Destacam-se principalmente entre as DMUs ineficientes aqueles municípios que possuem orçamento per capita elevado, quando comparado aos eficientes. Boa parte desses municípios se encontram no interior do estado, apresentando populações consideravelmente pequenas perto das grandes metrópoles do país.

A média do orçamento per capita dos municípios ineficientes foi em média, 7.738,80 R$/habitante, enquanto a dos eficientes de 4.632,69 R$/habitante. Em relação a nota média dos ODS, não se verificou grande diferença entre eficientes e ineficientes, sendo este valor igual a 51,61 e 51,74 respectivamente. Ou seja, o orçamento das metrópoles ineficientes foi 67% em média superior aos municípios considerados eficientes, e esse aumento de recursos não refletiu em melhoria nos ODS, que para os municípios ineficientes foi 0,25% maior em média comparado aos eficientes.

A Figura 1 apresenta o histograma dos scores de eficiência dos 28 municípios considerados ineficientes, bem como suas principais estatísticas.

Figura 1 – Histograma e Principais estatísticas para as Metrópoles Ineficientes

Gráfico

Descrição gerada automaticamente

Para estes municípios, o valor médio da ineficiência foi de 0,773, com valor mínimo de 0,279 e máximo de 0,999. Considerando o modelo CCR, há em média uma necessidade de aumento de aproximadamente 30% nos ODS, ou redução média de 22,7% nos orçamentos para que estes municípios possam alcançar a fronteira de eficiência.

Dos 183 municípios considerados eficientes, 67 foram *benchmarks* para os municípios ineficientes, e como tal auxiliaram na composição de suas metas, para alcançarem a fronteira de eficiência. Os 10 principais benchmarks estiverem presentes como referência em aproximadamente 41% das DMUs ineficientes.

**4.2.2 Capitais Regionais**

Logo após as metrópoles na hierarquia das cidades, destacam-se as Capitais Regionais. Estas agrupam cidades de grande importância nacional, capazes de influenciarem de modo significativo as cidades em seu entorno, tanto econômica como em gestão. Dos 298 municípios classificados como Capitais Regionais, 204 apresentaram score de eficiência igual 1 (68,46% do total), o que indica que elas estão utilizando eficazmente o orçamento municipal per capita para alcançar os ODS. No entanto, 94 municípios alcançaram scores de eficiência menores que 1 (31,54% do total), indicando que eles podem melhorar a forma como utilizam os recursos para alcançar os ODS. A Tabela 8 apresenta um panorama dos 298 municípios classificados como Capitais Regionais.

Tabela 8 – Dados gerais das cidades classificadas como Capitais Regionais

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **População** | **Orçamento** | **Orçamento per capita** | **ODS Agrupado** | **Eficiência** |
| **Média** | 140.028 | R$ 648.483.377,69 | R$ 5.548,09 | 52,25 | 0,948 |
| **Mínimo** | 2.116 | R$ 20.266.252,92 | R$ 2.360,52 | 36,59 | 0,441 |
| **Máximo** | 1.037.775 | R$ 5.192.114.973,70 | R$ 16.865,96 | 64,65 | 1,000 |

Assim como no caso da Metrópoles, destacam-se principalmente entre as DMUs ineficientes das Capitais Regionais aqueles municípios que possuem orçamento per capita elevado quando comparado aos eficientes. Esse mesmo comportamento foi observado na análise das demais hierarquias. A média do orçamento per capita dos municípios per capita ineficientes entre as Capitais Regionais foi de 7.259,23 R$/habitante, enquanto a dos eficientes foi de 4.759,62 R$/habitante. Ou seja, o orçamento dos municípios ineficientes foi 52,5% superior em média que o dos municípios eficientes.

Em relação a nota média dos ODS, não se verificou grande diferença entre municípios eficientes e ineficientes, sendo este valor, em média, igual a 52,19 e 52,37 respectivamente. Além de possuírem orçamentos consideravelmente maiores, a média geral dos ODS dos municípios ineficientes foi maior, em média, apenas 0,34%, explicando assim possivelmente sua ineficiência.

A Figura 2 apresenta o histograma dos scores de eficiência dos 94 municípios considerados ineficientes, bem como suas principais estatísticas.

Figura 2 – Histograma e Principais estatísticas para as Capitais Regionais Ineficientes



Para estes municípios, o valor médio da ineficiência foi de aproximadamente 0,836, com valor mínimo de 0,441 e máximo de 0,999. Considerando o modelo CCR, há em média uma necessidade de aumento de aproximadamente 19,6% nos ODS, ou redução média de 16,4% nos orçamentos municipais per capitas para que estes municípios possam alcançar a fronteira de eficiência.

Dos 204 municípios considerados eficientes, 124 foram *benchmarks* para os municípios ineficientes. Os 10 principais benchmarks estiverem presentes como referência em aproximadamente 35% das DMUs ineficientes.

**4.2.3 Centros Sub-Regionais**

Os Centros Sub-Regionais compreendem os municípios pertencentes a camada média das hierarquias, ocupando a terceira classificação. É composto por municípios com atividades de gestão menos complexas, e com influência inferior as Capitais Regionais. Dos 487 municípios classificados como Centros Sub-Regionais, 370 apresentaram score de eficiência igual 1, o que representa 75,98% do total de municípios. Já 117 municípios alcançaram scores de eficiência menores que 1 (24,02% do total), indicando ineficiência na utilização de seus insumos. A Tabela 9 apresenta um panorama dos 487 municípios classificados como Centros Sub-Regionais.

Tabela 9 – Dados gerais das cidades classificadas como Centros Sub-Regionais

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **População** | **Orçamento** | **Orçamento per capita** | **ODS Agrupado** | **Eficiência** |
| **Média** | 59.830 | R$ 288.512.286,54 | R$ 5.483,79 | 51,61 | 0,958 |
| **Mínimo** | 1.323 | R$ 20.282.409,37 | R$ 2.683,77 | 37,02 | 0,326 |
| **Máximo** | 267.836 | R$ 3.023.118.727,13 | R$ 28.691,62 | 64,53 | 1,000 |

Novamente pode-se observar que os municípios ineficientes possuíam orçamento per capita consideravelmente elevado comparados aos eficientes, com baixa diferença entre os ODS. Para os Centros Sub-Regionais, a média do orçamento per capita dos municípios ineficientes foi em média, 7959,35 R$/habitante, enquanto a dos eficientes de 4.700,97 R$/habitante. Em relação a nota média dos ODS, não se verificou grande diferença entre eficientes e ineficientes, sendo este valor igual a 51,39 e 52,33 respectivamente. Sendo sua ineficiência explicada principalmente devido ao orçamento 69,31% superior aos municípios considerados eficientes, e esse aumento de recursos não refletir em melhoria proporcional nos ODS desses municípios, com uma diferença de pouco mais 1,8%.

A Figura 3 apresenta o histograma dos scores de eficiência dos 117 municípios considerados ineficientes, bem como suas principais estatísticas. Para estes municípios, o valor médio da ineficiência foi de aproximadamente 0,827, com valor mínimo de 0,326 e máximo de 0,999. Considerando o modelo CCR, há em média uma necessidade de aumento de aproximadamente 20,9% nos ODS, ou redução média de 17,3% nos orçamentos para que estes municípios possam alcançar a fronteira de eficiência.

Figura 3 – Histograma e Principais estatísticas para os Centros Sub-Regionais Ineficientes



Dos 370 municípios considerados eficientes, 174 foram *benchmarks* para os municípios ineficientes. Os 10 principais benchmarks estiverem presentes como referência em aproximadamente 27% das DMUs ineficientes.

**4.2.4 Centros de Zona**

Os Centros de Zona são compostos por municípios geralmente de pequeno porte, com baixo poder de influência entre suas proximidades. Dos 427 municípios classificados como Centros de Zona, 353 apresentaram score de eficiência igual 1 (82,67% do total). Do total, 74 municípios alcançaram scores de eficiência menores que 1 (22,43% do total), indicando um certo grau de ineficiência na relação insumo produto.

A Tabela 10 apresenta um panorama dos 427 municípios classificados como Centros de Zona.

Tabela 10 – Dados gerais das cidades classificadas como Centros de Zona

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **População** | **Orçamento** | **Orçamento per capita** | **ODS Agrupado** | **Eficiência** |
| **Média** | 27.396 | R$ 125.313.551,11 | R$ 4.934,40 | 48,94 | 0,98 |
| **Mínimo** | 907 | R$ 17.779.747,01 | R$ 2.637,28 | 35,45 | 0,63 |
| **Máximo** | 123.082 | R$ 439.321.071,32 | R$ 19.602,81 | 61,84 | 1,00 |

A média do orçamento per capita dos municípios ineficientes foi em média, R$ 6.262,53 R$/habitante, enquanto a dos eficientes de R$ 4.655,98 $/habitante. Em relação a nota média dos ODS, não se verificou grande diferença entre eficientes e ineficientes, sendo este valor igual a 48,89 e 49,16 respectivamente. A ineficiência pode ser explicada principalmente devido ao orçamento 34,5% superior aos municípios considerados eficientes, e esse aumento de recursos não refletir em melhoria proporcional (0,55%) nos ODS desses municípios.

A Figura 4 apresenta o histograma dos scores de eficiência dos 74 municípios considerados ineficientes, bem como suas principais estatísticas. Para estes municípios, o valor médio da ineficiência foi de aproximadamente 0,883, com valor mínimo de 0,625 e máximo de 0,999. Considerando o modelo CCR, há em média uma necessidade de aumento de aproximadamente 13,25% nos ODS, ou redução média de 11,7% nos orçamentos para que estes municípios possam alcançar a fronteira de eficiência.

Figura 4 – Histograma e Principais estatísticas para os Centros de Zona Ineficientes

Gráfico, Histograma

Descrição gerada automaticamente

Dos 353 municípios considerados eficientes, 155 foram *benchmarks* para os municípios ineficientes. Os 10 principais benchmarks estiverem presentes como referência em aproximadamente 28% das DMUs ineficientes.

**4.2.5 Centros Locais**

A última hierarquia contempla o maior número de municípios brasileiros, respondendo por mais de 70% dos municípios analisados nesta pesquisa. Estes municípios respondem pelas menores populações do país, com menores níveis de atividades de gestão. Dos 3970 municípios classificados como Centros Locais, 1578 apresentaram score de eficiência igual 1 (39,75% do total). É o menor número de municípios considerados eficientes entre todas as hierarquias. Do total de municípios, 2392 (60,25% do total) foram considerados ineficientes, alcançando scores de eficiência menores que 1, maior percentual entre as hierarquias.

A Tabela 11 apresenta um panorama dos 3970 municípios classificados como Centros de Zona.

Tabela 11 – Dados gerais das cidades classificadas como Centros Locais

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **População** | **Orçamento** | **Orçamento per capita** | **ODS Agrupado** | **Eficiência** |
| **Média** | 11.849 | R$ 63.404.468,06 | R$ 6.454,86 | 47,89 | 0,857 |
| **Mínimo** | 833 | R$ 17.138.628,48 | R$ 1.794,36 | 31,98 | 0,203 |
| **Máximo** | 134.184 | R$ 1.785.282.898,27 | R$ 29.525,07 | 63,72 | 1,000 |

Nesta última análise também pode-se verificar que as DMUs consideradas ineficientes, possuíam orçamento per capita elevado quando comparado aos eficientes, e valores médios dos ODS aproximados. A média do orçamento per capita dos municípios per capita ineficientes foi em média, 7.410,18 R$/habitante, enquanto a dos eficientes de 5.006,74 R$/habitante. Em relação a nota média dos ODS, não se verificou grande diferença entre eficientes e ineficientes, sendo este valor igual a 47,43 e 48,20 respectivamente. Nesse caso, o orçamento per capita dos municípios ineficientes foi 48% superior aos municípios considerados eficientes, e esse aumento de recursos não refletiu em melhoria proporcional (1,6%) nos ODS desses municípios.

A Figura 5 apresenta o histograma dos scores de eficiência dos 2392 municípios considerados ineficientes, bem como suas principais estatísticas. Para estes municípios, o valor médio da ineficiência foi de aproximadamente 0,762, com valor mínimo de 0,203 e máximo de 0,999. Considerando o modelo CCR, há em média uma necessidade de aumento de aproximadamente 31,23% nos ODS, ou redução média de 23,8% nos orçamentos para que estes municípios possam alcançar a fronteira de eficiência.

Figura 5 – Histograma e Principais estatísticas para os Centros Locais Ineficientes

Gráfico, Histograma

Descrição gerada automaticamente

Dos 1578 municípios considerados eficientes, 842 foram *benchmarks* para os municípios ineficientes. Os 10 principais benchmarks estiverem presentes como referência em aproximadamente 22,45% das DMUs ineficientes.

**5. Análise dos Dados**

De posse dos resultados da aplicação do modelo DEA CCR para cada uma das 5 Hierarquias municipais, pode-se passar a analisar 6 hipóteses levantadas com os resultados encontrados na seção anterior:

1) Os municípios Ineficientes possuem orçamento per capita maior, quando comparados com os municípios Eficientes?

2) Os municípios Ineficientes possuem população menor quando comparados com os municípios Eficientes?

3) Os resultados médios do ODS dos municípios Ineficientes são iguais quando comparados aos municípios Eficientes?

4) Quando analisados todos os municípios brasileiros conjuntamente os resultados apresentados por hierarquia se mantém?

5) Qual a situação da eficiência dos municípios brasileiros por estados e regiões?

6) Existe correlação entre População do Município, Orçamento per Capita, ODS médio municipal e se o município é eficiente ou não?

7) Quais inputs e outputs foram ponderados de forma mais significativa na determinação da eficiência relativa das DMUs pelo modelo DEA CCR?

De forma a responder as questões levantadas, utilizaram-se entre outras ferramentas de testes não paramétricos para comparação dos dados, uma vez que os dados analisados não atendiam aos pressupostos dos testes paramétricos tradicionais. Para responder as 4 primeiras questões, foi utilizado o teste de Mann-Whitney com nível de confiança de 95%. Esse teste é usado para determinar se duas amostras independentes têm medianas iguais ou diferentes, sem fazer suposições sobre a distribuição subjacente dos dados. Os resultados dos testes são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Perguntas de Pesquisa x Resultados dos Testes

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hierarquia** | **Municípios Eficientes** | **Municípios Ineficientes** | **Os municípios Ineficientes possuem Orçamento per capita Maior?** | **Os municípios Ineficientes possuem população menor?** | **ODS entre Eficientes e Ineficientes são iguais?** |
| 1 - Metrópole | 183 | 28 | Sim, P-value = 0,000  (6309,51 x 4173,78) | Sim, P-value = 0,009  (61981 x 111785) | Sim, P-value = 0,901  (51,78 x 51,82) |
| 2- Capital Regional | 204 | 94 | Sim, P-value = 0,000  (6692,57 x 4623,90) | Sim, P-value = 0,000  (22625 x 73801) | Sim, P-value = 0,647  (52,55 x 53,29) |
| 3- Centro Sub-Regional | 370 | 117 | Sim, P-value = 0,000  (6558,18 x 4415,59) | Sim, P-value = 0,000  (32227 x 58619) | Sim, P-value = 0,132  (51,60 x 52,42) |
| 4 - Centro de Zona | 353 | 74 | Sim, P-value = 0,000  (5632,39 x 4351,38) | Sim, P-value = 0,000  (17013 x 25939) | Sim, P-value = 0,835  (48,96 x 48,92) |
| 5 - Centro Local | 1578 | 2392 | Sim, P-value = 0,000  (6732,05 x 4622,77) | Sim, P-value = 0,000  (5641 x 13757) | Não, P-value = 0,000  (47,08 x 48,26) |

Para todas as 5 classes hierárquicas pode-se concluir que as medianas dos orçamentos municipais per capita dos municípios ineficientes são maiores que as medianas dos municípios eficientes. Os valores das medianas dos orçamentos municipais per capita (ineficientes e eficientes) podem ser vistos na Tabela 12. Todos os p-values dos testes foram iguais a 0,000, refutando a hipóteses nula de igualdade das medianas, e aceitando-se assim que as medianas dos orçamentos municipais ineficientes são superiores as dos municípios eficientes.

O mesmo pode-se afirmar em relação a mediana das populações dos municípios, indicando que os municípios ineficientes são menores estatisticamente que os municípios eficientes. Para todas as hierarquias analisadas o p-value do teste de Mann-Whitney foi inferior a 0.000, aceitando assim a hipótese alternativa de que as medianas das populações dos municípios ineficientes são menores quando comparadas as populações dos municípios eficientes.

Já para igualdade da mediana dos ODS entre municípios ineficientes e eficientes, pode-se comprovar a significância estatística (p-value > 0.05) para a igualdade dos ODS de Metrópoles, Capitais Regionais, Centros Sub-Regionais e Centros de Zona. Já para Centros Locais, essa igualdade não pode ser comprovada (p-value < 0.05), mesmo que a diferença entre as medianas seja próxima a 1 ponto, conforme pode ser observado na Tabela 12. Destaca-se, que os Centros Locais, compreendem o maior número de municípios pesquisados e corresponde a hierarquias na qual o número de cidades ineficientes supera a de eficientes.

Quando se analisam todos os 5393 municípios conjuntamente, pode-se verificar que os 2688 municípios considerados eficientes (49,84%) e os 2705 ineficientes (50,16%) apresentam estatisticamente a mesma mediana para os ODS (p-value = 0,134), sendo igual a 48,91 e 48,77, respectivamente. Já em relação ao orçamento per capita dos municípios brasileiros, pode-se verificar que a mediana dos municípios ineficientes (6680,12 R$/hab) é superior as dos municípios eficientes (4534,40 R$/hab), com um p-value de 0,000. Por fim, em relação a população, pode-se verificar que os municípios ineficientes tendem a possuir populações menores (6037 habitantes), em relação a mediana dos dados, do que os municípios considerados eficientes (20237 habitantes), com p-value = 0.000.

Para se verificar a situação da eficiência dos municípios brasileiros agrupados por regiões e estados, foi elaborada a Tabela 13 considerando esta divisão. Ressalta-se, que o modelo DEA não foi reaplicado aos dados agrupados por estados ou regiões, visto que de tal maneira não atenderiam aos pressupostos necessários para a aplicação do modelo DEA CCR. Assim os dados da eficiência calculado por hierarquia foram utilizados para composição dessa tabela.

Tabela 13 – Análise de Eficiência por Regiões e Estados

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Região/ Estado** | **Municípios**  **Eficientes** | **Municípios**  **Ineficientes** | **% Eficiência** | **Média Eficiência** | **Média ODS** | **Média do Orçamento per capita** |
| **CENTRO-OESTE** | **155** | **288** | **34,99%** | **0,820** | **48,76** | **R$ 7.320,89** |
| Goiás | 92 | 144 | 38,98% | 0,835 | 48,99 | R$ 6.833,29 |
| Mato Grosso do Sul | 29 | 106 | 21,48% | 0,769 | 47,42 | R$ 8.164,81 |
| Mato Grosso | 34 | 38 | 47,22% | 0,869 | 50,54 | R$ 7.336,78 |
| **NORDESTE** | **969** | **772** | **55,66%** | **0,914** | **44,34** | **R$ 5.039,80** |
| Alagoas | 18 | 67 | 21,18% | 0,760 | 43,63 | R$ 6.751,67 |
| Bahia | 249 | 157 | 61,33% | 0,942 | 44,19 | R$ 4.724,59 |
| Ceará | 127 | 57 | 69,02% | 0,961 | 46,09 | R$ 4.569,48 |
| Maranhão | 153 | 61 | 71,50% | 0,957 | 40,63 | R$ 4.803,10 |
| Paraíba | 93 | 122 | 43,26% | 0,864 | 45,39 | R$ 5.570,68 |
| Pernambuco | 134 | 48 | 73,63% | 0,959 | 44,86 | R$ 4.161,29 |
| Piauí | 95 | 126 | 42,99% | 0,901 | 45,24 | R$ 5.280,36 |
| Rio Grande do Norte | 70 | 90 | 43,75% | 0,860 | 45,04 | R$ 5.736,74 |
| Sergipe | 30 | 44 | 40,54% | 0,879 | 43,80 | R$ 5.049,85 |
| **NORTE** | **210** | **217** | **49,18%** | **0,876** | **41,95** | **R$ 5.772,77** |
| Acre | 18 | 1 | 94,74% | 0,981 | 41,88 | R$ 4.076,68 |
| Amazona | 4 | 6 | 40,00% | 0,842 | 42,00 | R$ 7.712,62 |
| Amapá | 32 | 29 | 52,46% | 0,932 | 40,33 | R$ 4.988,13 |
| Pará | 93 | 42 | 68,89% | 0,946 | 39,41 | R$ 4.821,47 |
| Rondônia | 23 | 28 | 45,10% | 0,851 | 44,90 | R$ 6.222,15 |
| Roraima | 12 | 3 | 80,00% | 0,976 | 41,44 | R$ 6.215,33 |
| Tocantins | 28 | 108 | 20,59% | 0,766 | 44,16 | R$ 6.946,00 |
| **SUDESTE** | **840** | **791** | **51,50%** | **0,883** | **52,62** | **R$ 6.284,82** |
| Espírito Santo | 43 | 35 | 55,13% | 0,937 | 51,61 | R$ 5.662,67 |
| Minas Gerais | 398 | 437 | 47,66% | 0,871 | 51,16 | R$ 5.958,62 |
| Rio de Janeiro | 46 | 39 | 54,12% | 0,868 | 50,76 | R$ 7.794,60 |
| São Paulo | 353 | 280 | 55,77% | 0,895 | 54,92 | R$ 6.589,04 |
| **SUL** | **514** | **637** | **44,66%** | **0,873** | **52,24** | **R$ 7.287,76** |
| Paraná | 200 | 176 | 53,19% | 0,906 | 52,19 | R$ 6.439,22 |
| Rio Grande do Sul | 201 | 292 | 40,77% | 0,856 | 52,02 | R$ 7.755,28 |
| Santa Catarina | 113 | 169 | 40,07% | 0,857 | 52,71 | R$ 7.601,83 |
| **Total Geral** | **2688** | **2705** | **49,84%** | **0,885** | **48,70** | **R$ 6.141,51** |

A análise dos dados por região revela padrões distintos de eficiência na alocação de recursos municipais em relação aos ODS. Da Tabela 13, observa-se uma considerável variação na eficiência entre as diferentes regiões do país. O Nordeste desponta como a região com a maior eficiência média, 0,914 com 55,60% dos seus municípios considerados eficientes, destacando-se estados como Ceará (0,961), Pernambuco (0,959), Maranhão (0,957) e Bahia (0,942). Em contraste, o Centro-Oeste surge com a menor eficiência média (0,820). Essas discrepâncias regionais ressaltam a importância de abordagens diferenciadas e direcionadas para o desenvolvimento sustentável em cada área geográfica do Brasil.

Além disso, a análise dos dados por região revela nuances importantes que podem orientar políticas públicas e estratégias de desenvolvimento. Por exemplo, enquanto o Sudeste, a região mais populosa e economicamente desenvolvida, exibe uma eficiência média relativamente alta de 0,883, há variações significativas dentro do próprio conjunto de estados. Espírito Santo, por exemplo, apresenta uma eficiência de 0,937 com 55,13% de seus municípios eficientes, em comparação com estado do Rio de Janeiro, que registra a menor eficiência da região de 0,868 e com 50,76% de seus municípios considerados eficientes. Essas discrepâncias intrarregionais destacam a necessidade de uma análise mais detalhada, considerando as especificidades locais e as políticas implementadas em cada estado.

Cabe ressaltar que o fato de uma região ser mais eficiente que outra não quer dizer que ela é melhor em termos de resultados, que outra região, mas sim que ela consegue fazer um bom uso dos seus insumos para geração de seus outputs. Conforme observado na Tabela 13, as regiões Norte e Nordeste possuem os piores resultados médios de ODS comparados com o restante das regiões do país, no entanto, são as regiões com os menores orçamentos *per capita* o que resulta em sua maior eficiência.

Por meio do Teste de Mann-Whitney é possível comprovar (p-value = 0) que os municípios da região Nordeste possuem os menores orçamentos per capita do país, seguido pela região norte e os ODS de ambas as regiões, também são os menores do país. Mesmo operando com orçamentos per capita relativamente baixos, os municípios dessas regiões conseguem gerar outputs que, embora sejam menores em comparação com outras regiões, refletem um uso eficiente dos insumos disponíveis. Isso sugere que, embora haja espaço para melhorias nos resultados absolutos dos ODS, a eficiência na alocação de recursos é uma área de destaque nessas regiões. Assim, compreender os padrões de eficiência por região pode permitir uma abordagem mais precisa e direcionada para promover o desenvolvimento sustentável em todo o país.

De modo a responder a sexta pergunta de pesquisa, foi calculada a existência de possível correlação entre os dados da pesquisa: População do Município, Orçamento per Capita, ODS médio municipal e eficiência. Os resultados alcançados, corroborados pelas análises conduzidas anteriormente, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Correlação de Spearman para os dados da pesquisa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **População** | **Orçamento** | **ODS** |
| **Orçamento** | Spearman rho = -0,676  p-value = 0,000 |  |  |
| **ODS** | Spearman rho = -0,090  p-value = 0,000 | Spearman rho = 0,314  p-value = 0,000 |  |
| **Eficiência** | Spearman rho = 0,601  p-value = 0,000 | Spearman rho = -0,667  p-value = 0,000 | Spearman rho = 0,004  p-value = 0,762 |

Por meio do cálculo da correlação de Spearman, pode-se identificar que com exceção da relação entre as variáveis: Eficiência e ODS médio por município (p-value = 0,762), existe correlação significativa entre todas as demais combinações (p-value = 0.000). Considerando todos os municípios pesquisados, verificou-se uma considerável correlação negativa entre população e orçamento per capita (Spearman rho = -0,676), ou seja, à medida que a população do município aumenta, seu orçamento per capita tende a diminuir. Já em relação ao orçamento e ODS, verifica-se uma correlação média positiva, indicando que com o aumento do orçamento leva-se a um aumento dos ODS. Com relação aos ODS e a população dos municípios, verifica-se uma fraca correlação negativa (Spearman rho = -0,090), indicando que um aumento da população leva a uma redução dos ODS nos municípios pesquisados.

Em relação a eficiência pode-se verificar uma correlação positiva (Spearman rho = 0,601) entre eficiência e população, indicando que com o aumento da população tende-se aumentar a eficiência dos municípios. Já o contrário é observado quando se analisa a eficiência e o orçamento per capita municipal, apresentando uma correlação negativa (Spearman rho = -0,667), indicando, que quanto maior o orçamento per capita, menor tende ser a eficiência do município.

A última pergunta de pesquisa diz respeito a importância atribuída ao modelo DEA CCR por meio dos pesos dados a cada uma das variáveis de insumos e produtos testadas pelo modelo. As Tabelas 15 e 16 contemplam o número de DMUs que atribuíram pesos diferentes de zero para as variáveis de insumos e produtos para cada hierarquia.

Tabela 15 – Análise dos pesos dos Insumos por Hierarquia

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Peso | Metrópoles | Capitais Regionais | Centro Sub-Regional | Centro de Zona | Centros Locais | % |
| *v*1 | 121 | 157 | 348 | 290 | 2255 | 59% |
| *v2* | 99 | 158 | 295 | 330 | 1603 | 46% |
| *v3* | 119 | 209 | 299 | 287 | 2832 | 69% |
| *v4* | 139 | 209 | 319 | 262 | 2444 | 63% |
| *v5* | 107 | 190 | 258 | 298 | 2654 | 65% |
| *v6* | 146 | 99 | 263 | 267 | 1979 | 51% |
| *v*7 | 75 | 159 | 272 | 262 | 1943 | 50% |
| *v8* | 37 | 85 | 219 | 256 | 1947 | 47% |
| *v9* | 152 | 236 | 391 | 376 | 3749 | 91% |
| *v10* | 68 | 179 | 265 | 241 | 1592 | 43% |
| *v11* | 130 | 246 | 387 | 341 | 2973 | 76% |
| *v12* | 153 | 194 | 395 | 331 | 2645 | 69% |

Tabela 16 – Análise dos pesos dos Produtos por Hierarquia

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Peso | Metrópoles | Capitais Regionais | Centro Sub-Regional | Centro de Zona | Centros Locais | % |
| *u1* | 3 | 16 | 43 | 57 | 314 | 8% |
| *u2* | 43 | 72 | 139 | 80 | 1250 | 29% |
| *u3* | 13 | 19 | 21 | 60 | 820 | 17% |
| *u4* | 25 | 46 | 104 | 152 | 1341 | 31% |
| *u5* | 52 | 74 | 138 | 118 | 1869 | 42% |
| *u6* | 15 | 26 | 175 | 225 | 967 | 26% |
| *u7* | 10 | 33 | 53 | 173 | 1403 | 31% |
| *u8* | 43 | 91 | 120 | 154 | 935 | 25% |
| *u9* | 16 | 21 | 64 | 51 | 765 | 17% |
| *u10* | 7 | 56 | 120 | 52 | 695 | 17% |
| *u11* | 116 | 72 | 44 | 41 | 342 | 11% |
| *u12* | 68 | 96 | 210 | 153 | 845 | 25% |
| *u13* | 27 | 11 | 62 | 110 | 852 | 20% |
| *u14* | 59 | 102 | 153 | 177 | 1384 | 35% |
| *u15* | 31 | 106 | 147 | 116 | 1666 | 38% |
| *u16* | 86 | 89 | 283 | 212 | 2368 | 56% |

Para a análise foi registrado o número de vezes em que um peso distinto de zero foi atribuído a cada variável nas Tabelas 15 e 16. Dessa forma pode-se avaliar a contribuição relativa de cada variável para a eficiência. A frequência de atribuição de um peso diferente de zero indica a relevância da variável para a eficiência global. Por outro lado, uma alta incidência de pesos zero sugere que a variável em questão contribui para a ineficiência da unidade de decisão. A última coluna das Tabelas 14 e 15 indica o percentual de pesos diferentes de zero atribuídos aquela variável em comparação ao total de pesos possíveis de serem atribuídos.

Pela análise dos dados, verifica-se uma maior homogeneidade nos resultados nas atribuições dos pesos dos insumos, porém nota-se que as variáveis referentes ao orçamento per capita municipal: *v9* (Educação e Cultura), *v11* (Previdência Social), *v3* (Administração), *v12* (saúde), *v5* (Comércio e Serviço) e *v4* (Segurança Pública) ocupam as primeiras 6 posições com maiores números de pesos atribuídos pelo modelo. Na sequência se encontram: *v­1* (Outros), *v6* (Urbanismo, Saneamento e Transporte), *v7* (Gestão Ambiental e Agricultura) e *v8* (desporto e lazer). Já nas duas últimas posições, com menor número de pesos atribuídos: *v2* (Legislativo) e *v10* (assistência social).

Quanto aos pesos das variáveis dos outputs, verifica-se uma situação menos equilibrada. Para este caso, destacam-se os outputs: *u16* (ODS 17), *u5* (ODS 5), *u15* (ODS16), *u14* (ODS15), *u7* (ODS7) e *u4* (ODS 4). Na sequência aparecem os outputs: *u2* (ODS 2), *u6* (ODS 6), *u12* (ODS 12), *u8* (ODS8) e *u13* (ODS13). Por fim, nas últimas posições: *u3* (ODS 3), *u10* (ODS 10), *u9* (ODS 9), *u11* (ODS11) e *u1* (ODS1).

**6. Conclusões**

A aplicação do Modelo DEA CCR permitiu avaliar a eficiência relativa dos municípios em relação aos inputs (contas do orçamento municipal per capita) e outputs (resultados dos ODS) considerados. Em vez de calcular uma média simples que pode mascarar as disparidades entre os municípios, a DEA permite identificar quais municípios estão utilizando seus recursos de forma mais eficiente para alcançar os resultados desejados em relação aos ODS.

Ao identificar os municípios mais eficientes na transformação de inputs em outputs, a DEA pode ajudar a identificar melhores práticas e estratégias replicáveis. Isso é especialmente relevante considerando as disparidades regionais de um país continental como é o caso do Brasil. Para aplicar o modelo DEA CCR, o orçamento municipal foi subdividido em 12 contas principais, e os dados foram normalizados pela população do município para permitir uma análise equilibrada. Dessa forma, cada município tinha 12 inputs (contas orçamentárias per capita) e 16 outputs (resultados dos ODS por município). Antes da aplicação do modelo DEA, os municípios foram separados por classificação hierárquica para aplicação do modelo DEA CCR. Por volta de 97% dos municípios brasileiros (5393), foram analisados nesta pesquisa.

Pode-se identificar pela aplicação da DEA que os municípios ineficientes geralmente possuem um orçamento per capita maior em comparação com os municípios eficientes, em todas as hierarquias municipais estudadas. Além disso, os municípios ineficientes tendem a ter uma população menor em comparação com os municípios eficientes, em todas as hierarquias municipais analisadas. Enquanto a igualdade dos ODS entre municípios eficientes e ineficientes foi verificada para Metrópoles, Capitais Regionais, Centros de Zona e Centros Sub-Regionais, essa igualdade não foi confirmada para Centros Locais, que apresentam uma quantidade maior de municípios ineficientes.

Ao se analisar a eficiência entre estados e regiões, observa-se uma variabilidade considerável na eficiência, com o Nordeste emergindo como a região com maior número de municípios eficientes, ainda que registre os piores resultados médios de ODS. Essa aparente contradição ressalta a habilidade de seus municípios em maximizar a utilização de seus recursos, mesmo diante de restrições orçamentárias. Esses resultados enfatizam a importância crucial da eficiência na gestão pública para impulsionar o progresso em direção aos ODS. Além disso, a análise intrarregional revela discrepâncias significativas entre as regiões, evidenciando a necessidade de abordagens específicas e direcionadas em cada estado. Ou seja, compreender os padrões de eficiência por região e estado oferece insights valiosos para informar políticas públicas e estratégias de desenvolvimento mais eficazes, essenciais para alcançar avanços tangíveis em direção aos ODS em todo o Brasil.

O Brasil enfrenta grandes desafios na busca por melhores resultados dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Ainda que todo o orçamento público municipal representasse algo em torno de 10% do PIB brasileiro em 2022, dos 5393 municípios analisados, 49,84% foram considerados eficientes, enquanto 50,16% foram classificados como ineficientes. Isso num cenário onde a média geral dos ODS por região, gira em torno de 48,70. Outro fato a se destacar é que quanto maior o orçamento per capita de um município menos eficiente esse município tende a ser, indicando a grande dificuldade de se converter o aumento do orçamento em ODS mais elevados.

Isso evidencia a necessidade urgente de se aprimorar a eficiência na alocação e utilização dos recursos disponíveis, a fim de maximizar os impactos positivos na consecução dos ODS em todo o território nacional. Este cenário aponta para a importância de políticas públicas e estratégias que promovam a eficiência, a transparência na gestão e a otimização dos investimentos, visando garantir um desenvolvimento sustentável e equitativo em todas as regiões do país.

O estudo das causas subjacentes à ineficiência na implementação dos ODS emerge como uma necessidade urgente, demandando uma investigação meticulosa dos fatores socioeconômicos, políticos e geográficos que influenciam esse cenário. Como propostas de trabalhos futuros, sugere-se uma análise comparativa regional que permita a comparação entre as estratégias de alocação de recursos e seus impactos na implementação dos ODS.

Além disso, é essencial avaliar o impacto das políticas públicas municipais na melhoria dos indicadores relacionados aos ODS, identificando práticas mais eficazes para orientar intervenções futuras. A capacitação de gestores municipais e a proposição de programas e políticas públicas direcionadas para aprimorar suas habilidades na alocação eficiente de recursos também se destacam como áreas de investigação promissoras. Por fim, trabalhos futuros podem se concentrar no estabelecimento de sistemas de monitoramento contínuo para acompanhar o progresso na implementação dos ODS e garantir a sustentabilidade das iniciativas de desenvolvimento local.

**Referências:**

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/en/home-eng.html?lang=en-GB

Centro Brasileiro de Pesquisa e Planejamento. 2024. Disponível em: https://cebrap.org.br/

Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR). 2024. Disponível em: https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/introduction/#

REGIC - Regiões de Influência das Cidades. 2018. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/regic/#/home/

REGIC 2018 - Municípios - Hierarquia e região de influência -https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\_do\_territorio/divisao\_regional/regioes\_de\_influencia\_das\_cidades/Regioes\_de\_influencia\_das\_cidades\_2018\_Resultados\_definitivos/base\_tabular/REGIC2018\_Municipios\_Hierarquia\_e\_regiao.xlsx

SICONFI - Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. 2024. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf

**References**

ABRAHAM, Marcus. **Curso de direito financeiro brasileiro**. Elsevier Brasil, 2013.

AL-REFAIE, Abbas et al. Applying simulation and DEA to improve performance of emergency department in a Jordanian hospital. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 41, p. 59-72, 2014.

BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BENITO, Bernardino et al. The efficiency of public services in small municipalities: The case of drinking water supply. **Cities**, v. 93, p. 95-103, 2019.

BERNARDO, Marcella et al. University library performance management: Applying zero-sum gains DEA models to resource allocation. **Socio-Economic Planning Sciences**, p. 100808, 2020.

BRASIL (2024), Ministério do Planejamento e Orçamento. https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/orcamento.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CONFRARIA, Hugo; CIARLI, Tommaso; NOYONS, Ed. Countries' research priorities in relation to the Sustainable Development Goals. **Research Policy**, v. 53, n. 3, p. 104950, 2024.

COSTA, Eric; SOARES, António Lucas; DE SOUSA, Jorge Pinho. Industrial business associations improving the internationalisation of SMEs with digital platforms: A design science research approach. **International Journal of Information Management**, v. 53, p. 102070, 2020.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software**. New York: Springer, 2007.

GIUSTI, Fabio et al. Transparency in the planning for the use of mining royalties in Brazilian municipalities. **The Extractive Industries and Society**, v. 16, p. 101352, 2023.

HATAMI-MARBINI, Adel; TOLOO, Mehdi. An extended multiple criteria data envelopment analysis model. **Expert Systems with Applications**, v. 73, p. 201-219, 2017.

HERRERA-RESTREPO, Oscar; TRIANTIS, Konstantinos. Enterprise design through complex adaptive systems and efficiency measurement. **European Journal of Operational Research**, v. 278, n. 2, p. 481-497, 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019). https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/financas-publicas/

LEAL FILHO, Walter *et al.* When the alarm bells ring: Why the UN sustainable development goals may not be achieved by 2030. **Journal of Cleaner Production**, v. 407, p. 137108, 2023.

MIRANDA, Rafael; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; SILVA, Aneirson Francisco; MARINS, Fernando Augusto Silva. Increasing the efficiency in integer simulation optimization: Reducing the search space through data envelopment analysis and orthogonal arrays. **European Journal of Operational Research**, v. 262, n. 2, p. 673-681, 2017.

PAULA, Helton C. de; PINHO, Maria M. The efficiency of public policies and the autonomy cost in Brazilian municipalities. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 24, p. eRAMF230196, 2023.

SOROOSHIAN, Shahryar. The Sustainable Development Goals of the United Nations: A Comparative Midterm Research Review. **Journal of Cleaner Production**, p. 142272, 2024.

SINUANY-STERN, Zilla. Foundations of operations research: From linear programming to data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, 2022.

TAVANA, Madjid et al. Analytic hierarchy process and data envelopment analysis: A match made in heaven. **Expert Systems with Applications**, v. 223, p. 119902, 2023.

TRANE, M. et al. Progress by research to achieve the sustainable development goals in the EU: a systematic literature review. **Sustainability** 15 (9): 7055. 2023.

VOOLA, Ranjit *et al.* Re-imagining marketing scholarship in the era of the UN sustainable development goals. **Australasian Marketing Journal**, v. 30, n. 2, p. 97-106, 2022.

United Nations, 2015. Sustainable Development Goals (SDGs). https://sdgs.un.org/.

ZHU, Joe. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets**. New York: Springer, 2009.