

AUTOSSUFICIÊNCIA ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO EM JUIZ DE FORA

ECONOMICAL AND FINANCIAL SELF-SUFFICIENCY OF URBAN SOLID WASTE (USW) MANAGEMENT SERVICES: AN EXPLORATORY CASE STUDY IN JUIZ DE FORA

AUTOSUFICIENCIA ECONÓMICO-FINANCIERA DE LOS SERVICIOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): ESTUDIO DE CASO EXPLORATORIO EN JUIZ DE FORA

Yuri Mariano Carvalho¹
Thiago Alves de Aquino dos Santos²
Samuel Rodrigues Castro³
Júlia Righi de Almeida⁴

RESUMO

O manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um desafio para a governança municipal, principalmente ao considerar a necessidade de se implementar cobrança para financiar esses serviços. Mesmo com a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, e de legislação que demanda a cobrança pelo manejo de RSU, a tributação específica ainda não é realidade no Brasil – e, quando ocorre, é insuficiente para cobrir as despesas reais. Nesse contexto, este trabalho visa caracterizar a autossuficiência econômico-financeira do Município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. A fim de proceder com testes estatísticos de comparação (Kruskal-Wallis) e correlação (Spearman), foram selecionadas variáveis financeiras do Município, disponíveis nas plataformas digitais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o período de 2002 a 2022. Identificou-se que Juiz de Fora apresenta um descompasso entre as receitas e as despesas com o manejo de RSU, algo comum nos municípios do país. As receitas orçada e arrecadada apresentaram valores semelhantes ao longo do período analisado, enquanto as despesas permaneceram significativamente superiores, resultando em autossuficiência econômico-financeira média de 68,10%. As correlações entre a autossuficiência econômico-financeira e as demais variáveis analisadas não apresentaram significância estatística, indicando que esse indicador não pode ser explicado apenas pelos aspectos financeiros e econômicos considerados. Os resultados evidenciam que, embora o município disponha de mecanismos de

¹Mestrando em Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo. São Paulo. Brasil. E-mail: yuri.carvalho@lme.pcc.usp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2148-6260>.

²Mestrando em Engenharia Civil. Universidade de São Paulo. São Paulo. São Paulo. Brasil. E-mail: thiagoaquino@usp.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9160-608X>.

³Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. Minas Gerais. Brasil. E-mail: samuel.castro@ufjf.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4053-7040>.

⁴Doutora em Engenharia Civil. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. Minas Gerais. Brasil. E-mail: julia.righi@ufjf.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5998-6810>.

cobrança e planejamento para o setor, a recuperação integral dos custos dos serviços de manejo de RSU permanece como um desafio.

Palavras-chave: PNRS; política de saneamento básico; governança municipal; indicadores; sustentabilidade financeira.

ABSTRACT

Urban solid waste (USW) management in urban areas poses a significant challenge for municipal governance, particularly when considering the need to implement fees to finance these services. Despite the establishment of the National Solid Waste Policy (PNRS) in 2010 and legislation requiring fees for waste management, specific taxation is not yet a reality in Brazil. When it does occur, it is insufficient to cover actual expenses. In this context, this study characterizes the economic and financial sustainability of the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil. Statistical tests, including Kruskal-Wallis for comparison and Spearman for correlation, were conducted on financial variables from the municipality, available on the digital platforms of the National Sanitation Information System (SNIS) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) for the period 2002 to 2022. Analysis of the variables revealed a discrepancy between municipal revenues and actual resource spent on USW management, as seen in other municipalities. Budgeted and collected revenues showed similar values throughout the study period, whereas expenditures remained significantly higher, resulting in an average financial self-sufficiency of 68.10%. Correlations between financial self-sufficiency and the other variables analyzed were not statistically significant, indicating that this indicator cannot be explained solely by the financial and economic variables considered. The results show that, although the municipality has implemented charging mechanisms and planning instruments for the sector, achieving full cost recovery for USW management services remains a challenge.

Keywords: PNRS; basic sanitation policy; municipal government; indicators; financial sustainability.

RESUMEN

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) representa un desafío para la gobernanza municipal, especialmente al considerar la necesidad de implementar cobros para financiar estos servicios. A pesar de la promulgación de la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) en 2010 y de la legislación que exige el cobro por la gestión de RSU, la tributación específica aún no es una realidad en Brasil y, cuando ocurre, resulta insuficiente para cubrir los gastos reales. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo caracterizar la autosuficiencia económico-financiera del Municipio de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Para llevar a cabo pruebas estadísticas de comparación (Kruskal-Wallis) y correlación (Spearman), se seleccionaron variables financieras del Municipio disponibles en las plataformas digitales del Sistema Nacional de Información sobre Saneamiento (SNIS) y del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) para el período de 2002 a 2022. Se identificó que Juiz de Fora presenta un desajuste entre los ingresos municipales y los recursos efectivamente gastados en la gestión de RSU, como se observa en otros municipios. Los ingresos presupuestados y los efectivamente recaudados presentaron valores similares durante el período analizado, mientras que los gastos se mantuvieron significativamente superiores, lo que resultó en una autosuficiencia económico-financiera promedio del 68,10%. Las correlaciones entre la autosuficiencia económico-

financiera y las demás variables analizadas no fueron estadísticamente significativas, lo que indica que este indicador no puede explicarse únicamente por los aspectos financieros y económicos considerados. Los resultados evidencian que, aunque el municipio dispone de mecanismos de cobro e instrumentos de planificación para el sector, la recuperación total de los costos de los servicios de gestión de RSU sigue siendo un desafío.

Palavras chave: PNRs; política de saneamento básico; governança municipal; indicadores; sustentabilidade financeira.

Como citar este artigo: CARVALHO, Yuri Mariano et al. Autossuficiência econômico-financeira dos serviços de manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): estudo de caso exploratório em Juiz de Fora. **DRd – Desenvolvimento Regional em debate**, v. 16, p. 222-239, 06 ago. 2026. Doi: <https://doi.org/10.24302/drd.v16.5783>.

Artigo recebido em: 11/01/2025; **Artigo aprovado em:** 06/07/2026; **Artigo publicado em:** 06/08/2026

1 INTRODUÇÃO

As transformações socioeconômicas globais, como a intensificação da economia mundializada e a reestruturação de empresas e sistemas de produção, aprofundaram as desigualdades espaciais e impactaram diretamente o desenvolvimento regional e urbano (Veltz, 1996). A disseminação desigual das condições de produção e o avanço das tecnologias de informação e logística levaram à reorganização espacial das principais atividades econômicas, as quais passaram a se concentrar em metrópoles (Veltz, 1996), processo esse que aumentou a concentração populacional nas cidades e gera questionamentos quanto à capacidade dos meios urbanos de ofertar qualidade de vida de modo sustentável (Torres *et al.*, 2013; Araújo, 2016).

Nesse contexto, o crescimento econômico não pode ser compreendido como sinônimo de desenvolvimento humano. Como defende Amartya Sen⁵, o desenvolvimento humano advém da ampliação das capacidades e das liberdades substantivas (*e.g.*, acesso a saúde, educação, participação social e condições ambientais adequadas (Kang, 2011)), permitindo que as pessoas vivam a vida que valorizam (Zamban, 2014). A promoção dessas liberdades depende, entre outros fatores, da existência de políticas públicas efetivas e sustentáveis, capazes de assegurar a oferta contínua de serviços essenciais à população.

No campo das políticas públicas municipais, destacam-se aquelas relacionadas aos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU). Como preconizado na Lei nº 11.445/2007 que institui a Política Federal de Saneamento Básico (Brasil, 2007), a limpeza e o manejo de RSU são o conjunto de atividades e infraestruturas necessárias para a conservação do espaço urbano que envolvem desde a coleta até a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, sendo de responsabilidade dos municípios. Segundo a mesma lei, os resíduos considerados para esse contexto são aqueles oriundos de limpeza urbana, gerados em residências ou advindos de ambientes comerciais e industriais (em quantidades similares às de resíduos domésticos) e que não sejam enquadrados em nenhum elemento legislativo como outro tipo de resíduo. Os serviços de manejo de RSU são determinantes para a garantia do direito ao

⁵ A abordagem das capacidades de Sen é aqui mobilizada como marco conceitual, não sendo operacionalizada em variáveis de capacidades ou liberdades, cuja mensuração extrapola o escopo econômico-financeiro deste estudo.

meio ambiente ecologicamente equilibrado (reconhecido como essencial para a qualidade de vida pela Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988)). Tais serviços contribuem ainda para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11: Cidades e comunidades sustentáveis da Organização das Nações Unidas (ONU, c2025), que visa tornar os assentamentos urbanos mais inclusivos, seguros e ambientalmente responsáveis.

Em face da maior geração de resíduos (Kaza *et al.*, 2018), é necessário que os municípios brasileiros adquiram recursos financeiros para prestar serviços de manejo de RSU em consonância com as normativas vigentes, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010), e a Resolução nº 79 da Agência Nacional de Águas (ANA, 2021). Ao executar cobrança para financiar tais serviços, os municípios liberam recursos financeiros para outras áreas de interesse público, evitando comprometer o planejamento do orçamento público (Ribas e Pinheiro, 2019). No entanto, operacionalizar o que é requisitado em nível legal encontra dificuldades em um país diverso e de proporções continentais, especialmente ao se considerar os diversos atores e aspectos sociais, culturais, econômicos, ambientais e políticos relacionados à temática (Carvalho *et al.*, 2025). Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2022 apontam que apenas 44% dos municípios brasileiros implementavam algum tipo de cobrança para o manejo de RSU (Brasil, 2023) – mesmo havendo legislação que determina a sua obrigatoriedade (Brasil, 2020). Ademais, dentre os municípios brasileiros que cobram pelo manejo de RSU, a receita arrecadada por meio de tributo específico cobre, em média, somente 53,8% das despesas totais do setor (Brasil, 2023).

Nesse contexto, é necessário avaliar como as receitas e as despesas municipais relacionadas ao gerenciamento de RSU se comportam, visando atingir maiores níveis de autossuficiência econômico-financeira. Essa proposta está em consonância com a tendência dos estudos nacionais que analisam dados do SNIS sobre o manejo de RSU, visto abordarem, principalmente, o acesso a serviços de coleta de RSU e os custos associados a eles (Carvalho, Castro; Almeida, 2025). No que tange ao Estado de Minas Gerais, Canella *et al.* (2021), apontaram que os municípios com melhores indicadores socioeconômicos tendem a ter uma melhor oferta de serviços para o gerenciamento de RSU. Todavia, os autores constataram também que o aumento do custo com manejo de RSU ao longo dos anos não foi acompanhado por aumento na arrecadação de recursos para esse fim, reforçando as dificuldades municipais com essa problemática.

Logo, este trabalho explora a autossuficiência econômico-financeira dos serviços de manejo de RSU da prefeitura de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, avaliando as correlações entre variáveis financeiras do município como PIB, recursos orçados, recursos arrecadados e despesas totais, buscando compreender em que medida o financiamento desses serviços se mostra compatível com a sustentabilidade financeira da política pública municipal.

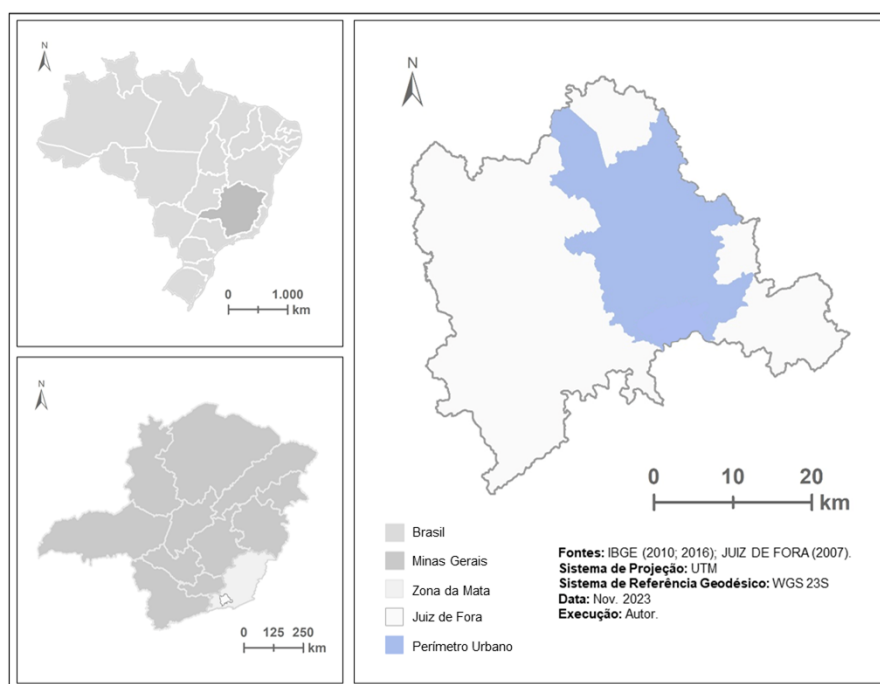
2 METODOLOGIA

Esse trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória (Piovesan; Temporini, 1995; Munaretto; Corrêa; Cunha, 2013), visto não terem sido encontrados trabalhos similares na literatura que buscaram avaliar a autossuficiência financeira dos serviços de manejo de RSU de um município até a execução desta pesquisa.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Juiz de Fora é o quarto município mais populoso de Minas Gerais, com população de 540.756 habitantes e área territorial de 1.435,749 km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023). Localiza-se na Mesorregião da Zona da Mata Mineira, na porção sudeste do estado (Figura 1), nas coordenadas 21° 41' 20" S e 42° 20' 40" O, a aproximadamente 272 km de Belo Horizonte e 184 km do Rio de Janeiro (Juiz de Fora, 2018). Sua área urbanizada é de 96,70 km², o que a coloca como o 48º município mais urbanizado do país, o 5º de Minas Gerais e o 1º de sua região geográfica imediata (IBGE, 2023).

Figura 1 – Mapa de localização de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil



Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2023).

A fundação do município remonta ao período colonial, estando atrelada ao trajeto dos tropeiros no Caminho Novo durante o período da mineração e à expansão das fazendas de café durante o Império. Com o declínio da economia cafeeira e a expansão das atividades industriais, Juiz de Fora consolidou-se como um polo econômico regional, ao qual se somaram atrativos culturais, como museus, teatros e outros espaços de lazer, e educacionais, como a instituição de uma universidade federal no município (Juiz de Fora, 2018).

O manejo dos RSU em Juiz de Fora é de responsabilidade do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DEMLURB), autarquia municipal responsável pelos serviços de coleta, transporte e destinação dos resíduos. Em 2015, o município coletou aproximadamente 229.700 t de resíduos sólidos urbanos (geração per capita de 1,15 kg/habitante dia). No mesmo período, apenas 554,4 toneladas foram recuperadas por meio da coleta seletiva (0,24% do total coletado), indicando baixa recuperação de materiais recicláveis. Estudos de caracterização gravimétrica mostram que os resíduos gerados no município são compostos majoritariamente por materiais orgânicos (43,81%) e recicláveis (31,74%), evidenciando potencial para ampliação de ações de valorização e recuperação de resíduos (Menezes *et al.*, 2019).

2.2 DADOS SELECIONADOS

Os dados do município analisados estão sintetizados no Quadro 1. O PIB per capita, obtido junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2021), é calculado a partir de dados do próprio instituto e do Banco Central. Já os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (Brasil, 2024a) classificam-se em informações (declaradas pelas prefeituras, por meio das secretarias ou departamentos responsáveis pela gestão dos serviços de manejo de resíduos sólidos) e indicadores (calculados a partir dessas informações) (Brasil, 2023). Os dados compreendem o período de 2002 (início da série histórica do SNIS para manejo de RSU) a 2022 (último ano com dados disponíveis ao se realizar a pesquisa). Como Juiz de Fora não declarou todas as informações ao SNIS ao longo da série histórica, a seleção das variáveis também considerou sua disponibilidade.

Quadro 1 – Descrição dos dados selecionadas para a pesquisa

Variável	Sigla	Descrição	Justificativa	Unidade
PIB per capita ¹	-	Razão entre a soma de todas as riquezas produzidas no Município pelo total de habitantes do Município.	Avaliar se o capital gerado no Município se correlaciona com as receitas e despesas do setor de manejo de RSU.	R\$/hab
Autossuficiência econômico-financeira da Prefeitura com o manejo de RSU ²	IN005	Razão entre a receita arrecadada e a despesa total com serviços de manejo de RSU.	Avaliar a eficiência do Município em gerir recursos públicos para o manejo de RSU.	%
Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana ²	IN006	Razão entre a despesa total com serviços de manejo de RSU e a população urbana do Município.	Avaliar a correlação entre receitas e despesas do Município, visto que uma despesa superior à receita arrecadada implica realocação de recursos públicos de outras áreas para atender às demandas do setor de manejo de RSU.	R\$/hab
Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RSU ²	IN011	Razão entre a receita arrecadada para gestão e manejo de RSU e a população urbana do Município.		R\$/hab
Despesa total com serviços de manejo de RSU ²	FN220	Valor anual da soma das despesas com serviços de manejo de RSU realizadas por agentes públicos e privados.		R\$
Receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU ²	FN221	Valor anual da previsão orçamentária do Município para a prestação de serviços de manejo de RSU à população.		R\$
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU ²	FN222	Valor anual dos recursos arrecadados para a prestação de serviços de manejo de RSU.		R\$

Fonte: Os autores. ¹IBGE (2021), ²SNIS (Brasil, 2024a).

Os valores monetários foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços - Mercado (IGP-M), amplamente utilizado para reajustar tarifas públicas, como de energia elétrica e telefonia (Medeiros; Vasconcelos; Freitas, 2016). O índice de correção foi obtido por meio da calculadora do Banco Central (Brasil, 2024b) considerando-se dezembro do respectivo ano como data inicial e dezembro de 2022 como data final (assim, o fator de correção para 2022 é igual a 1).

2.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

As variáveis foram analisadas com a ferramenta STATISTICA (StatSoft Inc., 2007), versão 8.0, sob um nível de significância de 5% (grau de confiança de 95%).

2.3.1 Estatística descritiva e aderência à distribuição normal

Por meio da estatística descritiva, obtiveram-se medidas de tendência central e dispersão como etapa preliminar da análise dos dados. A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, recomendado para amostras pequenas (entre 4 a 30 observações) (Miot, 2017). Considerou-se rejeitada a hipótese nula de aderência à distribuição normal quando $p < 0,05$ (Sperling; Verbyla; Oliveira, 2020). Como apenas as variáveis IN006 e FN220 apresentaram distribuição normal e todas as séries continham menos de 30 observações, optou-se pelos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis (comparação múltipla), Mann-Whitney (comparação simples) e correlação de Spearman.

2.3.2 Testes de comparações

Os testes não paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis comparam, respectivamente, dois ou mais grupos independentes, assumindo como hipótese nula a igualdade entre suas medianas. Considerou-se diferença estatisticamente significativa quando $p < 0,05$ (Sperling; Verbyla; Oliveira, 2020).

O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado às variáveis FN220, FN221 e FN222, a fim de comparar as despesas municipais com as receitas orçadas e arrecadadas para o manejo de RSU. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar a autossuficiência econômico-financeira (IN005) antes (2003-2009) e após (2010-2022) a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

2.3.3 Teste de correlação

O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi utilizado para avaliar a força da associação monotônica entre as variáveis (Sousa, 2019). Por se tratar de uma medida de associação, seus resultados não permitem estabelecer relações causais entre as variáveis (Sperling; Verbyla; Oliveira, 2020; Barrowman, 2014; Sousa, 2019). Todas as variáveis coletadas foram submetidas ao teste de correlação de Spearman.

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DESCRITIVA

A Tabela 1 sintetiza as medidas de tendência central e de variabilidade.

Tabela 1 – Estatística descritiva e aderência à distribuição normal das variáveis analisadas

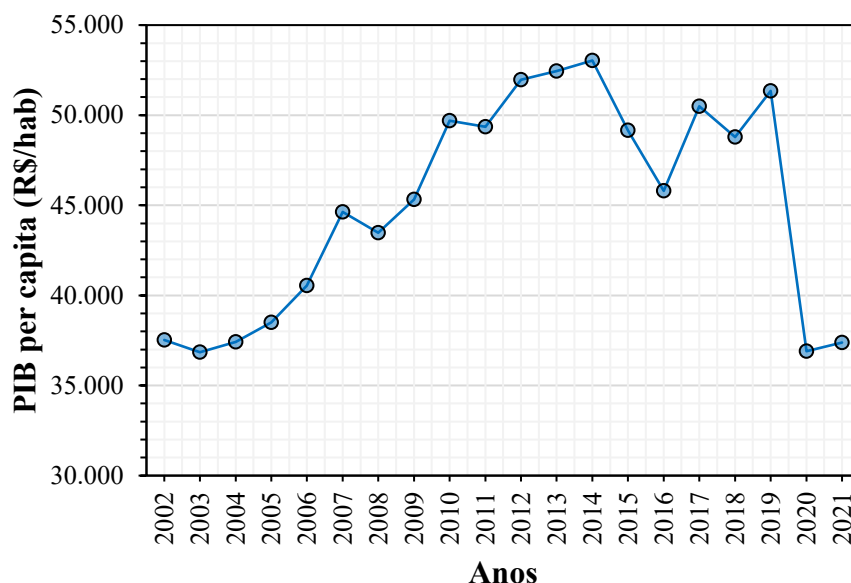
Variável	Média	Mediana	Desvio Padrão	Aderência à distribuição normal (p)
PIB per capita	R\$ 45.030,01/hab	R\$ 45.567,98/hab	R\$ 5.984,68/hab	0,01711
IN005	68,10%	66,40%	23,68%	0,00312
IN006	R\$ 190,45/hab	R\$ 190,10/hab	R\$ 42,85/hab	0,59338
IN011	R\$ 126,33/hab	R\$ 137,96/hab	R\$ 39,56/hab	0,00147
FN220	R\$ 102.143.390,19	R\$ 104.507.045,34	R\$ 26.459.912,06	0,36253
FN221	R\$ 66.385.430,29	R\$ 72.440.314,50	R\$ 23.637.259	0,03554
FN222	R\$ 67.528.155,92	R\$ 72.798.554,66	R\$ 22.210.782,50	0,00998

Legenda: IN005 - Autossuficiência econômico-financeira da Prefeitura com o manejo de RSU; IN006 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana; IN011 - Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RSU; FN220 - Despesa total com serviços de manejo de RSU; FN221 - Receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU; FN222 - Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU.

Fonte: Os autores. Elaborado com dados do IBGE (2021) e do SNIS (Brasil, 2024).

Os valores corrigidos para o PIB per capita de Juiz de Fora ao longo da série histórica do IBGE permitem identificar distintos períodos econômicos do município (Figura 2). Entre 2002 e 2014, tem-se um crescimento econômico relativamente constante. Os anos de 2015 e 2016 são marcados por redução do PIB municipal, em consonância com a crise econômica brasileira no período (Paula; Pires, 2017). A economia volta a se recuperar entre 2017 e 2019, porém retorna a um período de recessão a partir de 2020, em consonância com os impactos financeiros da pandemia de COVID-19 (Nogueira; Moreira, 2023), reduzindo o PIB per capita a patamar similar ao de 2002.

Figura 2 – Evolução do PIB per capita de Juiz de Fora entre 2002 e 2021

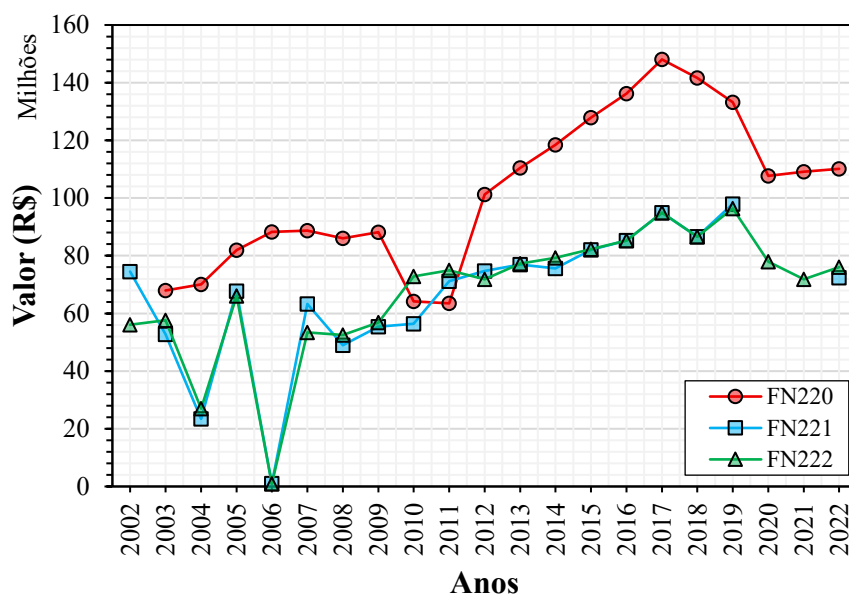


Fonte: Os autores. Elaborado com dados do IBGE (2021).

Avaliando-se as informações disponíveis na série histórica do SNIS, Juiz de Fora arrecadou valor igual ou superior ao orçado para o manejo de RSU em 13 dos 19 anos da série histórica. O ano em que houve menor arrecadação percentual com relação à receita orçada foi 2002 (-24,65%), primeiro ano da coleta de dados, e o ano em que houve maior arrecadação percentual com relação à receita orçada foi 2010 (+29,03%). Todavia, ao se comparar as medianas da receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN222) e da receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN221) para os dados de 2002 a 2022, percebe-se que não há diferença estatística significativa (a mediana de FN222 é apenas 0,005% maior que a mediana de FN221).

As despesas com o manejo de RSU, por sua vez, se mostraram muito superiores ao que foi orçado e arrecadado pelo poder público (Figura 3). Somente em 2010 e 2011 as despesas foram inferiores aos valores orçado e arrecadado; de um modo geral, a mediana da despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220) é 44% maior que a mediana da FN221 e da FN222. O descompasso entre despesas e receita arrecadada dialoga com estudos anteriores para o estado de Minas Gerais (Canella *et al.*, 2021).

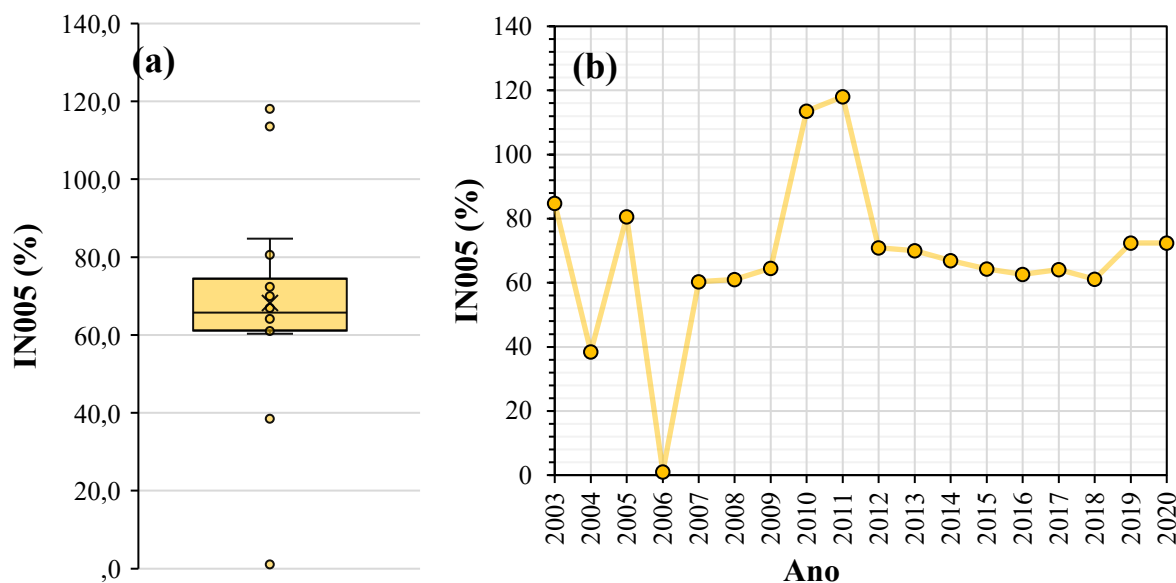
Figura 3 – Evolução das variáveis despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220), receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN221) e receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN222) entre 2002 e 2022 em Juiz de Fora.



Fonte: Os autores. Elaborado com dados do SNIS (Brasil, 2024).

Por fim, ao se avaliar a autossuficiência financeira da Prefeitura com o manejo de RSU (IN005) (Figura 4), tem-se que a mediana para Juiz de Fora é 66,40% (média = 68,10%), com desvio padrão de 23,68%. O alto desvio padrão está associado principalmente aos valores de IN005 calculados para os anos de 2006 (1,05%), 2010 (113,53%) e 2011 (118,06%). A variável não apresentou distribuição normal ($p = 0,00312$).

Figura 4 –Box plot (a) e série histórica (b) da autossuficiência econômico-financeira da Prefeitura com o manejo de RSU (IN005) entre 2003 e 2021 em Juiz de Fora



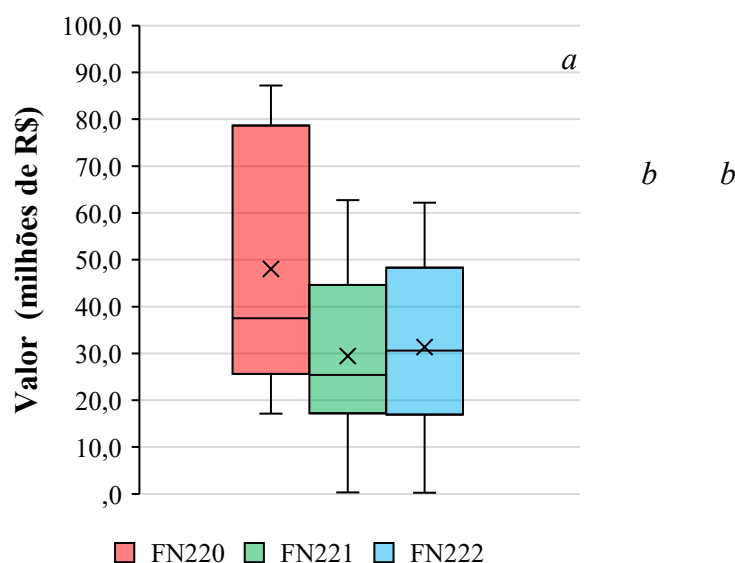
Fonte: Os autores. Elaborado com dados do SNIS (Brasil, 2024a).

O ano de 2006 apresentou os menores valores para receitas arrecadada e orçada com a cobrança de tributos para o manejo de RSU da série histórica, e a despesa total mostrou-se 95 vezes superior à receita orçada – o que pode indicar falha ao se planejar o orçamento municipal para o manejo de RSU ou ao se preencher o formulário do SNIS. Já em 2010, Juiz de Fora reportou um aumento de cerca de 30% na receita arrecadada com relação a 2009. Os anos de 2010 e 2011 possuem os menores valores de despesa total com serviços de manejo de RSU da série histórica, na contramão do crescimento de despesas reportado entre 2002 e 2006 – fato que contribuiu para a maior IN005 em 2010 e 2011. Percebe-se que, a partir de 2012, a IN005 manteve-se relativamente estável, variando entre 60% e 80% – ainda distante do ideal 100%.

3.2 TESTES DE COMPARAÇÃO

O resultado do teste de Kruskal-Wallis para FN220, FN221 e FN222 (Figura 5) aponta diferença estatisticamente significativa entre os valores das variáveis ($p = 0,0001 < 0,05$).

Figura 5 – Boxplots da despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220), da receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN221) e da receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN222) para o período de 2002 a 2020 em Juiz de Fora. Letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa entre as variáveis ($p < 0,05$; teste de Kruskal-Wallis)



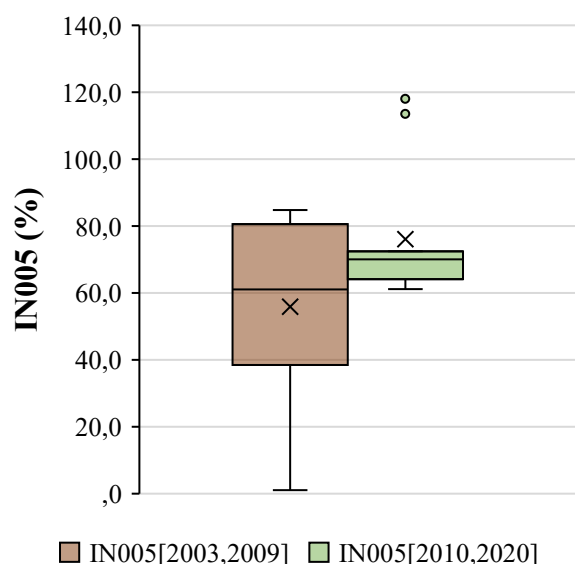
Fonte: Os autores. Elaborado com dados do SNIS (Brasil, 2024a).

Ao se proceder com comparações múltiplas entre as variáveis, observa-se que as diferenças estatisticamente significativas ocorrem ao se comparar despesa com receita orçada (FN220 vs. FN221 retornou $p = 0,0005 < 0,05$) e despesa com receita arrecadada (FN220 vs. FN222 retornou $p = 0,0008 < 0,05$). Esse resultado era esperado, visto que a análise descritiva para essas variáveis mostrou as despesas aproximadamente 1,5 vezes maiores que as receitas. A comparação entre receita orçada e receita arrecadada, por sua vez, não apresentou diferença

estatisticamente significativa (FN221 vs. FN222 retornou $p = 1 > 0,05$), em consonância com os valores próximos de mediana para as variáveis.

Considerando a promulgação da PNRS em 2010, buscou-se avaliar ainda se há diferença entre a IN005 antes e depois da vigência da lei (Figura 6).

Figura 6 – Boxplots da autossuficiência econômico-financeira da Prefeitura com o manejo de RSU (IN005) para os períodos de 2003 a 2009 (IN005[2003–2009]) e de 2010 a 2022 (IN005[2010–2020]) em Juiz de Fora



Fonte: Os autores. Elaborado com dados do SNIS (Brasil, 2024a).

O resultado do teste de Mann-Whitney aponta que não há diferença estatisticamente significativa ($p = 0,12229 > 0,05$; a mediana de IN005 para o período 2003 a 2009 foi de 61,04%, enquanto para o período 2010 a 2022 foi de 69,05%), o que pode estar associado ao fato de que Juiz de Fora sempre realizou cobrança para financiar os serviços de manejo de RSU.

3.3 CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS

A correlação entre as variáveis está sintetizada na matriz de graus de correlação a seguir (Tabela 2).

Tabela 2 – Grau de correlação de Spearman (*rs*) entre as variáveis selecionadas para o período 2002 a 2020 em Juiz de Fora-MG

Variáveis	PIB per capita	IN005	IN006	IN011	FN220	FN221	FN222
PIB per capita	1,000000	-	-	-	-	-	-
IN005	0,180702	1,000000	-	-	-	-	-
IN006	0,445614	-0,324561	1,000000	-	-	-	-
IN011	0,648120	0,324561	0,671930	1,000000	-	-	-
FN220	0,398246	-0,311278	0,992982	0,670175	1,000000	-	-
FN221	0,647059	0,182663	0,772059	0,929825	0,818369	1,000000	-
FN222	0,548872	0,254135	0,722807	0,975940	0,771429	0,921053	1,000000

Legenda: IN005 - Autossuficiência econômico-financeira da Prefeitura com o manejo de RSU; IN006 - Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana; IN011 - Receita arrecadada per capita com taxas ou outras formas de cobrança pela prestação de serviços de manejo RSU; FN220 - Despesa total com serviços de manejo de RSU; FN221 - Receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU; FN222 - Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU.

Fonte: Os autores. Elaborado com dados do IBGE (2021) e do SNIS (Brasil, 2024a).

As correlações envolvendo IN005 não apresentaram significância estatística. Embora seus coeficientes tenham apresentado sinais compatíveis com a expectativa teórica (a autossuficiência econômico-financeira é diretamente proporcional às receitas arrecadada e orçada e inversamente proporcional à despesa com o manejo de RSU), não há evidência estatística suficiente para confirmar associações entre a autossuficiência financeira e as demais variáveis no período analisado.

4 DISCUSSÃO

4.1 AUTOSSUFICIÊNCIA ECONÔMICO-FINANCEIRA DOS SERVIÇOS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM JUIZ DE FORA

As despesas com o manejo de RSU em Juiz de Fora permaneceram superiores às receitas orçadas e arrecadadas ao longo da série histórica, diferença confirmada pelo teste de Kruskal-Wallis. Embora o município disponha de instrumento específico de cobrança desde 2006 (Juiz de Fora, 2006), posteriormente reforçado por normativa da ANA (ANA, 2021), os resultados indicam que o modelo de financiamento adotado não tem assegurado a recuperação integral dos custos do serviço. Resultado semelhante foi observado por Ferreira e Barros (2021), que verificaram que apenas 2,75% das observações de municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte apresentaram arrecadação específica superior às despesas com manejo de RSU (dados referentes ao período de 2009 a 2017). A nível nacional, somente 8% dos municípios que realizam cobrança para financiar o manejo de RSU alcançaram a autossuficiência econômico-financeira em 2021 (Dutra; Siman, 2024).

A ausência de diferença estatística entre a receita orçada e a efetivamente arrecadada sugere que, durante o período analisado, a arrecadação acompanhou o planejamento orçamentário do município. Entretanto, esse resultado não é evidência de eficiência arrecadatória: apenas indica compatibilidade entre os valores previstos e realizados. Em conjunto com o déficit observado entre receitas e despesas, esse achado sugere que o principal desafio financeiro do sistema não está na execução da arrecadação, mas na insuficiência da

receita prevista para custear integralmente os serviços de manejo de RSU, situação também observada em outros municípios brasileiros, onde a baixa recuperação de custos persiste mesmo na presença de mecanismos formais de cobrança (Dutra; Siman, 2024; Ferreira; Barros, 2021). Do ponto de vista institucional, essa convergência é coerente com o caráter recorrente e previsível do instrumento de cobrança pelo manejo de RSU no município, cuja base de cálculo se repete a cada exercício e aproxima a previsão orçamentária da arrecadação efetiva. Trata-se de comportamento esperado, e não anômalo, para tributos de arrecadação estável, e não de evidência de eficiência ou de capacidade arrecadatória.

Já a IN005 média de 68,10% reforça esse cenário de recuperação parcial dos custos. Embora o indicador seja superior à média nacional reportada pelo SNIS (53,8%), ele permanece distante do que é preconizado pelo novo marco legal do saneamento (Brasil, 2020), segundo o qual a sustentabilidade econômico-financeira constitui condição para a continuidade e universalização dos serviços públicos. Sob essa perspectiva, os resultados indicam que Juiz de Fora apresenta um sistema de financiamento relativamente estruturado, porém insuficiente para garantir que as despesas do manejo de RSU sejam integralmente suportadas pelas receitas específicas do serviço. Em perspectiva comparativa, esse patamar é relativamente favorável. A média nacional de recuperação de custos reportada pelo SNIS é de 53,8%, apenas 8% dos municípios que cobram pelo serviço alcançaram autossuficiência em 2021 (Dutra; Siman, 2024) e, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, somente 2,75% das observações registraram arrecadação superior às despesas (Ferreira; Barros, 2021). Frente a esses referenciais, a IN005 média de Juiz de Fora (68,10%) situa-se acima da maioria dos municípios documentados. A ausência de parâmetros nacionais e internacionais consolidados de recuperação de custos (*benchmarks*) e a heterogeneidade de porte, arranjo institucional e modelo de cobrança entre municípios, contudo, limitam a interpretação absoluta desse valor, que permanece aquém da recuperação integral (100%) preconizada pelo marco legal (Brasil, 2020).

4.2 ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICADORES FINANCEIROS

As correlações positivas entre o PIB per capita e as receitas (FN221 e FN222), bem como entre o PIB per capita e as despesas com o manejo de RSU (FN220), sugerem que o desenvolvimento econômico do município esteve associado ao aumento dos recursos financeiros mobilizados para o setor. Esse comportamento é consistente com a literatura, que aponta relação positiva entre crescimento econômico e geração de resíduos sólidos urbanos – uma vez que maiores níveis de renda tendem a elevar o consumo e, consequentemente, a demanda por serviços de coleta, transporte e disposição final (Blagoeva; Georgieva; Dimova, 2023). Nesse contexto, é esperado que a expansão da atividade econômica seja acompanhada tanto pelo aumento das despesas quanto pela ampliação da arrecadação destinada ao manejo de RSU. Entretanto, conforme discutido anteriormente, a existência dessa associação não foi suficiente para eliminar o déficit financeiro observado em Juiz de Fora, indicando que o crescimento simultâneo das receitas e despesas não garante, por si só, a recuperação integral dos custos do serviço.

Em contraste, a ausência de correlação estatisticamente significativa entre a IN005 e as demais variáveis indica que a autossuficiência econômico-financeira não pode ser explicada apenas pelo desempenho econômico municipal ou pela evolução isolada das receitas e despesas.

A autossuficiência econômico-financeira dos serviços de manejo de RSU constitui um fenômeno multifatorial, influenciado por fatores operacionais, econômicos, institucionais, políticos e sociais (Brumatti; Chaves; Siman, 2024). Nesse contexto, embora Juiz de Fora disponha de instrumentos legais de cobrança e de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Juiz de Fora, 2018), os resultados indicam que tais medidas, isoladamente, não são suficientes para assegurar o equilíbrio econômico-financeiro. Isso reforça que a sustentabilidade do sistema depende da articulação entre planejamento, governança, mecanismos de financiamento e custos efetivos dos serviços, em consonância com os marcos regulatórios nacionais (Brasil, 2020; ANA, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais considerações deste trabalho são:

- Não houve diferença estatisticamente significativa entre a receita orçada com a cobrança de taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN221) e a receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (FN222) para a série histórica de Juiz de Fora (2002-2022). A diferença entre as medianas de FN221 e FN222 foi de apenas 0,005%, indicando compatibilidade entre os valores previstos e realizados.
- A despesa total com serviços de manejo de RSU (FN220) apresentou diferença estatisticamente significativa em relação às receitas orçadas e arrecadadas (teste de Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). Adicionalmente, essa diferença mostrou magnitude prática relevante: as despesas foram, em média, cerca de 1,5 vez superiores às receitas, evidenciando que a arrecadação específica não foi suficiente para cobrir integralmente seus custos.
- A autossuficiência econômico-financeira do município apresentou média de 68,10%, valor superior à média nacional reportada pelo SNIS (53,80%), mas ainda insuficiente para assegurar o equilíbrio financeiro do sistema. Além disso, as correlações entre a IN005 e as demais variáveis analisadas não apresentaram significância estatística, indicando que a autossuficiência econômico-financeira não pode ser explicada apenas pelos indicadores financeiros e econômicos considerados neste estudo.

Por tratar-se de uma pesquisa exploratória, descritiva e correlacional, não se pode inferir causalidade entre as variáveis. Os dados são secundários e autodeclarados ao SNIS, sujeitos a inconsistências de preenchimento, como sugerem os valores atípicos de 2006. O número reduzido de observações da série histórica (2002 a 2022) limita o poder dos testes, e o uso de correlações em séries temporais não isola tendências comuns às variáveis. Esses fatores recomendam cautela na generalização dos achados, restritos ao caso de Juiz de Fora no período analisado.

Sugere-se que pesquisas futuras investiguem os fatores operacionais, econômicos, institucionais e políticos que influenciam a autossuficiência econômico-financeira dos serviços de manejo de RSU, bem como identifiquem boas práticas adotadas por municípios brasileiros com elevado desempenho nesse indicador. A sistematização dessas experiências poderá subsidiar o aperfeiçoamento dos mecanismos de financiamento e de gestão dos serviços de

manejo de RSU. Recomenda-se, ainda, estudos comparativos entre municípios de diferentes portes e a construção de parâmetros nacionais de recuperação de custos (benchmarks), que permitam situar com maior precisão o desempenho de cada município.

REFERÊNCIAS

ANA. **Resolução ANA nº 79 de 14 de junho 2021**. Brasília/DF, 2021.

ARAÚJO, E. A. D. Políticas públicas para sustentabilidade: o caso do projeto Ipirá na usina hidrelétrica de Tucuruí-Pa. **REGE - Revista de Gestão**, v. 23, n. 4, p. 276–285, 2016.

BARROWMAN, N. Correlation, Causation, and Confusion. **The New Atlantis**, n. 43, p. 23–44, 2014.

BLAGOEVA, N.; GEORGIEVA, V.; DIMOVA, D. Relationship between GDP and Municipal Waste: Regional Disparities and Implication for Waste Management Policies. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 21, 2023.

BRASIL. **Calculadora do cidadão**. 2024b. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>. Acesso em: 13 nov. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988.

BRASIL. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos Visão Geral ano de referência: 2022**. Brasília/DF, 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília/DF, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Brasília/DF, 2020.

BRASIL. **Série Histórica - SNIS**. 2024. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 13 nov. 2024a.

BRUMATTI, D. V.; CHAVES, G. L. D.; SIMAN, R. R. Barreiras que afetam a sustentabilidade financeira de sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, e20230020, 2024.

CANELLA, C. D. M. *et al.* Sustainability Indicators in Solid Waste Management : A Case Study in a Developing Country. **Journal of Sustainable Development**, v. 14, n. 5, p. 74–83, 2021.

CARVALHO, Y. M.; CASTRO, S. R.; ALMEIDA, J. R. Estratégias para análise de dados sobre resíduos sólidos urbanos (RSU) do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): uma revisão sistemática. **Revista de Ciência e Inovação do IFFar**, v. 11, n. 1, 2025.

CARVALHO, Y. M. *et al.* Caracterização geomorfológica e de ocupação do solo de bacia em área urbanizada de Juiz de Fora/MG e proposição de infraestrutura verde como agente promotor de qualidade de vida e minimizador de inundações. **Revista Vértices**, v. 25, n. 2, e25218091, 2023.

CARVALHO, Y. M. *et al.* Sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU): aspectos legais e desafios para consecução. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 16, n. 1, e293, 2025.

DUTRA, R. M. S.; SIMAN, R. R. Charges to Generators for Solid Waste Management Services: An Analysis of the Financial Sustainability of Brazilian Municipalities. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 18, n. 3, e05876, 2024.

FERREIRA, A. C.; BARROS, R.T.V. Panorama dos gastos públicos municipais com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: uma análise da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 659–668, 2021.

IBGE. **Juiz de Fora - Panorama**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 7 nov. 2023.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=18021&t=downloads>. Acesso em: 13 nov. 2024.

JUIZ DE FORA. **Lei Complementar nº 082, de 3 de julho de 2018**. Juiz de Fora/MG, 2018b.

JUIZ DE FORA. **Lei Municipal nº 5.517, de 28 de novembro de 1978**. Juiz de Fora/MG, 1978.

JUIZ DE FORA. **Lei Municipal nº 11.232, de outubro de 2006**. Juiz de Fora/MG, 2006.

JUIZ DE FORA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Produto 2 - Caracterização Municipal**. Juiz de Fora/MG: Prefeitura de Juiz de Fora, 2018.

KANG, T. H. Justiça e desenvolvimento no pensamento de Amartya Sen. **Revista de Economia Política**, v. 31, n.3, p. 352-369, 2011.

KAZA, S. *et al.* **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Washington, DC, USA: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2018.

MEDEIROS, M. C.; VASCONCELOS, G.; FREITAS, E. Forecasting Brazilian Inflation with High-Dimensional Models. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 36, n. 2, p. 223–254, 2016.

MENEZES, R. O. *et al.* Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 271–282, mar./abr. 2019.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 88–91, 2017.

MUNARETTO, L. F.; CORRÊA, H. L.; CUNHA, J. A. C. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. **Revista de Administração da UFSM**, v. 6, n. 1, p. 9–24, 2013.

NOGUEIRA, M. O.; MOREIRA, R. F. C. **A Covid deixa sequelas: a destruição do estoque de capital das micro e pequenas empresas como consequência da pandemia de Covid-19**. Rio de Janeiro, 2023.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 11: Cidades e comunidades sustentáveis**. c2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 02 jun. 2025.

PAULA, L. F.; PIRES, M. Crise e perspectivas para a economia Brasileira. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 125–144, 2017.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 4, p. 318–325, 1995.

RIBAS, L. M.; PINHEIRO, H. Taxa de resíduos sólidos como instrumento para promoção do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 10, n. 2, p. 233–260, 2019.

SOUSA, Á. Coeficiente de Correlação de Pearson e Coeficiente de correlação de Spearman. O que medem e em que situações devem ser utilizados?. **Correio dos Açores**, 19 mar. 2019. p. 19.

SPERLING, M. Von; VERBYLA, M. E.; OLIVEIRA, S. M. A. C. **Assessment of Treatment Plant Performance and Water Quality Data: A Guide for Students, Researchers and Practitioners**. 1st. ed. Londres, Reino Unido: IWA Publishing, 2020.

STATSOFT INC. **STATISTICA (data analysis software system)**. 2007.

TORRES, M. et al. Saúde e bem-estar em meio urbano: das políticas à prática. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 31, n. 1, p. 95–107. 2013.

VELTZ, P. **Mondialisation, villes et territoires. L'économie d'archipel**. Paris: Presses Universitaires de France, 262 p., 1996.

ZAMBAN, N. J. A teoria da justiça de Amartya Sen: As capacidades humanas e o exercício das liberdades substantivas. **EPISTEME**, v. 34, n. 2, p. 47–70, 2014.