



ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MINAS GERAIS

Isabelly Leite de Souza¹
Alvaro Ferney Algarra Rincon²
Gabriela Nery Souza³
Mateus Pimentel de Matos⁴

Políticas públicas, legislação e meio ambiente.

Resumo

Os índices de coleta e tratamento de esgoto são variáveis representativas das condições de saneamento de um local, sendo que o adequado conhecimento pode auxiliar na tomada de decisões com relação às políticas de investimento, sobretudo após a publicação do novo Marco de Saneamento. Informações a respeito dos índices podem ser encontradas em diferentes bases de dados, havendo, por vezes, diferenças entre os valores apresentados. A partir disso, com a realização do presente trabalho, objetivou-se analisar os índices de saneamento para os 853 municípios do estado de Minas Gerais reportados nas bases de dados SNIS, IDE-SISEMA e ATLAS ESGOTOS, visando avaliar o panorama geral de tratamento de esgotamento, inferindo sobre as informações disponíveis nos portais. Foram utilizados testes de aderência e significância para avaliar a distribuição e as diferenças estatísticas dos grupos de cada base de dados, assim como a aplicação de um teste de correlação entre os índices de coleta e tratamento com a população de cada município. Como resultado, verificou-se que apenas 49,70% dos municípios reportaram os índices de tratamento e coleta nas 3 bases de dados. Além disso, aproximadamente 25% dos dados de cada índice são atípicos com relação ao agrupamento dos índices em cada base de dados. No final, observou-se que somente 3,18% da variância dos índices de coleta e tratamento poderiam ser explicados pelo porte populacional do município, sugerindo haver outras variáveis de influência nos níveis de atendimento de saneamento.

Palavras-chave: Saneamento; Estatística; Gestão Ambiental.

¹Aluna de mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Departamento de Engenharia Ambiental - DAM, isabellyleitecvo@gmail.com.

²Aluno de mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Departamento de Engenharia Ambiental - DAM, alvaro.rincon@estudante.ufla.br.

³Aluna de mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Departamento de Engenharia Ambiental - DAM, gabrielanery.ufff@hotmail.com.

⁴Prof. Dr. Universidade Federal de Lavras - UFLA – Departamento de Engenharia Ambiental, mateus.matos@ufla.br.



INTRODUÇÃO

Os esgotos domésticos são responsáveis pela maior parte dos lançamentos que resultam em contaminação de corpos d'água, ainda que sejam menos concentrados do que outros despejos, em razão da sua grande geração (Campos Salles Figueiredo, 2019; Teixeira de Matos; Pimentel de Matos, 2017). Considerando a população atual, de mais de 203,08 milhões de habitantes, que desses, 97,80% possuem banheiro em suas residências, e tendo produção diária per capita de 0.15 m³/ hab.dia, resultaria em uma vazão de 29,79 milhões de m³ por dia, equivalente à 11917 piscinas olímpicas (IBGE, 2023).

Em função da grande diversidade de substâncias presentes no esgoto (Orner *et al.*, 2022; Serra Cominetti; Schindwein; de Oliveira Hoeckel, 2024), o seu lançamento sem o devido tratamento podem resultar em diversos impactos negativos ambientais, sociais e econômicos como a eutrofização do curso d'água; depleção dos níveis de oxigênio dissolvido (OD); redução da diversidade de organismos; o aumento dos níveis de diferentes contaminantes, dos quais pode-se destacar nutrientes (N e P), matéria orgânica, elementos potencialmente tóxicos e de preocupação emergente, como desreguladores endócrinos e microplásticos. (Junaid *et al.*, 2022; Podbielska; Szpyrka, 2023; Vandermeersch *et al.*, 2015); também podem contribuir para a liberação de gases de efeito estufa (GEE), salinização e redução da capacidade de infiltração/percolação do solo; contaminação das águas subterrâneas; redução da biodiversidade, entre outros (Zeng *et al.*, 2024)

Do ponto de vista social, há relação com saúde humana, bem-estar social, produtividade no trabalho e aprendizado escolar, dentre outros possíveis impactos (ITB, 2022). Dados da WHO, (2014) apontam que a cada 1 dólar investido em saneamento, economiza-se 4,3 dólares na área da saúde. Além de economia, e possibilidade de investimentos em outras áreas, aumentar os níveis de saneamento também trazem benefícios econômicos para diversas atividades como turismo e atração de novos empreendimentos (Suazo; Viana-Lora, 2022). Por esses e outros motivos, foi publicado o novo Marco de Saneamento, que traz, dentre diversas diretrizes, a meta de atendimento de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 2033 (Congresso Nacional da República, 2020). Índice muito distante do que é encontrado hoje, cerca de 50% no país (IBGE, 2022).

Assim, deve-se realizar o planejamento nas esferas municipal, estadual e federal para aumentar os índices de tratamento, permitindo atendimento da legislação, a melhora da qualidade de vida e a preservação do meio ambiente. Como primeira etapa, deve-se definir áreas prioritárias, da adoção dos



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

melhores serviços (público ou privado), em concepções acessíveis para a localidade (custos x eficiência de sistemas de tratamento de esgotos), que tem como critério a análise criteriosa dos dados existentes. Atualmente existem bases de dados que não estão interligadas, podendo haver discordâncias e dificultando a análise pelos órgãos competentes.

Dessa forma, com a realização do presente trabalho, objetivou-se realizar uma análise comparativa dos dados de coleta e tratamento de esgoto presente em diferentes plataformas (ATLAS Esgotos, SNIS e IDE-SISEMA) para os municípios do estado de Minas Gerais, e avaliar o panorama de saneamento estadual, inferindo também haver relação entre o tamanho da população com os índices de esgotamento sanitário registrados.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

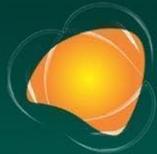
O estado de Minas Gerais é o segundo estado mais populoso do país com aproximadamente 20.539.989 habitantes que estão divididos em 853 municípios. O estado possui área de aproximadamente 586.513,983 km² e Índice de Desenvolvimento Humano, também conhecido como IDH, de 0,774, o quarto maior do país (IBGE, 2023). Segundo Fundação Nacional de Saúde, (2019) cerca de 85% da população do estado está localizada em centros urbanos, o que significa que a maior parte do estado está sujeita à distribuição de água e esgotamento sanitário por empresas de saneamento. O que contrasta com os domicílios rurais, nos quais somente 7,7% dos domicílios rurais estão ligados à rede de coleta de esgotos, e utilizam, em sua maioria, soluções individuais.

Levantamento de dados

Os dados de Índice de Coleta e Índice de Tratamento foram coletados das plataformas ATLAS Esgotos, SNIS e IDE-SISEMA, considerando apenas o estado de Minas Gerais.

Atlas de Esgotos

O Atlas Esgotos possui 2013 como ano de referência (dados de 2019 referem-se ao desempenho das estações de tratamento e não o atendimento municipal) e 5.570 municípios foram analisados. Informações primárias de 3.005 cidades foram obtidas através do fornecimento de dados de 25 companhias estaduais e 475 prestadores municipais públicos e privados. Para os 2.565 municípios



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

restantes foram utilizadas informações provenientes de pesquisas realizadas anteriormente como a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

O desenvolvimento do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos teve como referência o ano de 2021 e 4.226 municípios foram avaliados para esgotamento sanitário. As informações foram fornecidas por 2.864 prestadores de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, compostos por: companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e prefeituras.

IDE-SISEMA

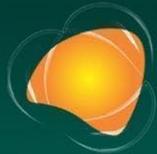
Os dados utilizados na plataforma são oriundos do Panorama “Abastecimento de água e Esgotamento Sanitário – Semad” e tem como referência o ano de 2020. Os dados são enviados periodicamente pelos prestadores de serviços de água e esgoto Copasa (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) e Copanor (Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais), além das autarquias municipais de Itabira e de Passos. É uma base de dados que considera somente o estado de Minas Gerais.

Verifica-se, portanto, que os dados são oriundos de anos diferentes e obtidos por distintas fontes de captação, podendo haver discrepâncias entre os panoramas apresentados por esses.

Processamento de dados

A fim de calcular os índices de coleta e tratamento para o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em que não é apresentada a porcentagem atendida e sim a população que possui serviços de coleta e o volume coletado e tratado, foram utilizadas equações apresentadas a seguir, empregando os índices disponíveis na plataforma. Essas equações estabelecem correlações entre diversas variáveis, convertendo-as em índices para proporcionar uma compreensão mais acessível tanto para a população quanto para a própria companhia de saneamento.

$$\text{Índice de Coleta} = \frac{\text{População atendida com esgotamento (ES026)}}{\text{População Total Urbana (G06B)}} * 100$$



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

$$\text{Índice de Tratamento} = \frac{\text{Volume tratado (ES006)}}{\text{Volume coletado (ES005)}} * \text{Índice de Coleta}$$

Análise de dados

A formação dos grupos de amostra baseou-se nos dados obtidos por meio das plataformas Atlas Esgotos, SNIS e IDE-SISEMA, em que foram selecionados dois conjuntos de dados distintos. No Grupo A, estão incluídos os 423 municípios presentes simultaneamente nas três plataformas, enquanto no Grupo B, foram considerados os 853 municípios presentes apenas nas plataformas IDE e Atlas Esgotos, com inferências a respeito dos serviços de coleta e tratamento de esgoto. Esses dados foram submetidos a análises de normalidade, de forma a inferir sobre distribuição deles; estatística descritiva; testes de comparação entre grupos de dados; e análise de correlação. As análises estatísticas foram realizadas com emprego do software RStudio (R Core Team, 2023), e interpretação dos dados foram feitos mediante gráficos box plot e dispersão. Para avaliar as diferenças entre grupos independentes nos valores, conduziram-se duas análises estatísticas distintas.

Análise 1 (Grupo A): Kruskal-Wallis Analysis of rank

Análise 2 (Grupo B): Mann-Whitney U test

Sabe-se que vários fatores podem interferir nos índices de atendimento com serviços de saneamento, dentre esses, o tamanho da população, razão pela qual pode ser pertinente avaliar os grupos também com subdivisões quanto ao número de habitantes. Portanto, ao utilizar da divisão empregada por Nascimento, (2021), definiu-se classes como: Porte pequeno I: até 20.000 habitantes; Porte pequeno II: 20.001 até 50.000 habitantes; Porte médio: 50.001 até 100.000 habitantes; Grande porte: 100.001 a 900.000.

Assim, com a finalidade de avaliar possíveis relações entre Índice de Coleta, Índice de Tratamento e População Total, utilizou-se do teste de Spearman e calculou-se o coeficiente de determinação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatística descritiva

Os resultados obtidos nas análises descritivas foram apresentados na Tabela 1. Observa-se que há dados de saneamento simultaneamente nas três plataformas somente para 423 municípios, o que representa apenas 49,58% das cidades e 40.81% da população em Minas Gerais. Essa limitação se deve



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

ao fato de que na base SNIS, apenas prefeituras e autarquias forneceram dados de saneamento. Por outro lado, a análise feita no ATLAS ESGOTO com base no atendimento determinou que, a prestação do serviço de esgotamento sanitário em Minas Gerais se encontra executada em 57,00% pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), 18% pelas prefeituras municipais (PM), 12% pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), 6% pelos departamentos municipais de água e esgoto (DMAE) e 7% outras entidades. Portanto, a limitação da análise do Grupo A se pode explicar em função da ausência de informação dos indicadores de saneamento relacionados com os maiores prestadores de serviço do estado.

Tabela 1: Estatística descritiva para o Grupo A.

Parâmetro	Índice de Coleta			Índice de Tratamento		
	SNIS	IDE	ATLAS	SNIS	IDE	ATLAS
Dados	423	423	423	423	423	423
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Q1	95,75	91,08	83,02	0,00	0,00	0,00
Mediana	99,64	99,20	90,84	0,00	0,00	0,00
Média	93,07	90,33	85,96	20,70	22,29	15,35
Q3	100,00	100,00	96,55	18,22	36,92	0,00
Des.Padrão	16,98	20,18	17,46	36,67	37,32	32,09
Skewness	-3,61	-2,93	-2,73	1,41	1,23	1,83
Kurtosis	13,76	8,58	8,79	0,18	-0,31	1,63
W	0,46	0,54	0,69	0,59	0,61	0,522
p-value	8.80e-34***	8.80e-34***	8.80e-34***	1.60e-30***	1.60e-30***	1.60e-30***

Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

Os coeficientes de skewness e kurtosis encontrados sugerem distribuição dos dados que fogem a distribuição normal, o que é corroborado pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk, devendo utilizar de testes não paramétricos (Grech; Calleja, 2018). E essa condição era a esperada, já que nas ciências ambientais, comumente os dados não apresentam distribuição normal. Ao comparar as bases de dados (Tabela 1) com os valores fornecidos pelas plataformas correspondentes, observamos divergências nos índices do SNIS. Em relação ao índice de esgoto tratado, a plataforma SNIS disponibiliza o valor de 44,10 % para os municípios do grupo A, enquanto a análise feita estimou um índice de tratamento de esgoto de 20,70%.

Verifica-se, assim, que os valores são distintos entre as 3 plataformas, apresentando diferenças nos valores de mediana e média encontrados, assim como desvio padrão. No entanto, essa divergência



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

pode ser explicada pelo ano de coleta dos dados, Atlas de Esgotos (2013), IDE-SISEMA (2020) e para o SNIS (2021), já que ao considerar a população atendida para o grupo A e o ano de coleta de dados para cada base, os índices mostraram que 91.95% (2013), 92.94% (2020) e 92,22% (2021) da população tiveram coleta de esgoto. A partir dessa informação, se pode afirmar que houve uma ligeira melhora do cenário de coleta de esgoto, como se evidencia na Tabela 1, já que a porcentagem da população atendida não representou uma variação maior de 1% na comparativa feita com os anos de coleta de dados. Na Figura 1, é apresentado o boxplot para os índices de coleta e tratamento para a base de dados com 423 municípios mineiros, permitindo visualizar de melhor forma a variação dos dados para cada índice.

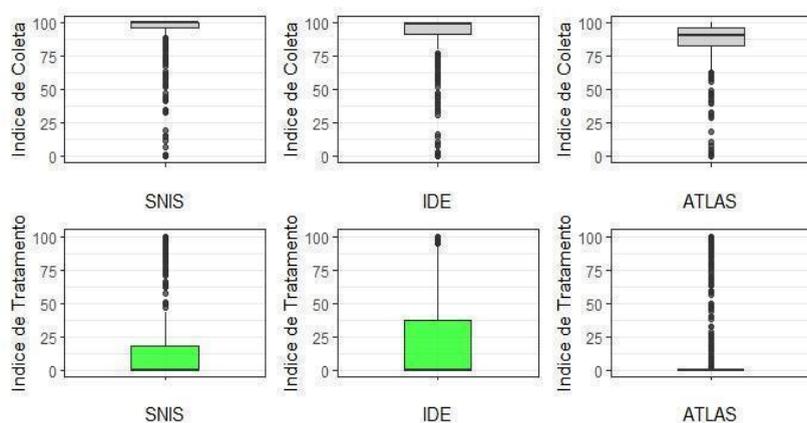


Figura 1: Índices de saneamento para o Grupo A

Com base no apresentado na Tabela 1 e na Figura 1, percebe-se que há bons índices de coleta e melhoras com o passar do tempo, mas o maior problema é o tratamento do esgoto coletado. Sabe-se que a canalização e adução do esgoto tratado é uma parte importante do custo da universalização do saneamento. E que, por essa razão, muitos autores sugerem a descentralização do tratamento, com instalação de unidades menores, com menor redes de coleta, para permitir um maior acesso da população aos serviços (Ahmad; Satrovic, 2023; Kligerman *et al.*, 2023; Rabaey *et al.*, 2020). Porém, pela observação dos dados, o que é falta é um “passo a mais”, com investimentos nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). Por outra parte, na Tabela 2 encontram-se resumidos os resultados da análise comparativa feita para o Grupo B, com a totalidade dos municípios de Minas Gerais. Ao comparar os índices de saneamento da totalidade dos municípios de Minas Gerais reportados pelas respectivas plataformas com a análise feita neste trabalho, novamente observa-se divergências significativas nos índices.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Tabela 2: Estatística descritiva para o Grupo B.

Parâmetro	Índice de Coleta		Índice de Tratamento	
	IDE	ATLAS	IDE	ATLAS
Dados	853	853	853	853
Min	0,00	0,00	0,00	0,00
Max	100,00	100,00	100,00	100,00
Q1	70,00	69,77	0,00	0,00
Mediana	92,20	86,47	0,00	0,00
Média	78,62	75,91	24,31	17,32
Q3	99,90	94,68	55,40	12,75
Des.Padrão	29,22	27,65	36,02	32,46
Skewness	-1,52	-1,59	1,04	1,60
Kurtosis	1,21	1,48	-0,62	0,92
W	0,74	0,76	0,68	0,58
p-value	1,7e-34***	1,9e-33***	2,9e-37***	2,9e-37***

Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$.

No caso do Atlas Esgotos, verifica-se que, que a plataforma reportou que 86,00% do esgoto é coletado e 44,00% é tratado, porém, a estatística descritiva mostrou que apenas o 75.91% do esgoto é coletado e 17,32% é tratado. Essas discrepâncias também são evidenciadas para os índices de saneamento da plataforma IDE, coletado (87,64%) e tratado (53,72%), já o estudo mostrou um índice da coleta de esgoto em 78,62% e tratado de 24,31%. Portanto, essas informações colocam de manifesto a importância de uma análise criteriosa dos dados fornecidos pelas plataformas para estudo do panorama de saneamento no Brasil. Já na Figura 2, foi evidenciado que existem melhoras nos índices de saneamento, especificamente na coleta de esgoto, já que o índice de atendimento populacional encontrado a partir dos dados foi de 42.48% (2013) e 84.09% (2020).

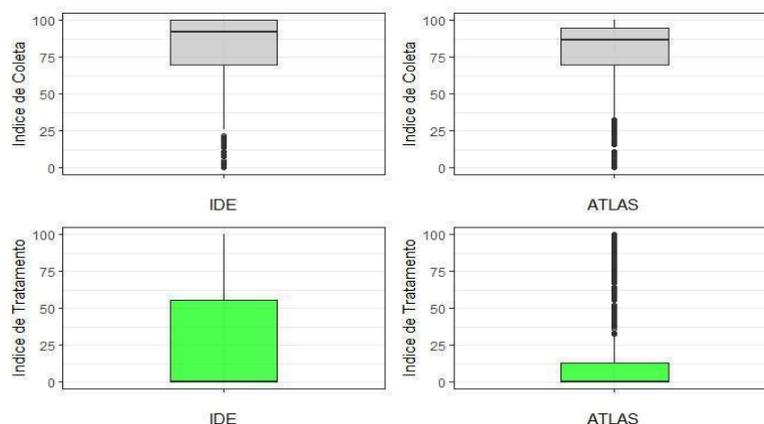


Figura 2: Índices de coleta e tratamento para o Grupo B



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

Além disso, observa-se um aumento de tratamento de esgoto desde 2013 até 2020. No entanto, os índices de saneamento para o estado de Minas Gerais em comparação com os índices nacionais são melhores e piores ao mesmo tempo, segundo a análise feita. Ao considerar os índices da totalidade dos municípios reportados na plataforma IDE-Sisema (2020), observou-se uma coleta de esgoto de 78,62% e tratamento de 24,31% enquanto para o Brasil a coleta de esgoto foi estimada em 55.8% e o tratamento em 51.2% de acordo com (Kligerman *et al.*, 2023). Finalmente, na figura 3 foi apresentada a distribuição dos índices de saneamento do Grupo A, o que evidenciou que a maior parte dos municípios pertencem a categoria P1 (83,02%), às outras categorias têm uma participação minoritária, com P2 (9,20%), M (4,25%) e G (3.54%). Uma distribuição semelhante foi observada para o Grupo B, P1 (81,71%), P2 (9,85%), M (4,45%) e G (3.98%).

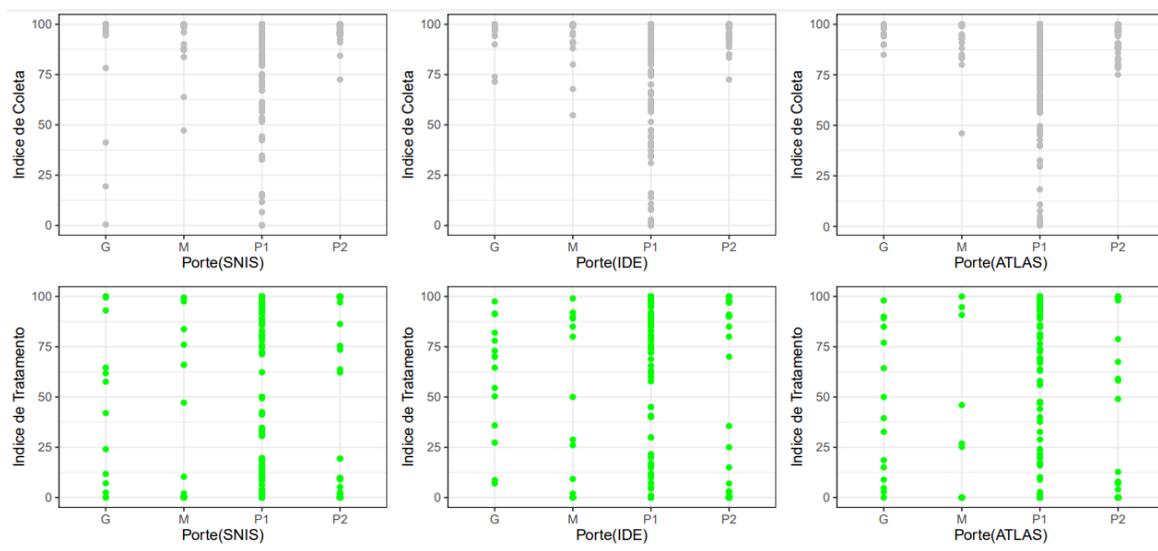


Figura 3: Distribuição dos índices de coleta por porte dos municípios.

3.2 Avaliação das diferenças significativas

A partir dos resultados obtidos dos testes não paramétricos apresentados na tabela 3, pode-se afirmar que os conjuntos de dados do Grupo A e Grupo B não fazem parte da mesma população, portanto, não apresentam dependências permitindo validar a análise comparativa do estudo.

Tabela 3: Teste Kruskal -Wallis e Mann-Whitney.

Índice	Grupo A		Grupo B	
	Coleta	Tratamento	Coleta	Tratamento
Dados	423	423	853	853
p-value	< 2,20e-16***	0,002**	8,15e-13***	7,50e-16***

Níveis de significância: *** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

3.3. Correlação entre População e Índices

De acordo com os dados dispostos na Tabela 4, pode-se avaliar que para o Grupo A foi encontrada correlação significativa entre as variáveis População e Índices de Coleta e Tratamento de acordo com Carvalho Pires et al., (2018). Já para o Grupo B (Atlas e IDE-SISEMA), foi significativa somente para a base de dados de ATLAS ESGOTO (para coleta e tratamento). Em relação aos índices de correlação Spearman e Kendall para o grupo A se pode afirmar que existe uma correlação baixa para todas as bases de dados. Adicionalmente, apenas o 3,13% do índice de coleta da base ATLAS ESGOTO, pode ser explicado pela população. O mesmo cenário foi evidenciado para o Grupo B, uma correlação baixa segundo os coeficientes de Spearman e Kendall. Finalmente, o coeficiente de determinação mostrou que apenas o 3,17 % do tratamento de esgoto pode ser explicado pela população.

Tabela 4: Correlação entre população e índices.

Grupo A	Índice de Coleta			Índice de Tratamento		
	Parâmetro	SNIS	IDE	ATLAS	SNIS	IDE
Teste. Cor	0,120	0,430	6,00e-4***	2,44e-6***	2,25e-7***	2,00e-4***
R	-0,043	0,035	0,071	0,118	0,153	0,169
R ² (%)	0,190	1,220	3,130	0,104	0,024	0,000
ρ	-0,076	0,039	0,165	0,226	0,248	0,180
τ	-0,053	0,026	0,014	0,171	0,026	0,140
Grupo B	Índice de coleta		Índice de Tratamento			
	IDE	ATLAS	IDE	ATLAS		
Teste. Cor	0,902	2,723e-05***	< 2,2e-16***	2,214e-14***		
R	0,049	0,077	0,178	0,178		
R ² (%)	0,24	0,591	3,178	3,168		
ρ	0,004	0,143	0,348	0,257		
τ	0,003	0,096	0,003	0,198		

Níveis de significância: *** p < 0,001; ** p < 0,01; * p < 0,05.

Correlação: ρ Spearman τ Kendall

CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados, verifica-se que:

- Apenas 49,7% dos municípios mineiros têm índices de saneamento reportados nas três plataformas simultaneamente, havendo dados de 853 municípios somente para duas (IDE-SISEMA e Atlas de Esgotos) das bases analisadas. Além disso, não existem



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

divergências significativas entre as três plataformas analisadas (IDE-SISEMA, Atlas de Esgotos e SNIS), com base nos testes estatísticos utilizados; No entanto, a base de dados IDE-SISEMA é a mais representativa do panorama de saneamento devido ao fato de estar atualizada e completa.

- Apenas 3,17% da variação dos índices de coleta e tratamento podem ser explicados pelo porte populacional do município depende da base de dados escolhida. Por outra parte, a análise determinou que o índice de tratamento do Grupo A é uma amostra representativa da população de Minas Gerais.

AGRADECIMENTOS

Às agências de fomento CAPES e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; SATROVIC, E. Relating fiscal decentralization and financial inclusion to environmental sustainability: Criticality of natural resources. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 325, p. 116633, 2023.
- CAMPOS SALLES FIGUEIREDO, I. **Tratamento de esgoto na zona rural**. 2019. 1–318 f. - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=465901>. Acesso em: 22 jun. 2024.
- CARVALHO PIRES, M. *et al.* **Estatística não paramétrica básica no software R: uma abordagem por resolução de problemas**. Belo Horizonte: [s. n.], 2018. Disponível em: www.coordest.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/08/aluno-. Acesso em: 30 nov. 2023.
- CONGRESSO NACIONAL DA REPÚBLICA. **Atualização do marco legal do saneamento básico**. Brasil: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm, 15 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm. Acesso em: 22 jul. 2024.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Programa nacional de saneamento rural (PNSR)**. Brasília: [s. n.], 2019. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb. Acesso em: 22 jul. 2024.
- GRECH, V.; CALLEJA, N. WASP (Write a Scientific Paper): Parametric vs. non-parametric tests. **Early Human Development**, [s. l.], v. 123, p. 48–49, 2018.
- IBGE. **Panorama do Brasil**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 24 mar. 2024.
- IBGE. **Panorama do Estado de Minas Gerais**. [S. l.], 2023. Disponível em:



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>. Acesso em: 11 nov. 2023.

JUNAID, M. *et al.* Wastewater plastisphere enhances antibiotic resistant elements, bacterial pathogens, and toxicological impacts in the environment. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 841, p. 156805, 2022.

KLIGERMAN, D. C. *et al.* Path toward Sustainability in Wastewater Management in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 20, n. 16, p. 6597, 2023.

NASCIMENTO, P. Transparência nos municípios brasileiros: as dimensões porte populacional e região importam?. **Revista Sul-Americana de Ciência Política**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 137–156, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/rsulacp/article/view/20440>. Acesso em: 31 out. 2023.

ORNER, K. D. *et al.* Environmental and Economic Impacts of Managing Nutrients in Digestate Derived from Sewage Sludge and High-Strength Organic Waste. **Environmental Science & Technology**, [s. l.], v. 56, n. 23, p. 17256–17265, 2022.

PODBIELSKA, M.; SZPYRKA, E. Microplastics – An emerging contaminants for algae. Critical review and perspectives. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 885, p. 163842, 2023.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023.

RABAEY, K. *et al.* The third route: Using extreme decentralization to create resilient urban water systems. **Water Research**, [s. l.], v. 185, p. 116276, 2020.

SERRA COMINETI, C. da S.; SCHLINDWEIN, M. M.; DE OLIVEIRA HOECKEL, P. H. Socio-environmental externalities of sewage waste management. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 945, p. 174109, 2024.

SUAZO, P.; VIANA-LORA, A. The Contribution of Mycological Tourism to Well-Being, the Economy and Sustainable Development. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 24, p. 17027, 2022.

TEIXEIRA DE MATOS, A.; PIMENTEL DE MATOS, M. **Disposição de águas residuárias no solo e sistemas alagados construídos**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. v. 1

VANDERMEERSCH, G. *et al.* Environmental contaminants of emerging concern in seafood – European database on contaminant levels. **Environmental Research**, [s. l.], v. 143, p. 29–45, 2015.

WHO. **UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2014**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508087>. Acesso em: 22 jul. 2024.

ZENG, M. *et al.* Efficient rural sewage treatment with manganese sand-pyrite soil infiltration systems: Performance, mechanisms, and emissions reduction. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 393, p. 130021, 2024.