FATORES DE INFRAESTRUTURAS INFLUENTES PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

João Teixeira Pires[(1)]
Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1988) e Mestrado em Administração pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – USP (2004). Histórico de Gerente da Qualidade em indústria e Diretor Executivo de Instituto Empresarial para atuação socioambiental. Atualmente é doutorando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, atuando no tema de governança para o desenvolvimento sustentável.

Endereço[(1)]: Rua Eça de Queiróz, 527, apto. 132 – Vila Mariana – São Paulo - São Paulo - CEP: 04011-032 - Brasil - Tel: +55 (11) 98467-2315 - e-mail: joaotp55@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar os principais fatores influentes para o atendimento do esgotamento sanitário em municípios brasileiros, através de levantamento e análise quantitativa de dados secundários. A justificativa é contribuir para uma visão mais sistêmica e integrada dos serviços de esgotamento sanitário no país e suas causas potenciais ligadas ao contexto da infraestrutura no país. O referencial conceitual pré-estabelece relações entre o atendimento total de esgotamento sanitário e variáveis independentes relativas à disponibilidade de insumos/tecnologias sustentáveis, natureza e qualidade das instituições, competências humanas, financiamento, governança socioambiental e administração sanitária. A metodologia adotada é de pesquisa quantitativa, com amostragem de municípios aleatória e estratificada, aplicando-se análise de correlação e de regressão multivariada. Os resultados da pesquisa apontam para uma correlação positiva entre o atendimento total de esgotamento sanitário e variáveis associadas à estrutura governamental física e de relações humanas existente na área da saúde. De outro lado, identificam uma correlação negativa com legislações voltadas ao zoneamento ecológico, econômico e social das localidades, o que pode indicar que tal arcabouço jurídico-institucional não está se integrando devidamente ao planejamento e implementação de infraestruturas de saneamento e, com isso, garantir, de fato, melhores condições de vida e moradia para as populações.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, Legislação, Pesquisa quantitativa

INTRODUÇÃO

O objetivo desta pesquisa é identificar os principais fatores influentes para o atendimento do esgotamento sanitário em municípios brasileiros baseados exclusivamente em dados secundários existentes no SNIS[1], IBGE[2] e ANA[3]. Tem o propósito, com isso, de explorar melhor as informações contidas nessas fontes secundárias de alta relevância para o sistema de banco de dados do Estado brasileiro.

Informações coletadas junto ao SNIS (Brasil, 2022) confirmam a magnitude do déficit de atendimento do esgotamento sanitário, especialmente para as regiões norte e nordeste do Brasil. A Tabela 1 a seguir apresenta

[1] SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Vinculado ao Ministério de Integração e do Desenvolvimento Regional - http://antigo.snis.gov.br/

[2] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Vinculado ao Ministério de Planejamento e Orçamento - https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html

[3] ANA – Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. Vinculada ao Ministério de Integração e do Desenvolvimento Regional - https://www.gov.br/ana/pt-br

o indicador de atendimento de esgotamento sanitário por região do país, o qual consiste no atendimento de esgotamento sanitário referido à população que tem abastecimento de água. A fonte deste indicador é o SNIS (Brasil, 2022), tendo como ano de referência os dados de 2021.

Tabela 1 – Atendimento de esgotamento sanitário por região em 2022

REGIÃO	ATENDIMENTO TOTAL
NORTE	13,98%
NORDESTE	30,20%
CENTRO-OESTE	61,88%
SUDESTE	81,67%
SUL	48,43%

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Nota-se que os percentuais de atendimento de esgotamento sanitário permanecem muito baixos nas regiões norte e nordeste e ainda abaixo de 50% na região sul. Este cenário configura uma demanda ainda muito forte por serviços de esgotamento sanitário no país.

Quais fatores podem estar mais relacionados a esse déficit de esgotamento sanitário pelo Brasil? Vários autores apontam para fatores causais relacionados à implementação de infraestruturas, que requer um grau de concertação entre organizações e instituições para se concretizar. Quatro são os principais fatores: 1) Disponibilidade de Insumos e de tecnologias sustentáveis (John et.al., 2001; John, 2017; Hepburn et.al, 2020; Banhe & Lopes, 2019); 2) Natureza e Qualidade de Instituições (Kelly, 2016; Acemoglu & Robinson, 2012; Eisler, 2008; Zylberstain, 2005; North, 1990; Ostrom, 1990); 3) Competências Humanas (Novelli, 2004; Pires, 2004; Lotta & Favareto, 2016) e 4) Governança socioambiental a ser concebida e praticada de forma sistêmica (Dias & Seixas, 2018; Ferreira & Seixas, 2017; Badalotti & Carmelatto, 2016; Davis, 2005), com o pressuposto de se desenvolver em torno do conceito de geração de valor compartilhado, a partir da coordenação de arranjos institucionais (Kramer & Pfizer, 2017; Villar, 2016; Pires, 2004; McCain, 2017; Lotta & Favaretto, 2016). Para o caso específico de infraestruturas de esgotamento sanitário, cabe acrescentar um fator causal também relevante: a administração sanitária, profundamente analisada por Uhr, et.al. (2016).

Ao avaliar um conjunto de indicadores relacionados aos fatores apontados acima, todos referidos ao ano de 2021, esta pesquisa quantitativa contribui para uma visão mais sistêmica e integrada dos serviços de esgotamento sanitário no país e suas causas potenciais, o que poderá subsidiar políticas públicas mais efetivas para se atingir as metas de universalização previstas para 2033.

METODOLOGIA

TAMANHO DA AMOSTRA

A definição do tamanho da amostra seguiu as orientações metodológicas derivadas de Oliveira (2018), segundo as quais o tamanho da amostra N é dado por:

$$N = \alpha^2 X z / \xi^2 \qquad \text{equação (1)}$$

α = desvio-padrão de uma amostra aleatória estratificada de 60 valores de atendimento de esgotamento sanitário para 60 municípios. O valor obtido foi de 29,57.

z = 1,645 para um nível de significância de 90% para os resultados;

ξ = erro percentual máximo permitido (+- 5%)

Substituindo esses valores na equação, obtemos um N = 94,6. Assim, será utilizado um tamanho de amostra de 100 municípios.

DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM

Uma vez obtido o tamanho da amostra, partiu-se para definição dos municípios que a constituirá. Para isso, utilizou-se o método da amostragem aleatória estratificada (Cohen, 1988), que consiste na seleção aleatória de municípios dentro de cada região e estado brasileiro. Esta seleção seguiu a proporcionalidade de municípios de acordo com suas faixas de população, por estado e regiões brasileiras, conforme dados do SNIS (Brasil, 2022). A seleção específica dos municípios de acordo com os critérios acima definidos foi feita a partir de função randômica existente no Excel.

A Tabela 2 a seguir apresenta a definição da amostra de 100 municípios e os respectivos valores de atendimento total de esgotamento sanitário.

Tabela 2 – Valores de atendimento total de esgotamento sanitário (população atendida por população total que recebe abastecimento de água) para a amostra de 100 municípios brasileiros.

REGIÃO	ESTADO	MUNICÍPIO	Número de habitantes	INDICADORES - SNIS - 2021*
				Atendimento total (%)
SUDESTE	MINAS GERAIS	Itinga	10 a 20 mil	33,97
		Novo Cruzeiro	20 a 50 mil	30,40
		Formiga	50 a 100 mil	91,75
		Leopoldina	50 a 100 mil	99,13
		Betim	100 a 500 mil	78,11
		Ituiutaba	100 a 500 mil	95,84
		Nova Serrana	100 a 500 mil	73,56
		Belo Horizonte	Mais de 500 mil	93,98
		Contagem	Mais de 500 mil	81,32
		Juiz de Fora	Mais de 500 mil	94,67
		Uberlândia	Mais de 500 mil	98,24
	SÃO PAULO	Araçoiaba da Serra	20 a 50 mil	92,16
		Piraju	20 a 50 mil	99,22
		Lençóis Paulista	50 a 100 mil	97,76
		Mococa	50 a 100 mil	100,00
		Atibaia	100 a 500 mil	74,10
		Itatiba	100 a 500 mil	85,29
		Leme	100 a 500 mil	97,94
		Pindamonhangaba	100 a 500 mil	100,00
		Santos	100 a 500 mil	99,93
		Campinas	Mais de 500 mil	94,77
		Guarulhos	Mais de 500 mil	92,29
		Mauá	Mais de 500 mil	92,91
		Osasco	Mais de 500 mil	100,00
		Ribeirão Preto	Mais de 500 mil	99,31
		Santo André	Mais de 500 mil	100,00
		São Bernardo	Mais de 500 mil	98,53
		São José dos Campos	Mais de 500 mil	99,60
		São Paulo	Mais de 500 mil	100,00
		Sorocaba	Mais de 500 mil	98,22
	RIO DE JANEIRO	Arraial do Cabo	20 a 50 mil	80,12
		Rio Bonito	50 a 100 mil	72,38
		Resende	100 a 500 mil	95,08
		São Pedro da Aldeia	100 a 500 mil	80,12
		Duque de Caxias	Mais de 500 mil	37,49
		Rio de Janeiro	Mais de 500 mil	89,95
		Nova Iguaçu	Mais de 500 mil	55,93
	ESPIRITO SANTO	Vitória	100 a 500 mil	60,52
NORDESTE	BAHIA	Itaguaçu da Bahia	10 a 20 mil	41,36
		Camamu	20 a 50 mil	6,26
		Santa Cruz Cabrália	20 a 50 mil	44,84
		Irecê	50 a 100 mil	15,03
		Alagoinhas	100 a 500 mil	36,07
		Santo Antonio de Jesus	100 a 500 mil	21,31
		Salvador	Mais de 500 mil	88,36
		Feira de Santana	Mais de 500 mil	55,37
	CEARÁ	Jijoca de Jericoacoara	20 a 50 mil	9,78
		Boa Viagem	50 a 100 mil	39,40
		Iguatu	100 a 500 mil	15,63
		Juazeiro do Norte	100 a 500 mil	24,14
		Fortaleza	Mais de 500 mil	55,95
	PERNAMBUCO	Panelas	20 a 50 mil	54,45
		Paulista	100 a 500 mil	54,21
		São Lourenço da Mata	100 a 500 mil	30,06
		Jaboatão dos Guararapes	Mais de 500 mil	21,64
		Recife	Mais de 500 mil	44,99
	MARANHÃO	Pedreiras	20 a 50 mil	30,26
		Bacabal	100 a 500 mil	4,60
		São Luiz	Mais de 500 mil	49,85
	PIAUÍ	José de Freitas	20 a 50 mil	4,41
		Teresina	Mais de 500 mil	38,79
	PARAÍBA	São José de Piranhas	20 a 50 mil	49,56
		João Pessoa	Mais de 500 mil	83,55
	ALAGOAS	Igaci	20 a 50 mil	19,53
		Maceió	Mais de 500 mil	23,73
	RIO GRANDE DO NORTE	Currais Novos	20 a 50 mil	63,06
		Natal	Mais de 500 mil	43,78
	SERGIPE	Nossa Senhora do Socorro	100 a 500 mil	32,32
NORTE	PARÁ	Ponta de Pedras	20 a 50 mil	15,93
		Redenção	50 a 100 mil	5,34
		Castanhal	100 a 500 mil	0,73
		Belém	Mais de 500 mil	17,12
	AMAZONAS	Carauari	20 a 50 mil	20,89
		Manaus	Mais de 500 mil	25,45
	RONDÔNIA	Porto Velho	Mais de 500 mil	5,80
	TOCANTINS	Palmas	100 a 500 mil	29,15
SUL	SANTA CATARINA	Mafra	50 a 100 mil	27,66
		Itajaí	100 a 500 mil	28,16
		Jaraguá do Sul	100 a 500 mil	84,97
		Florianópolis	Mais de 500 mil	65,71
	RIO GRANDE DO SUL	Frederico Westphalen	20 a 50 mil	34,07
		Ijuí	50 a 100 mil	19,66
		Viamão	100 a 500 mil	5,97
		Rio Grande	100 a 500 mil	31,76
		Santa Maria	100 a 500 mil	62,90
		Caxias do Sul	Mais de 500 mil	89,10
		Porto Alegre	Mais de 500 mil	91,62
	PARANÁ	Francisco Beltrão	50 a 100 mil	84,63
		Guarapuava	100 a 500 mil	94,71
		Toledo	100 a 500 mil	93,68
		Umuarama	100 a 500 mil	99,99
		Curitiba	Mais de 500 mil	99,98
		Londrina	Mais de 500 mil	99,98
CENTRO-OESTE	GOIÁS	Iporá	20 a 50 mil	49,19
		Valparaíso de Goiás	100 a 500 mil	51,80
		Aparecida de Goiania	Mais de 500 mil	58,69
	MATO GROSSO	Peixoto de Azevedo	20 a 50 mil	48,01
		Cuiabá	Mais de 500 mil	76,43
	DISTRITO FEDERAL	Brasília	Mais de 500 mil	91,77
	MATO GROSSO DO SUL	Dourados	100 a 500 mil	85,90

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Para se chegar aos dados presentes na Tabela 2, foi necessário refazer séries randômicas conforme a seguir:

1) Dos 100 municípios inicialmente selecionados, 13 não apresentavam dados de atendimento total do esgotamento sanitário, sendo que destes 13, 9 estavam sem resposta para esse item específico e 4 não responderam ao questionário do IBGE.
2) Nos estados do Pará e Maranhão foram necessárias 8 programações randômicas até se chegar a municípios com os dados necessários;

Demais estados apresentaram uma necessidade de 1 a 3 novas randomizações para se chegar a municípios com os dados necessários.

DEFINIÇÃO DO MODELO ANALÍTICO

A partir da definição dos fatores causais descritos no item 1 – Introdução – estabeleceram-se os componentes causais mais específicos, de acordo com os principais elementos existentes no referencial teórico relativo a tais fatores causais. Em função destes componentes causais, buscou-se, dentre os dados secundários existentes no IBGE (Brasil, 2021b) e ANA (Brasil, 2021a), os indicadores que melhor poderiam medir tais componentes causais. A correspondência entre os indicadores utilizados oriundos do IBGE e ANA e os fatores causais está apresentado no Quadro 1 a seguir. Dentre todos os indicadores, o único indicador obtido a partir da ANA (Brasil, 2021a) foi o descrito no fator causal "Governança", no componente causal "Capacidade de Coordenação", denominado "Entidade prestadora do serviço (Estado, prefeitura, privado)".

Quadro 1 – Indicadores derivados de dados do IBGE e ANA correspondentes aos componentes e fatores causais do atendimento total de esgotamento sanitário em municípios brasileiros.

OBJETIVO	FATORES CAUSAIS	COMPONENTES CAUSAIS	INDICADORES (IBGE)	
			Descrição	Código
ACESSO A SANEAMENTO SUSTENTÁVEL	INSTITUIÇÕES	Regulação e Segurança Jurídica	Plano Diretor - existência	MLEG01
			Ano da lei de criação	MLEG011
			Plano revisto	MLEG012
			Ano última revisão	MLEG013
			Plano em elaboração	MLEG014
			Legislação - área e/ou zona especial de interesse social - existência	MLEG02
			Ano da lei	MLEG021
			Legislação - zoneamento ou uso e ocupação do solo - existência	MLEG06
			Ano da lei	MLEG061
			Legislação - zoneamento ambiental/zoneamento ecológico-econômico	MLEG12
			Ano da lei	MLEG121
	COMPETÊNCIAS HUMANAS	Relações de Confiança interpessoal e interinstitucional	Conselho Municipal de Educação - existência	MEDU22
			Ano de criação	MEDU221b
			Quantidade de reuniões nos últimos 12 meses - Conselho de Educação	MEDU24
			Conselho Municipal de Cultura - existência	MCUL19
			Ano de criação	MCUL191b
			Quantidade de reuniões nos últimos 12 meses - Conselho de Cultura	MCUL21
			Radio AM local - existência	MCUL373
			Rádio comunitária local - existência	MCUL375
			Conselho Municipal de Esporte - existência	MESP10
			Ano de criação	MESP101b
			Quantidade de reuniões nos últimos 12 meses - Conselho de Esportes	MESP12
			Conselho Municipal de Saúde - existência	MSAU10
			Ano de criação	MSAU101b
			Quantidade de reuniões nos últimos 12 meses - Conselho da Saúde	MSAU12
		Capacitação gerencial e técnica	Realização de capacitação para o Conselho Educação (2 últ. Anos)	MEDU26a
			Realização periódica de capacitação para o Conselho da Saude	MSAU141
		Gestão de Parcerias Intersetoriais	Programa de Agentes Comunitários de Saúde - existência	MSAU28
			Quantidade de agentes comunitários de saúde[5]	MSAU281
			Programa de Saúde da Família - existência[6]	MSAU29
			Estrutura similar ao do Programa de Saúde da Família - existência	MSAU31
	FINANCIAMENTO	Atratividade para o investidor	Código de obras - existência	MLEG11
			Ano da lei	MLEG111
	INSUMOS/TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS	Tecnologias e Insumos	Provedor de internet	MCUL378
		Administração sanitária	Vigilância sanitária	MSAU541
			Vigilância epidemiológica	MSAU542
			Controle de endemias	MSAU543
	GOVERNANÇA	Capacidade de coordenação	Entidade prestadora do serviço (Estado, prefeitura, privado)	Prest.Serv.
			O órgão gestor da saúde faz parte de algum Colegiado de Gestão Regional	MSAU19
			Quantidade de reuniões realizadas pelo Colegiado nos últimos 12 meses	MSAU191

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

As relações entre os indicadores provenientes do IBGE e ANA com os componentes e fatores causais do modelo analítico adotado são as seguintes:

1) Regulação e Segurança Jurídica: este componente será medido através dos dados existência de legislação pertinente ao tema do esgotamento sanitário, como àquelas relacionadas ao Plano Diretor, Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), Zoneamento ou Uso e Ocupação do Solo (ZUOS) e Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE).

2) Relações de Confiança Interpessoal e Inter-institucional: este componente será medido através dos dados de existência e funcionamento de Conselhos Municipais de Educação, Saúde, Cultura e Esporte, além das rádios locais. A existência e funcionamento de tais conselhos e de rádios locais estão relacionados ao capital social que há no município, na medida em que, são espaços de participação social onde as conexões são estabelecidas e desenvolvidas. A relação de capital social com confiança segue, por sua vez, a orientação de Putnam (2006) que demonstra que "os estoques de capital social, como confiança, normas e sistemas de participação tendem a ser cumulativos e a reforçar-se mutuamente" (Putnam, 2006, p. 186). Nessa perspectiva, um desenvolvimento virtuoso resultaria de altos índices de cooperação, confiança e reciprocidade, construídos a partir da capacidade da sociedade em se organizar visando ao bem-estar coletivo (Ortega & Matos, 2013).

3) Capacitação gerencial e técnica: este componente será medido através dos dados de existência de capacitação nos municípios, especialmente nas áreas de educação e saúde. Tais áreas tendem a apresentar maiores influências sobre o desenvolvimento de infraestruturas locais.

4) Gestão de Parcerias Intersetoriais: este componente será medido através dos dados da existência e funcionamento de Programas da Prefeitura que requerem a concertação de alianças entre membros do governo e da sociedade civil organizada, como é o caso dos Programas de Saúde da Família e de Agentes Comunitários da Saúde.

5) Atratividade para o Investidor: este componente será medido através da existência e funcionamento do Código de Obras do município, tendo em vista ser este procedimento fundamental para a atração e consolidação de investimentos habitacionais e de saneamento nos municípios.

6) Tecnologia e Insumos: este componente será medido através da existência e funcionamento de uma infraestrutura tecnológica mínima de organização da informação, que, neste caso, se refere ao município ter provedor de internet disponível para a plataforma de seus serviços.

7) Administração Sanitária: este componente será medido através da existência de controles adequados de vigilância sanitária, epidemiológica e controle de endemias.

8) Capacidade de coordenação: este componente será medido através da existência e funcionamento do tipo de entidade prestadora de serviço de esgotamento sanitário presente no município e da existência de espaços de discussão interdisciplinares como o Colegiado de Gestão Regional.

PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

A partir dos dados referentes ao esgotamento sanitário presentes no SNIS, por município – coleta de esgoto, esgoto tratado, atendimento urbano de esgotamento sanitário e atendimento total de esgotamento sanitário - optou-se por definir a variável dependente como apenas o atendimento total de esgotamento sanitário, por exprimir o resultado final desejado quanto à implementação do serviço. As variáveis independentes foram coletadas junto ao IBGE e ANA e apresentadas no Quadro 1. Foram necessários os seguintes procedimentos estatísticos para preparar o banco de dados relacionando variável dependente com as variáveis independentes, por município da amostra:

1) Transformações de variáveis categóricas em numéricas. O Quadro 2 a seguir apresenta a transformação das variáveis categóricas em numéricas. Após estas transformações, os valores atribuídos foram inseridos no banco de dados.

Quadro 2 – Codificação das variáveis categóricas do modelo

Codificação variáveis categóricas			
Variável	Código variável	Valores	Descrição
Faixa de população	Faixa_pop	0	10000 a 20000
		1	20001 a 50000
		2	50001 a 100000
		3	100001 a 500000
		4	Maior que 500000
Região	Região	0	Norte
		1	Nordeste
		2	Centro-oeste
		3	Sudeste
		4	Sul
Prestador do serviço	Prestador	0	Estatal
		1	Prefeitura
		2	Privada
Existência Plano Diretor	MLEG01	0	Sim
		1	Não
Plano Diretor revisto	MLEG012	0	Sim
		1	Não
Existência ZEIS	MLEG02	0	Sim, legislação específica
		1	Não
		2	Sim, parte Plano Diretor
Existência ZUOS	MLEG06	0	Sim, legislação específica
		1	Não
		2	Sim, parte Plano Diretor
Existência Código de Obras	MLEG11	0	Sim, legislação específica
		1	Não
		2	Sim, parte Plano Diretor
Existência ZEE	MLEG12	0	Sim, legislação específica
		1	Não
		2	Sim, parte Plano Diretor
Existência Conselho Municipal Educação	MEDU22	0	sim
		1	não
Existência Conselho Municipal Cultura	MCUL19	0	sim
		1	não
Existência Radio AM local	MCUL373	0	sim
		1	não
Existência Rádio Comunitária local	MCUL375	0	sim
		1	não
Existência provedor de internet	MCUL378	0	sim
		1	não
Existência Conselho Municipal Esportes	MESP10	0	sim
		1	não
Existência Conselho Municipal Saúde	MSAU10	0	sim
		1	não
Realização periódica de capacitação para o Conselho da Saude	MSAU141	0	sim
		1	não
Órgão gestor saúde parte Colegiado Regional	MSAU19	0	sim
		1	não
Existência Agentes Comunitários Saúde	MSAU28	0	sim
		1	não
Existência Programa da Saúde da Família	MSAU29	0	sim
		1	não
Vigilância Sanitária	MSAU541	0	sim
		1	não
Vigilância Epidemiológica	MSAU542	0	sim
		1	não
Controle de endemias	MSAU543	0	sim
		1	não

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

2) Aplicação de correlações entre variáveis na linguagem de programação R: a partir da primeira aplicação das correlações entre variáveis do modelo, foi feita a seguinte retirada de indicadores:

   a. Indicadores sem correlação: retirados os indicadores que apresentavam correlação muito próxima de zero. A própria ferramenta de correlação elimina as variáveis sem qualquer correlação.
   b. Indicadores de variáveis dependentes com correlação entre si – teste de colinearidade: retirados os indicadores dependentes que apresentam forte correlação entre si.

c. Outlier presente na variável Msau191: após retirada deste outlier, esta variável não apresentou mais correlação, sendo eliminada do modelo.

Após ajustes no banco de dados relatados nos itens 1 e 2 acima, procedeu-se a uma análise de regressão multivariada com as variáveis dependentes e independentes restantes. A Figura 1, a seguir, apresenta os principais resultados da análise de regressão, testes de normalidade e respectivos gráficos que embasam a viabilidade de uso do modelo proposto:

Figura 1 – Aplicação do Modelo de Regressão Linear

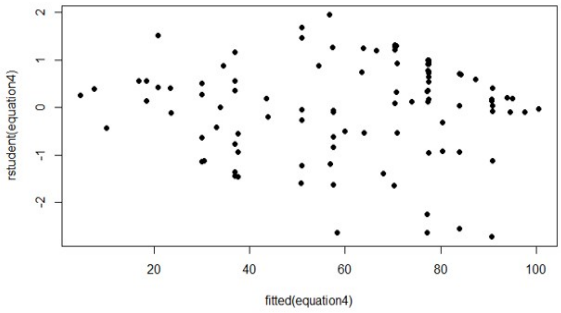
Aplicação de Modelo de Regressão Linear

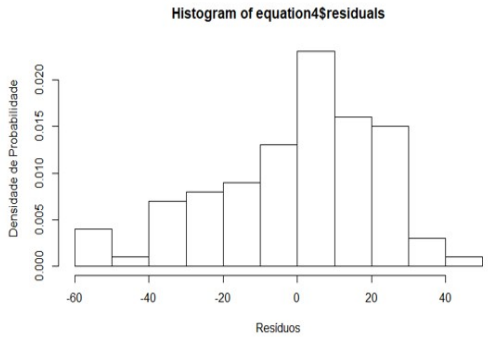
```
lm(formula = Atendimento.total ~ Faixapop + Regiao + Mleg11 +
    Mesp10 + Msau28 + Msau543, data = dados6)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-58.885 -12.580   3.276  16.473  42.566

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   10.006      7.580   1.320 0.190035
Faixapop       6.887      1.794   3.838 0.000226 ***
Regiao        13.330      1.979   6.734 1.35e-09 ***
Mleg11       -16.189      5.158  -3.138 0.002277 **
Mesp10         6.660      5.207   1.279 0.204079
Msau28         9.705      7.923   1.225 0.223658
Msau543       17.295     14.494   1.193 0.235813
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 23.04 on 93 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5344,   Adjusted R-squared:  0.5043
F-statistic: 17.79 on 6 and 93 DF,  p-value: 1.248e-13
```





Teste de Normalidade - Kolmogorov-Smirnov: equation4$residuals; D = 0.11254;
p-value = 0.1587. Como p-value > 0,05 (0,1587), não devemos rejeitar a H0, de que a distribuição é normal. Concluindo, o modelo parece se ajustar bem aos dados e cumpre com os requisitos.

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE DAS CORRELAÇÕES

Todos os resultados obtidos nas análises de correlação estão apresentados na Tabela 3 – que mostra os coeficientes de correlação mais representativos entre variáveis do modelo. Diante da seleção apenas da variável dependente “atendimento total do esgotamento sanitário” como representativa, a Figura 2 consolida as possíveis relações causais entre esta variável dependente e as variáveis independentes. Optou-se por considerar correlações > 0,30 para se identificar relações significativas e explicativas para o fenômeno do atendimento total do esgotamento sanitário. Segundo Cohen (1988), valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos; valores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados como moderados; e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como fortes. Já Dancey e Reidy (2005) apontam para uma classificação mais rigorosa: r = 0,10 até 0,30 (fraco); r = 0,40 até 0,6 (moderado); r = 0,70 até 1 (forte). Considerando que estamos diante de um fenômeno integrado e interdisciplinar, definiu-se como significativa para análise correlações entre variáveis > 0,30, o que para ambos os autores enquadram as correlações obtidas neste estudo como entre moderadas e fortes.

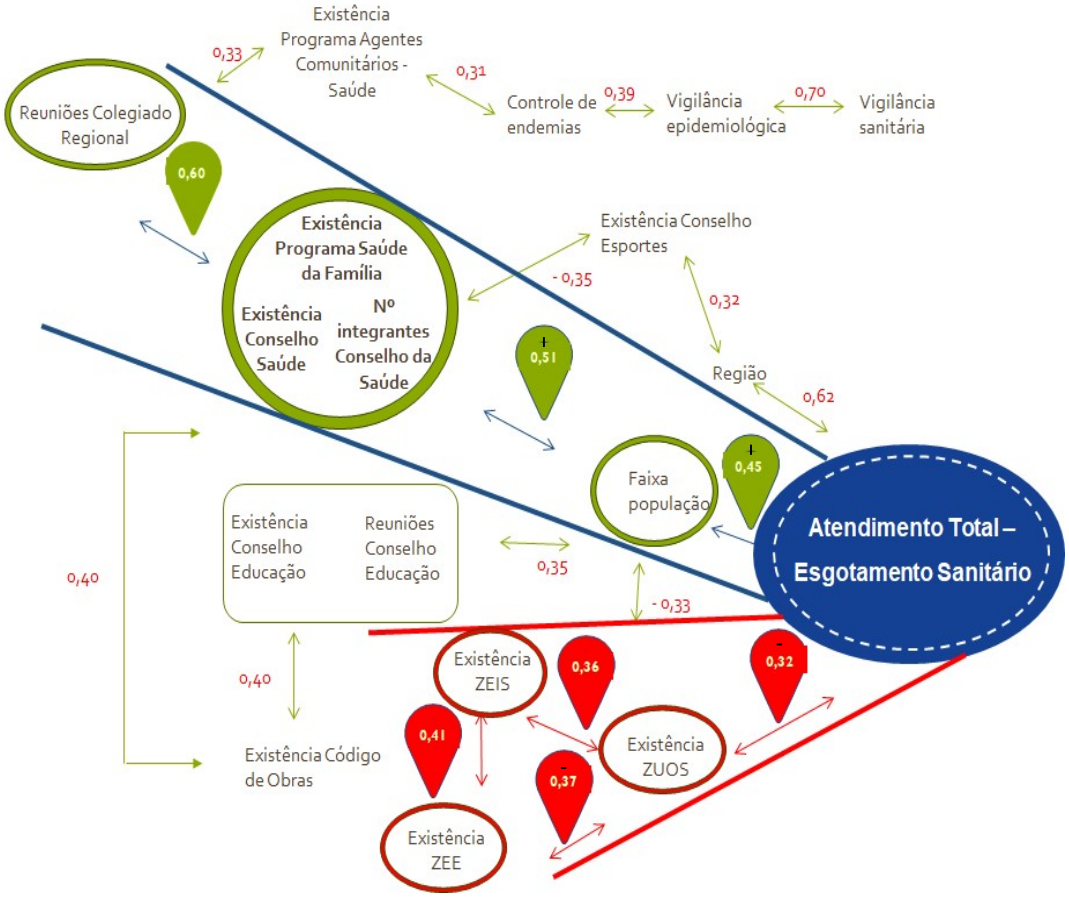
Tabela 3 – Coeficientes de correlação de Pearson mais representativos entre variáveis

Correlações	Pearson
Coleta de esgoto X Atendimento Total	0,8549
Coleta de esgoto X Região	0,4122
Coleta de esgoto X Atendimento Urbano	0,8960
Atendimento Urbano X Atendimento Total	0,9363
Atendimento Urbano X Região	0,5828
Atendimento Total X Faixapop	0,4464
Atendimento Total X Região	0,6226
Atendimento Total X Mleg06	-0,3171
Faixapop X Msau13	0,5045
Faixapop X Mleg06	-0,3262
Faixapop X Medu24	0,3487
Mleg02 X Mleg06	0,3630
Mleg02 X Mleg12	0,4143
Mleg06 X Mleg12	0,3684
Mleg11 X Medu22	0,3994
Mleg11 X Msau10	0,3994
Mesp10 X Região	0,3192
Mesp10 X Msau13	-0,3459
Msau191 X Msau28	0,3282
Msau191 X Msau29	0,5964
Msau28 X Msau543	0,3129
Msau541 X Msau542	0,7035
Msau542 X Msau543	0,3936

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Com base nesses principais coeficientes de correlação de Pearson, foi possível estabelecer um gráfico de possíveis relações causais entre a variável dependente “atendimento total de esgotamento sanitário” e as variáveis independentes com maior correlação.

Figura 2 – Principais correlações entre variáveis do modelo aplicado



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Pode-se notar, a partir da Figura 2, duas proposições analíticas causais (caminhos em verde e vermelho identificados) do fenômeno do atendimento total de esgotamento sanitário dos municípios brasileiros.

Uma primeira (verde), de correlações positivas, atesta uma relação direta positiva entre as faixas de população e o atendimento total de esgotamento sanitário, o que aponta na direção que municípios mais populosos tendem a ter melhor atendimento de esgotamento sanitário. As faixas populacionais também guardam correlação positiva com estruturas de saúde existentes e em funcionamento nos municípios. Existência do Programa de Saúde da Família, existência de Conselho de Saúde, com o número de seus respectivos integrantes, denotam, por sua vez, um certo grau de capital social na área de saúde. Por fim, essa estrutura de saúde nos municípios tem forte correlação com a participação destes profissionais e suas instituições com reuniões de colegiado territorial, o que pode estar relacionado a um desenho mais adequado de governança intersetorial.

Uma segunda proposição analítica (vermelho), de correlação negativa, apresenta uma relação negativa entre o atendimento total de esgotamento sanitário e a existência e funcionamento do Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo. Esta legislação por sua vez, guarda correlações positivas com as demais legislações relacionadas ao planejamento urbano (Zonas Especiais de Interesse Social e Zoneamento Ecológico-Econômico). Isto pode estar relacionado ao fato de que, ainda que os municípios venham evoluindo do ponto de vista institucional, quanto à promulgação de leis de zoneamento e código de obras, esta evolução não parece estar se integrando a projetos efetivos de esgotamento sanitário nos municípios.

ANÁLISE DA REGRESSÃO LINEAR MULTIVARIADA

Após os procedimentos metodológicos descritos, foi possível a proposição de um modelo de regressão linear, com a seguinte equação, para estimativa do Atendimento total de Esgotamento Sanitário (ATES):

ATES = 10,006 + 6,887*Faixapop + 13,330*Região – 16,189*Mleg11 + 6,660*Mesp10 + 9,705*Msau28 + 17,295*Msau543 equação (2)

Faixapop = faixa de população

Região = região do Brasil a que pertence o município

Mleg11 = existência do Código de Obras no município

Mesp10 = existência de Conselho Municipal de Esportes no município

Msau28 = existência de Programa de Agentes Comunitários de saúde no município

Msau543 = controle de endemias

Cabe salientar que a equação proposta consegue explicar cerca de 53% da variação do atendimento total de esgotamento sanitário, mas apresentou-se, diante de teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, como ajustado aos dados e cumprindo com os requisitos de normalidade na distribuição de variâncias.

CONCLUSÕES

Tratando-se especificamente do atendimento total de esgotamento sanitário nos municípios brasileiros, cabe enquadrar a análise de suas causas em um arcabouço teórico-conceitual que propicie uma visão sistêmica, integrada e interdisciplinar. Ao final, não são somente bons projetos de infraestrutura de esgotamento sanitário que faltam para atingir a universalização no atendimento da população brasileira. Há a necessidade de se avaliar variáveis do espectro institucional, atratividade para o investimento, relações humanas, disponibilidade de insumos /tecnologias e padrões de governança.

O presente trabalho se propôs a fazer uma análise quantitativa de variáveis interdisciplinares de modo a identificar os principais fatores que contribuem para a implementação efetiva do esgotamento sanitário nos municípios brasileiros. Os resultados confirmam uma correlação positiva com variáveis associadas ao capital social e relações de confiança nos municípios, especialmente em áreas da saúde e educação. Isto demonstra que a capacidade do município em implementar o esgotamento sanitário também está associada à estrutura física e humana de áreas correlatas como a saúde, onde a administração sanitária desempenha papel importante nos controles de endemias, as quais têm relação direta com falta de saneamento básico. Os dados, assim, indicam que infraestruturas adequadas de saúde podem apoiar a implementação de esgotamento sanitário.

Por outro lado, correlações negativas entre o atendimento total de esgotamento sanitário e legislações voltadas ao zoneamento ecológico, econômico e social das localidades podem sinalizar o quanto essas legislações estão deixando de se integrar a infraestruturas de saneamento e, com isso, garantir, de fato, melhores condições de vida e moradia para as populações.

Diante da indicação de que variáveis de relações humanas são influentes no processo, sugere-se encaminhamentos futuros desta pesquisa que contemplem um estudo quantitativo com maior número de municípios e, principalmente, que se complementem os estudos quantitativos com análises qualitativas que possam aprofundar o entendimento das relações envolvidas. Adicionalmente, cabe investigar mais profundamente o arcabouço teórico-conceitual das relações de confiança visando uma compreensão maior e mais precisa de sua influência no processo.

Em que pese as limitações dos modelos utilizados - quanto relativa imprecisão na medição de alguns componentes causais, como relações de confiança/capital social, capacitação gerencial e técnica, gestão de parcerias, capacidade de coordenação interinstitucional e disponibilidade/tratamento de dados - a pesquisa aqui

apresentada representa um pontapé inicial na compreensão holística e integrada do fenômeno do esgotamento sanitário no país e suas causas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. *Why nations fail*: the origins of power, prosperity and poverty. Nova York: Gown Publisher, 2012.

2. ATKINSON, A.B. *Desigualdade*: o que pode ser feito? 1. ed. São Paulo: LeYa Editora, 2015.

3. BADALOTTI, R.M.; CAMELATTO, D. *Território, territorialidades e estratégias de desenvolvimento regional.* Passo Fundo (RS): Editora IMED, 2016.

4. BANHE, A.; LOPES, J. *Oportunidades para la inversión privada em proyectos de infraestructura sostenible em ciudades de America Latina*. São Paulo: Editora Konrad-Adenauer-Stiftung e V., 2019.

5. BRASIL. Agência Nacional das Águas e Saneamento – ANA: Série Histórica. 2021a. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br. Acesso em: 11 fevereiro 2024

6. BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: Série Histórica. 2021b. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html . Acesso em: 09 fevereiro 2024

7. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS: Série Histórica. 2022. Disponível em: http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/. Acesso em: 05 fevereiro 2024

8. COHEN, Jacob. (1988), *Statistical power analysis for the behavioral science*s. Hillsdale, NJ, Erlbaum

9. DANCEY, Christine & REIDY, John. (2005), *Estatística Sem Matemática para Psicologia*: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed.

10. DAVIS, I. The biggest contract. In: *The Economist*, 6p., May. 2005

11. DIAS. R.C.; SEIXAS, P.C. Modelos Regionais de Governança da Sustentabilidade: Uma análise às primeiras estratégias integradas de Desenvolvimento Territorial em Portugal. In: *Revista Portuguesa de Estudos Regionais.* Págs. 5 a 16, 2018.

12. EISLER, R. *A verdadeira riqueza das nações*. 11. ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2008.

13. FAVARETO, A. As políticas de desenvolvimento territorial rural no Brasil em perspectiva – uma década de experimentações. In: *Desenvolvimento e Debate*, v.1, n.2, p. 47-63, 2010.

14. FERREIRA, F.; SEIXAS, P.C. Portugal 2020 e o novo glossário do desenvolvimento territorial: territorialização ou neoinstitucionalização? In: *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*. p. 487-499, 2017.

15. HAIR JR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R.; BLACK, W. *Multivariate Data Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

16. HEPBURN, C.; O`CALLAGHAN, B.; STERN, N.; STIGLITZ, J.; ZENGHELIS, D. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? *Smith School Working Paper*, 20-02, 2020.

17. HUOVILA, A.; BOSCH, P.; AIRAKSINEN, M. Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? In: *Cities*, 89 (2019), p. 141-153, 2019.

18. JOHN, V.M. *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. G.Isaia, editor. IBRACON, 2017.

19. JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o *construbusiness* brasileiro. In: *ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS*. Canela (RS), 2001.

20. KELLY, M. *Capitalismo alternativo e o futuro dos negócios***:** construindo uma economia que funcione para todos. São Paulo, Cultrix Editora, 2016.

21. KRAMER, R.M.; PFITZER, M.W. O ecossistema de valor compartilhado. In: *Harvard Business Review*, págs. 55-63, 2017.

22. LOTTA, G.S.; FAVARETO, A. Desafios da integração dos novos arranjos institucionais de políticas públicas no Brasil. In: *Revista de Sociologia e Política*, v. 24, n. 57, p. 49-65, 2016.

23. MAROCO, J.; *Análise Estatística – Com utilização do SPSS*, 2ª edição; Edições Sílabo; 2003

24. MCCANN, E. Governing urbanism: Urban governance studies 1.0, 2.0 and beyond**.** In: *Urban Studies*, Vol. 54 (2), p. 312-326, 2017.

25. NORTH, D. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990.

26. NOVELLI, J.G.N. *Confiança interpessoal na sociedade de consumo*: a perspectiva gerencial. 2004. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

27. OLIVEIRA, J.S.C. de. *Estatística aplicada às ciências sociais aplicadas II* / José Sergio Casé de Oliveira. - Salvador: UFBA, Faculdade de Ciências Contábeis; Superintendência de Educação a Distância, 2018. 112 p.

28. ORTEGA, A.C.; MATOS, V.A. Território, desenvolvimento endógeno e capital social em Putnam e Bourdieu. In: *Política & Sociedade* - Florianopolis - Vol. 12 - Nº 24 - Mai. /Ago. de 2013.

29. OSTROM, E. *Governing the Commons***:** The Evolution of institutions for collective action. Cambridge University Press, 1990.

30. PIRES, J.T. *Alianças Estratégicas entre empresas privadas e órgãos públicos para atuação social***:** um estudo sobre influência em políticas públicas. 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

31. PUTNAM, R. *Comunidade e Democracia***:** a experiência da Itália moderna. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.

32. SOCIAL ENTERPRISE KNOWLEDGE NETWORK. *Effective Management of Social Enterprises.* 1. Ed. Massachusetts: Harvard University Press, 2006.

33. UHR, J.G.Z.; SCHMECHEL, M; UHR, D.A.P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. In: *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace***,** v.7, n.2, p. 01-16, 2016

34. VILLAR, R. Las comunidades sostenibles: profundizando sobre el sentido y el processo. *In*: *CICLO VIRTUAL DE APRENDIZAJE DE REDE AMERICA***,** 2016, Bogotá.

35. ZYLBERSTAIN, D. Measurement costs and governance: bridging perspectives of transaction cost economics**.** In: *International Society for the New Institutional Economics – ISNIE*, Barcelona, 2005.