

Processo Seletivo UFRJ Analytica

Análise das desigualdades no acesso ao
tratamento de esgoto no Brasil

Autor: Ian Costa Costermani

Introdução

O saneamento básico é um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento social e econômico de qualquer país, influenciando diretamente a qualidade de vida e a saúde da população. Nesse contexto, a presente análise tem como objetivo buscar entender a situação do saneamento básico no Brasil, suas disparidades regionais, e como a falta de investimentos nesse setor está correlacionada com outros indicadores socioeconômicos, como expectativa de vida, e saúde.

Aquisição dos dados

Os dados foram retirados das seguintes base de dados:

1. Atlas do Desenvolvimento Humano (ADH)

O Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil é um site que traz o IDH a nível municipal (IDHM) e outros 200 indicadores de demografia, educação, renda, trabalho, habitação e vulnerabilidade para os municípios brasileiros.

Dessa base foram utilizados os datasets ‘municipios’ e ‘uf’.

- <https://basedosdados.org/dataset/mundo-onu-adh>

2. Atlas Esgotos - Agência Nacional de Águas (ANA)

O Atlas Esgotos é o resultado de um trabalho conjunto, desenvolvido sob a coordenação da Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA/MCidades) e com a colaboração de instituições federais, estaduais e municipais de todo o Brasil.

- <https://basedosdados.org/dataset/br-ana-atlas-esgotos>

2. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

Criado em 1996, o SNIS é uma unidade vinculada à Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Com abrangência nacional, reúne informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade da prestação de serviços de saneamento básico em áreas urbanas das quatro componentes do saneamento básico.

- <https://basedosdados.org/dataset/2a543ad8-3cdb-4047-9498-efe7fb8ed697?table=df7cf198-4889-4baf-b77-4e0e28eb90ca>

Explorando os Dados

sigla_uf	indice_coleta	indice_atendimento_com_coleta_com_tratamento	indice_atendimento_soluciao_individual
RO	0.130821	0.028167	0.083937
MA	0.186019	0.006769	0.154319
PA	0.197518	0.008094	0.170336
AP	0.217256	0.045544	0.145681
AM	0.229753	0.007032	0.141303
MT	0.233986	0.072127	0.129436
PI	0.234507	0.007020	0.200692
AC	0.236923	0.039436	0.162759
TO	0.264212	0.044909	0.194795
AL	0.266235	0.040717	0.070716
MS	0.277763	0.153984	0.104475
RN	0.345660	0.151990	0.097989
SE	0.360915	0.040700	0.084348
RR	0.366247	0.012147	0.220907
GO	0.368253	0.192310	0.131007
PR	0.415736	0.260234	0.133732
BA	0.420008	0.140061	0.050439
CE	0.441923	0.164277	0.175451

figura 1: Análise dos índices de coleta/tratamento por estado

Ao analisar brevemente os índices de coleta e tratamento de esgoto de cada município no ano de 2013 observamos taxas muito baixas de domicílios que recebem atendimento à rede de esgoto, os estados do Norte e Nordeste lideram, onde a maior parte dos estados sequer chegam a 30% da população atendida por uma rede coletora. Se olhar para coluna ‘`indice_atendimento_com_coleta_com_tratamento`’, referente à taxa da população atendida por alguma estação de tratamento, os números são ainda mais críticos.

Além disso, em uma análise mais aprofundada é possível notar um alto desvio padrão (próximo da média), que indica uma certa desigualdade socioeconômica no Brasil.

<code>indice_sem_atendimento_sem_coleta_sem_tratamento</code>	
<code>count</code>	5570.000000
<code>mean</code>	0.466012
<code>std</code>	0.355546
<code>min</code>	0.000000
<code>25%</code>	0.112350
<code>50%</code>	0.427900
<code>75%</code>	0.827000
<code>max</code>	1.000000

figura 2: Descrição do Índice de pessoas sem coleta de esgoto

Tal discrepância fica mais visualmente clara de se observar ao plotar a representação **geoespacial** do índice de pessoas sem acesso à coleta e tratamento de esgoto **por município**.

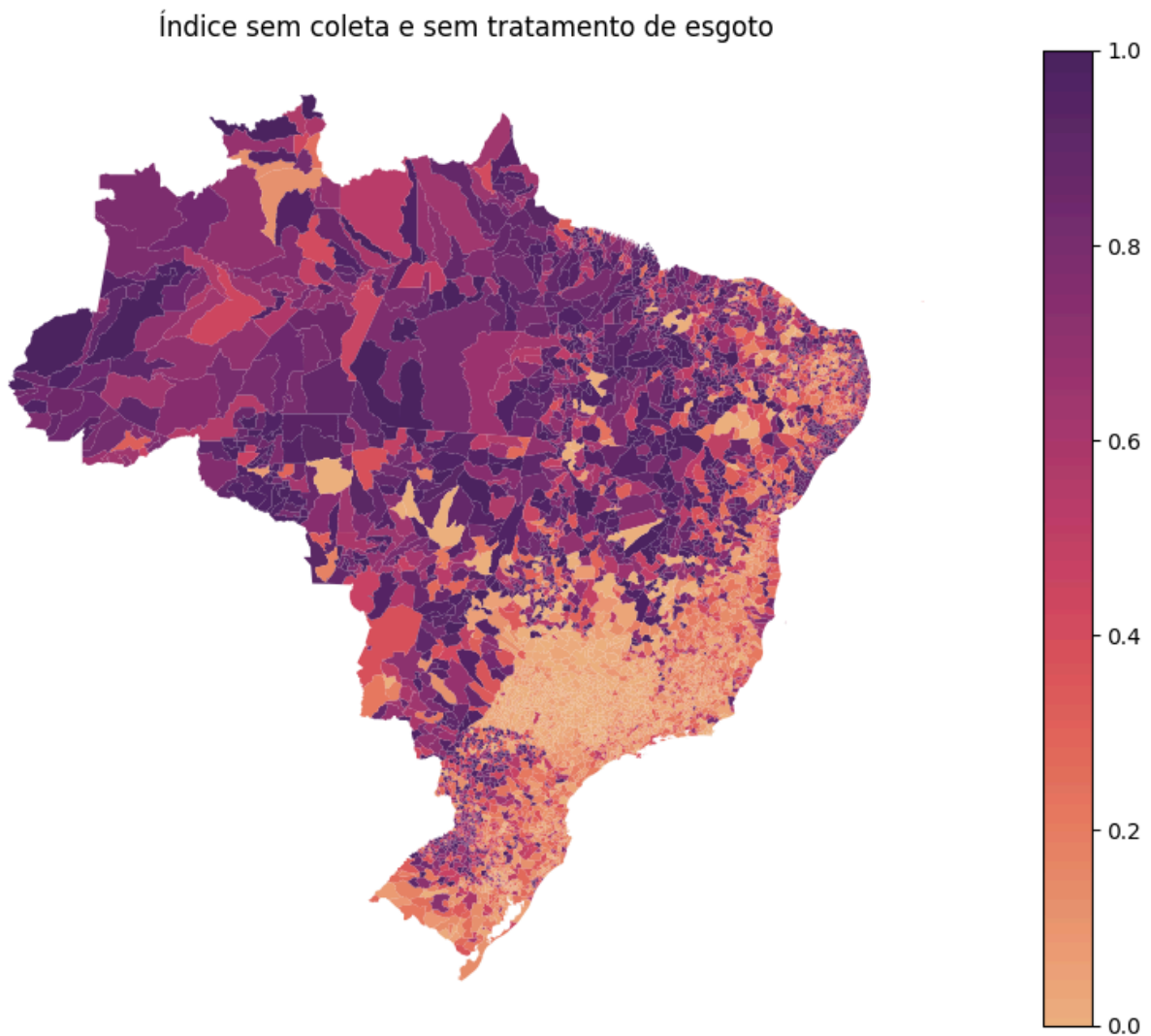


figura 3: Mapa do Brasil referente ao índice de Saneamento Básico

É notória a alarmante condição do país onde boa parte dos municípios obtém cerca de 80% das residências sem serviços de coleta de esgoto, principalmente focalizadas na região Norte e em boa parte da região Nordeste.

O gráfico de barras abaixo mostra também essa **disparidade regional** ao mostrar dessa vez o índice de pessoas com acesso à coleta e tratamento de esgoto por região do Brasil. (Aqui foi-se considerado o índice da região como a média simples do índice de cada estado para aquela região, e não o volume em si)

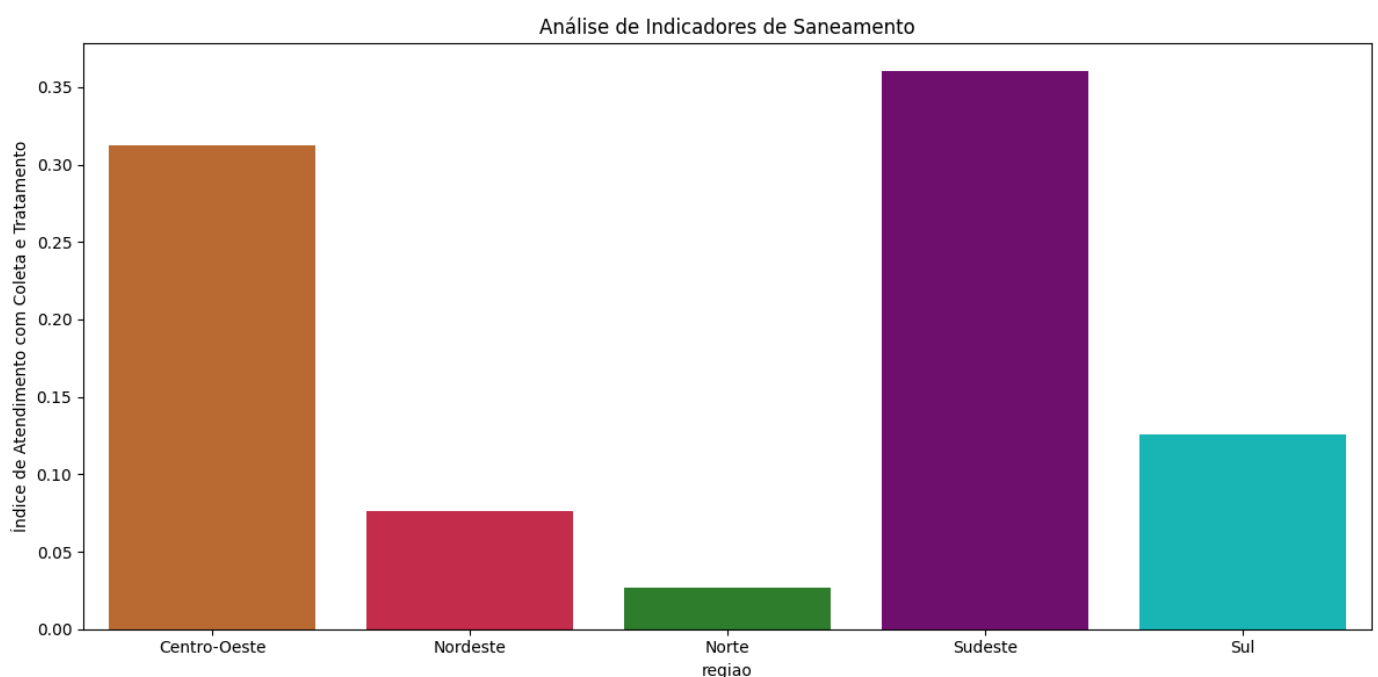


figura 4: Gráfico de barras - Indicadores de Saneamento por região

- Percebe-se como a região Sudeste e Centro-Oeste lideram o ranking, mas mesmo assim ainda muito longe do índice ideal (1.0).
- Além das discrepâncias inter-regionais, o gráfico de distribuição **box-plot** abaixo mostra como há a presença de outliers nessas regiões, mostrando que há também uma grande discrepância **intra-regional** no país.

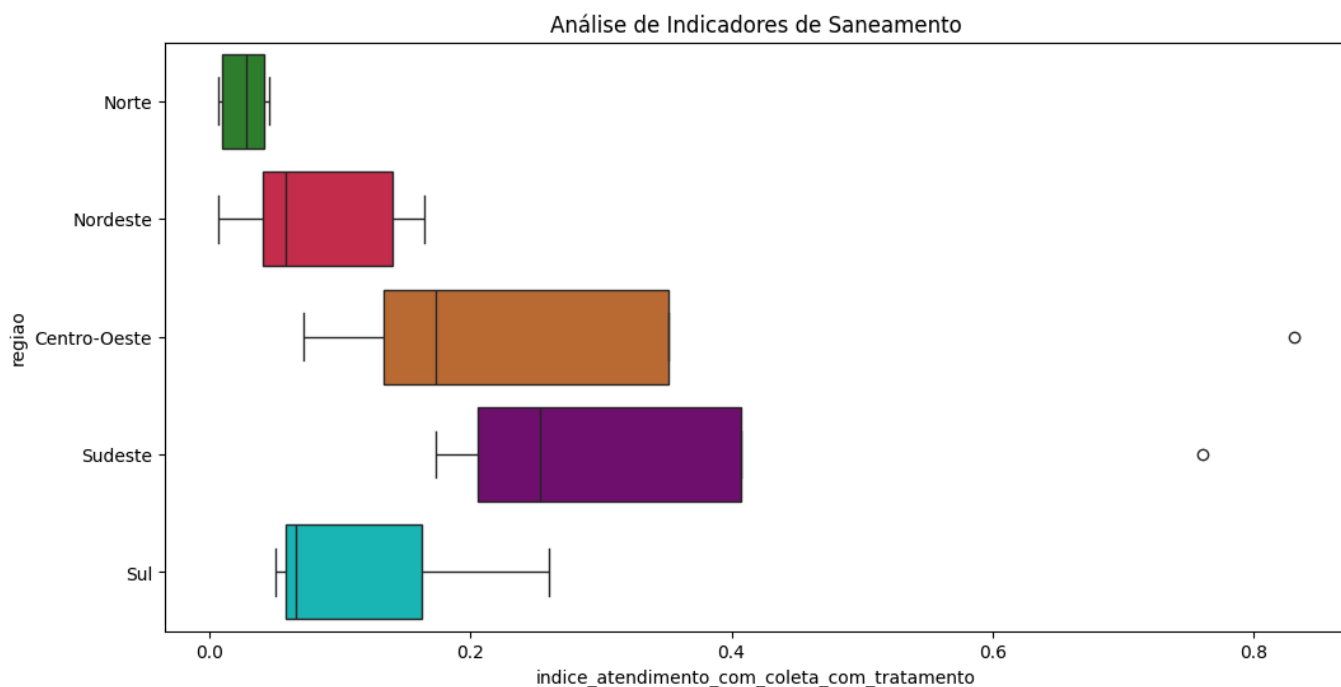


figura 5: Gráfico Box-Plot - Indicadores de Saneamento por região

sigla_uf	indice_atendimento_com_coleta_com_tratamento
DF	0.830800
GO	0.192310
MS	0.153984
MT	0.072127

figura 6: Tabela Índice de tratamento de esgoto - Região Centro-Oeste

Essa busca mais aprofundada dos outliers permite a melhor compreensão sobre o que os dados de fato nos mostram e evita certo enviesamento. Note que o Distrito Federal além de ser considerado Unidade Federativa, apresenta um índice de coleta e tratamento muito maior que os demais estados da região, o que fazia com que a média da região ficasse melhor colocada no gráfico de barras.

sigla_uf	indice_atendimento_com_coleta_com_tratamento
SP	0.761108
ES	0.289696
RJ	0.216636
MG	0.173221

figura 7: Tabela Índice de tratamento de esgoto - Região Sudeste

A discrepância intra-regional da região Sudeste também é muito alta, apesar de São Paulo ter índices de atendimento consideráveis, os outros estados não chegam a 30%.

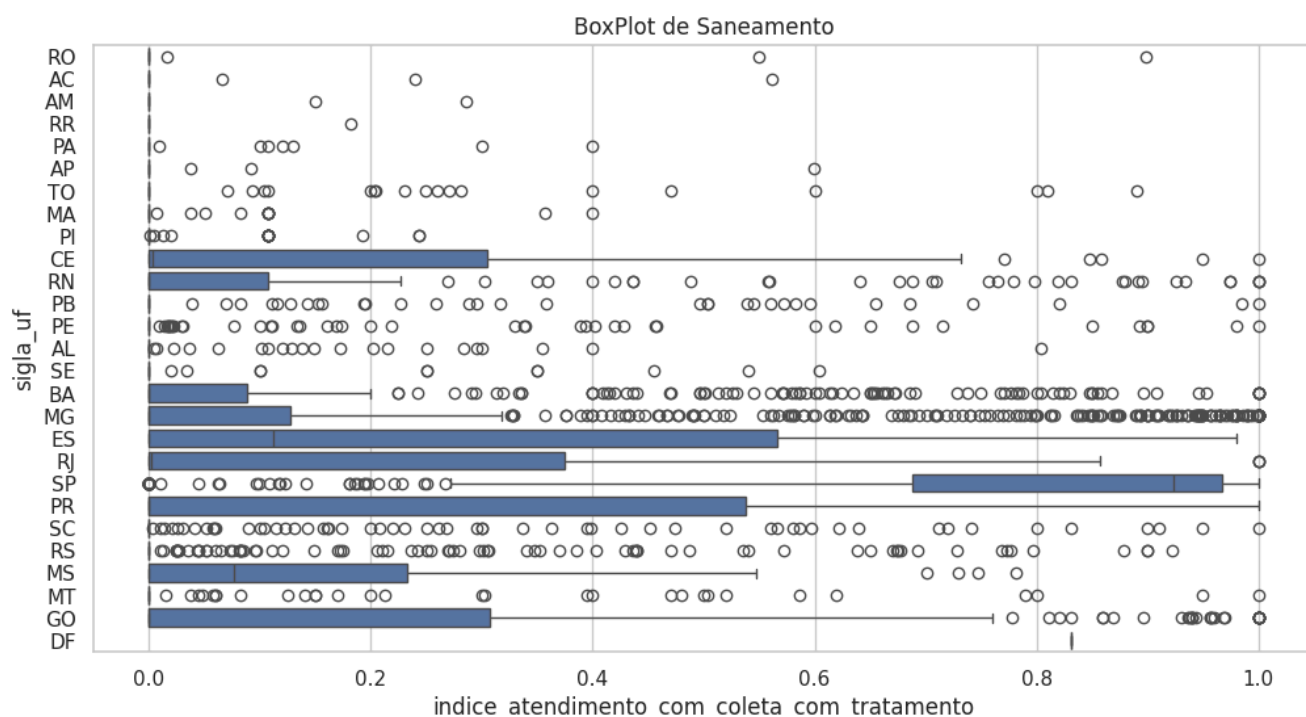


figura 8: Gráfico Box-Plot - Indicadores de Saneamento por UF

Ao plotar o mesmo gráfico boxplot, dessa vez considerando os municípios de cada estado, a presença de outliers é ainda maior, como

observado acima. Tal fenômeno pode ser explicado pela falta de planejamento urbano no desenvolvimento das cidades do Brasil, tal crescimento desordenado resultou em diversos problemas, tais como a ocupação irregular de áreas, expansão de favelas e a carência de serviços essenciais como é o caso do nosso foco neste estudo, saneamento básico e saúde.

O saneamento básico desempenha um papel crucial na prevenção de doenças, nesse sentido, abaixo é possível observar como o gráfico de mortalidade infantil até 5 anos de idade, apresenta como zonas mais críticas justamente regiões com baixíssimo índice de tratamento de esgoto como visto anteriormente.

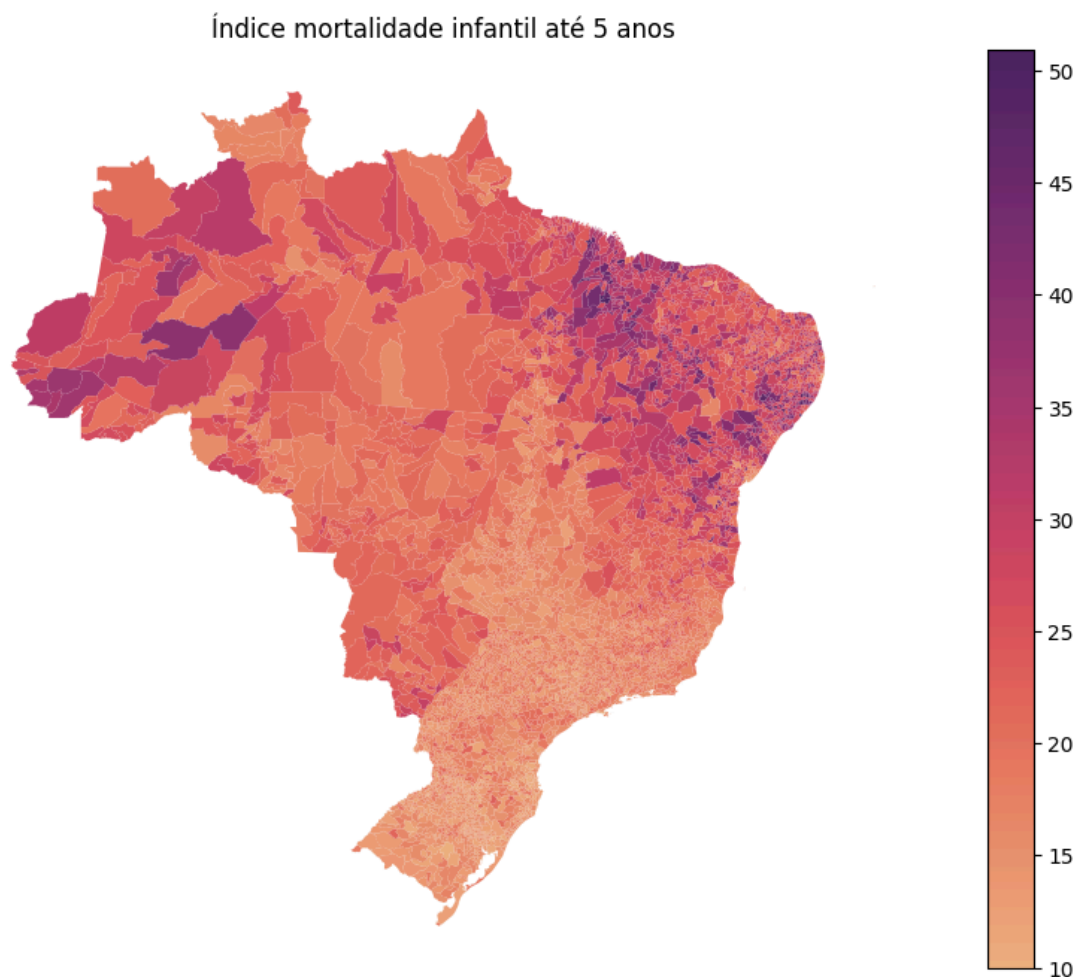


figura 9: Mapa do Brasil - Mortalidade Infantil até 5 anos

- Há uma quantidade grande de municípios que beiram os 45 óbitos/mil habitantes. Tais municípios se concentram, principalmente, em regiões que serviços de saneamento são muito negligenciados por parte do governo, como visto anteriormente.

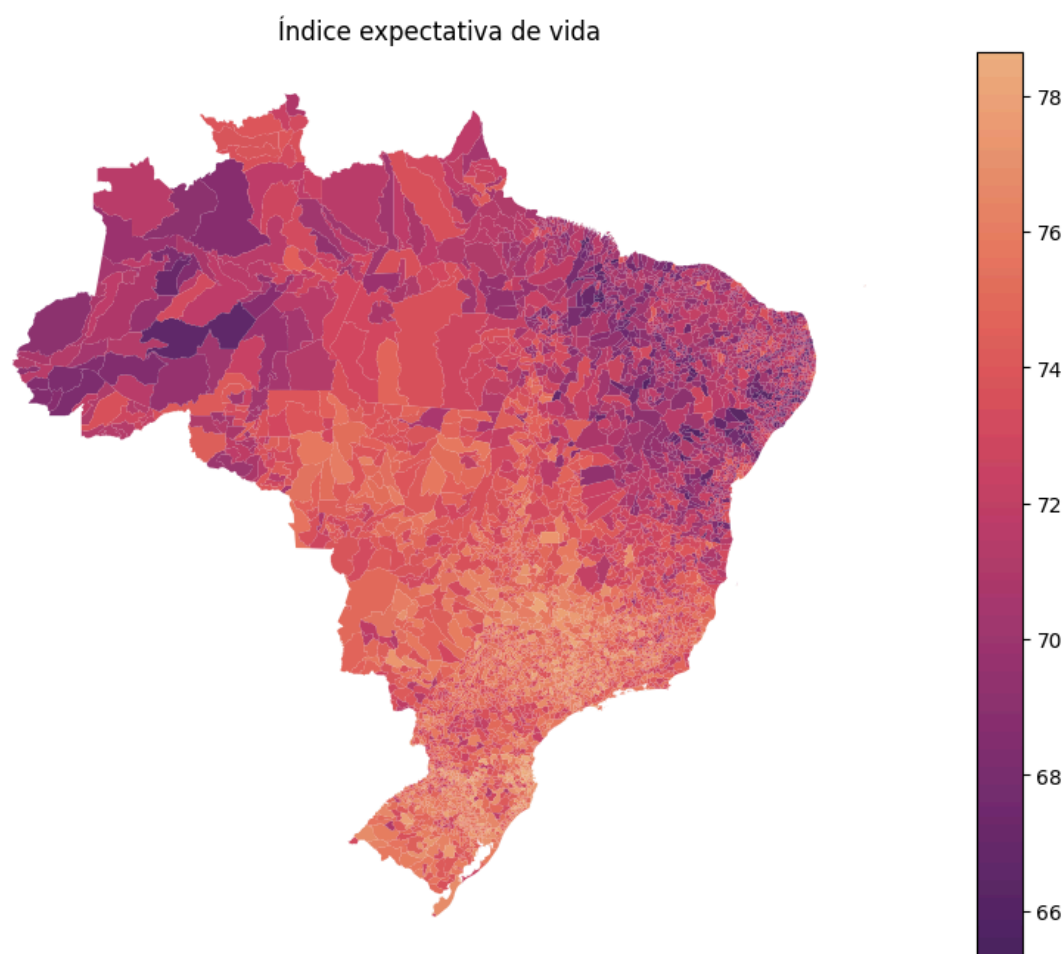


figura 10: Mapa do Brasil - Expectativa de vida

O mesmo padrão espacial é também observado ao se plotar os dados referentes à expectativa de vida da população, novamente as regiões Sudeste/Sul do país apresentam melhores indicadores socioeconômicos em relação ao Norte/Nordeste.

Visando fundamentar essa correlação de saúde/ saneamento básico, o gráfico de **regression plot** é muito útil ao mostrar a relação entre duas variáveis, mostrando tanto a dispersão dos dados quanto a linha de regressão que representa uma tendência geral.

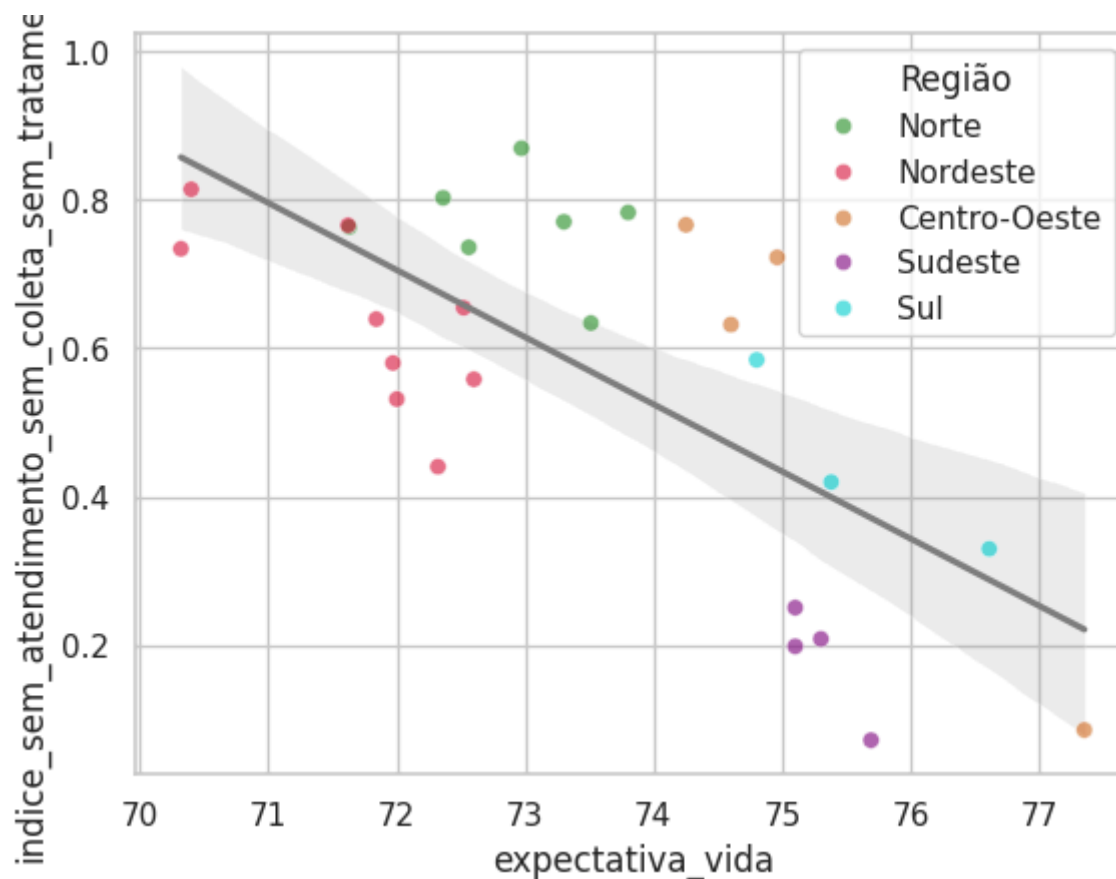


figura 11: Gráfico correlação - Taxa sem tratamento de esgoto/ Expectativa de vida

- O gráfico mostra uma tendência negativa, sugerindo que, à medida que o índice de pessoas sem acesso à tratamento/coleta de esgoto aumenta, a expectativa de vida da população local diminui, conforme esperado. (cada ponto do gráfico representa um estado)
- O teste de **Coefficiente de Pearson**, que mede a força da relação linear entre duas variáveis, deu $r = -0.69$, o que é considerado **moderado**.

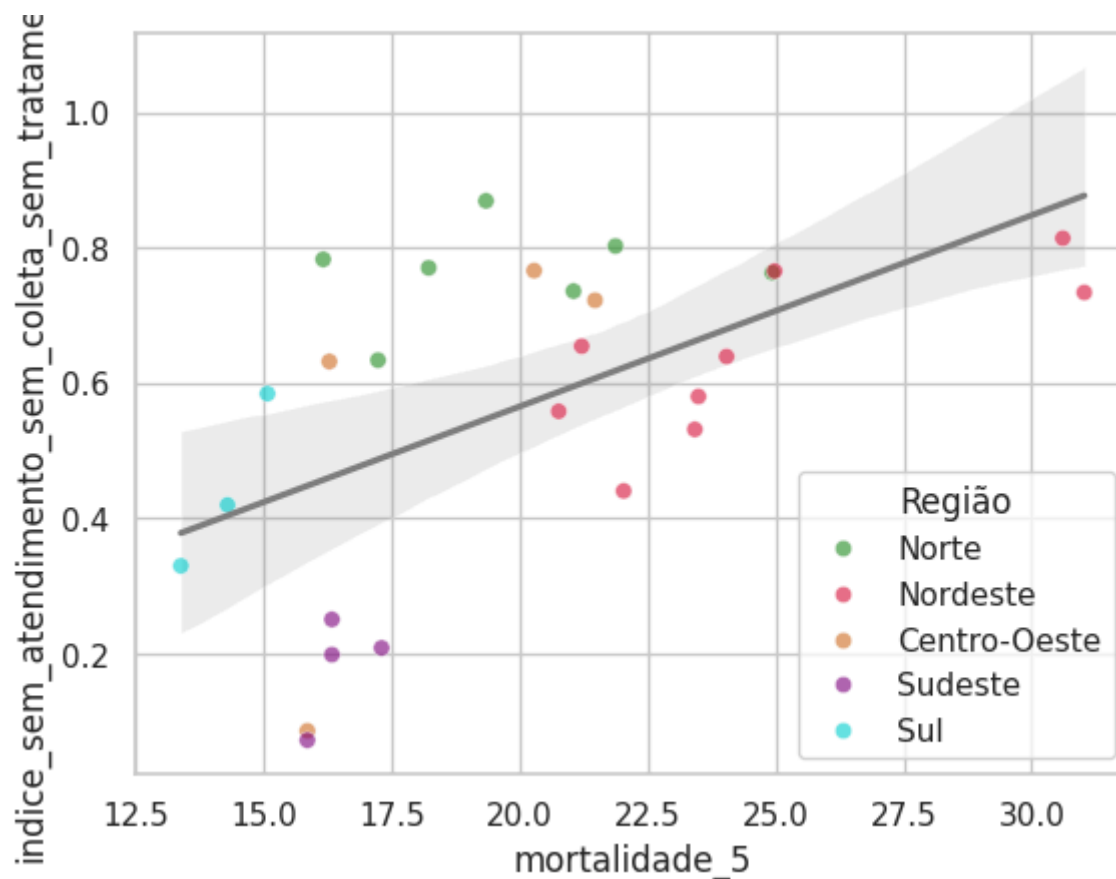


figura 12: Gráfico correlação - Taxa sem tratamento de esgoto/ Mortalidade Infantil 5 anos

- O gráfico mostra uma inclinação com tendência positiva, sugerindo que, à medida que o índice de pessoas sem acesso à tratamento/coleta de esgoto aumenta, o nível de mortalidade infantil aumenta, conforme esperado.
- O teste de **Coefficiente de Pearson**, para essas duas variáveis deu = 0.54, o que também é considerado **moderado**.

Diante desse preocupante cenário, o Governo, com a aprovação do Novo Marco Legal do Saneamento, prometeu a universalização do saneamento básico no Brasil, com uma meta audaciosa: garantir que 99% da

população tenha acesso a água potável e 90% tenha acesso à coleta e tratamento de esgoto até 2033. Contudo, essa promessa se confronta com uma realidade desafiadora. Principalmente ao se observar certa inércia quanto aos investimentos em saneamento, mesmo com o passar dos anos, o que faz com que a meta de 2033 fique cada vez mais difícil de ser alcançada.

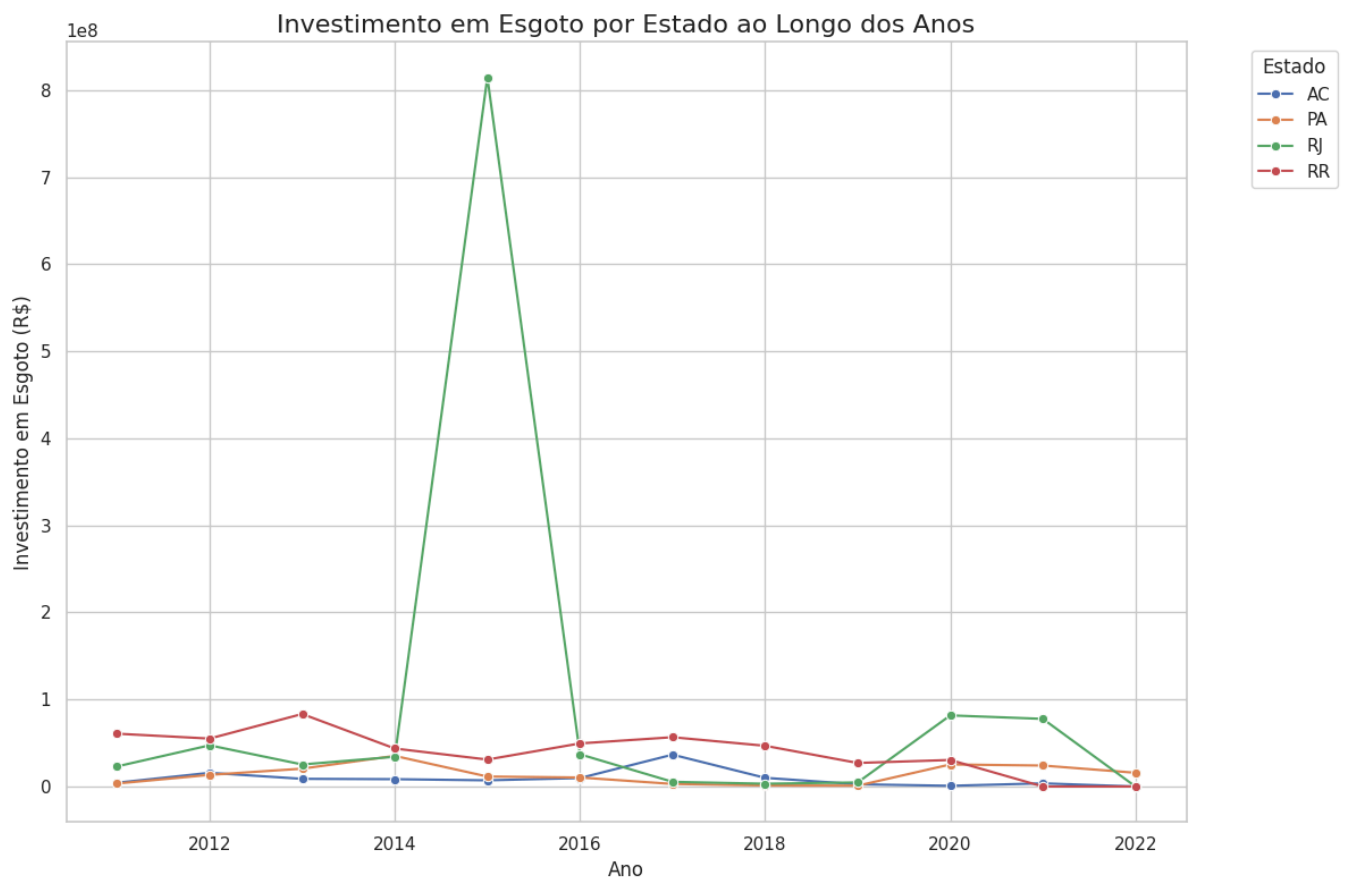


figura 13: Gráfico Investimento em Esgoto por estado (2011-2022)

- Houve uma limitação nesta análise devido à grande quantidade de valores faltantes, o que afetou a abrangência dos resultados. No entanto, mesmo com os dados incompletos, os estados analisados revelam a

inércia governamental em relação à promessa de universalização do saneamento básico.

- Um exemplo notável é o estado do Rio de Janeiro, que registrou um pico significativo no investimento em esgoto no ano de 2015, atingindo aproximadamente 800 milhões de reais. Esse aumento pode ser atribuído aos preparativos para os Jogos Olímpicos de 2016, quando foram realizadas grandes obras com o objetivo de despoluir áreas críticas da cidade, visando a melhorar sua imagem perante a comunidade internacional. Embora esse investimento tenha sido pontual e diretamente relacionado ao evento global, ele não refletiu em uma melhoria consistente e sustentável da infraestrutura de saneamento no longo prazo, evidenciando a falta de continuidade nas políticas públicas voltadas para o saneamento no estado e no país como um todo.

Conclusão

Em termos de impacto social, o acesso ao saneamento é um dos pilares para a melhoria das condições de vida, principalmente em áreas vulneráveis. A situação explorada nessa análise mostra como a precária situação do Brasil torna a universalização do saneamento básico algo imprescindível para a população. A análise sobre os avanços e retrocessos desse projeto ao longo dos próximos anos, bem como os impactos reais nas diferentes regiões do país, será fundamental para avaliar se o Brasil conseguirá, de fato, cumprir a promessa de garantir saneamento básico a toda sua população até 2033.

