

Relação entre as condições de saneamento e os objetivos do desenvolvimento sustentável

Relationship between sanitation conditions and the sustainable development goals

Relación entre las condiciones de saneamiento y los objetivos de desarrollo sostenible

Recebido: 25/06/2022 | Revisado: 07/07/2022 | Aceito: 07/07/2022 | Publicado: 16/07/2022

Wesley Fernandes Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8741-2539>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: fa.wesley13@gmail.com

Jéssica Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0530-4735>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: jessik.phb@outlook.com

Luciano Borges da Rocha Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0884-8554>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: lucianoborgesrf@hotmail.com

Lindalva de Moura Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5544-8078>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: lindalva.nutri.ufpi@gmail.com

Resumo

O acesso ao saneamento básico foi adotado em 2015 pela Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável como um dos objetivos a serem alcançados globalmente até 2030. Todavia, em uma rápida observação sobre os demais Objetivos se nota que seus alcances também perpassam por melhores condições de saneamento. Este trabalho objetivou identificar os dados obtidos no Instituto Trata Brasil para correlacionar o comportamento da renda, saúde, mortalidade infantil e educação quando se modificam as condições disponíveis de acesso aos serviços básicos, tendo em vista aproximar seus resultados com Objetivos propostos na Agenda 2030. Para tanto, foram determinados os coeficientes de correlação linear e de determinação e para a realização destes cálculos e da construção dos gráficos foi utilizado o software RStudio. As correlações e os coeficientes de determinação calculados se mostraram fortes e capazes de explicar bem a sua variação conforme se alteram as formas existentes de acesso ao saneamento. Em outras palavras, os indicadores tendem a melhorar quando são realizados investimentos no setor e quanto mais a população é provida de acesso à água e a coleta de esgoto.

Palavras-chave: Saneamento básico; Indicadores; Agenda 2030.

Abstract

Access to sanitation was adopted in 2015 by the United Nations Summit on Sustainable Development as one of the goals to be achieved globally by 2030. However, in a quick observation of the other Goals, it is noted that their scope also involves better sanitation conditions. This study aimed to identify the data obtained at the Trata Brasil Institute to correlate the behavior of income, health, infant mortality and education when the available conditions of access to basic services are modified, with a view to bringing its results closer to the Objectives proposed in the 2030 Agenda. Therefore, the coefficients of linear correlation and determination were determined and for the accomplishment of these calculations and the construction of the graphs the software RStudio was used. The correlations and the coefficients of determination calculated proved to be strong and capable of well explaining their variation as the existing forms of access to sanitation change. In other words, the indicators tend to improve when investments are made in the sector and the more the population is provided with access to water and sewage collection.

Keywords: Sanitation; Indicators; 2030 Agenda.

Resumen

El acceso al saneamiento fue adoptado en 2015 por la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible como uno de los objetivos a alcanzar a nivel mundial para 2030. Sin embargo, en una rápida observación de los demás Objetivos, se advierte que su alcance implica también mejores condiciones de saneamiento. Este estudio tuvo como objetivo identificar los datos obtenidos en el Instituto Trata Brasil para correlacionar el comportamiento de la renta, la salud, la mortalidad infantil y la educación cuando se modifican las condiciones disponibles de acceso a los servicios básicos, con miras a acercar sus resultados a los Objetivos propuestos en la Agenda 2030. Para ello se determinaron

los coeficientes de correlación lineal y determinación y para la realización de estos cálculos y la construcción de las gráficas se utilizó el software RStudio. Las correlaciones y los coeficientes de determinación calculados resultaron fuertes y capaces de explicar bien su variación a medida que cambian las formas existentes de acceso al saneamiento. En otras palabras, los indicadores tienden a mejorar cuando se realizan inversiones en el sector y se brinda más acceso a agua y alcantarillado a la población.

Palabras clave: Saneamiento básico; indicadores; Agenda 2030.

1. Introdução

O alcance do saneamento básico é apontado como um indicador de desenvolvimento sustentável pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017) e foi adotado pela Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Organização das Nações Unidas – ONU) como um dos objetivos a serem alcançados globalmente até 2030, no qual busca assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas as pessoas (ONU, 2015).

O saneamento básico é compreendido como uma forma de gerir ou o controlar os fatores físicos que podem exercer efeitos danosos às pessoas, prejudicando, neste sentido, o bem-estar físico, mental e social. A ausência das diferentes formas de saneamento ou mesmo o acesso a ele de maneira inadequada, contribui para que ocorram efeitos negativos sobre a população e o meio ambiente (Carcará et al., 2019).

Como destacado, o acesso ao saneamento foi introduzido como um objetivo a ser alcançado em um período de 15 anos, conforme agenda assumida por países que compõe as Nações Unidas. Conhecida como Agenda 2030, é um plano de ação que envolve as pessoas e o planeta na perspectiva de atingir o desenvolvimento sustentável em escala global. Ao todo são 17 os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS e cada um deles contém uma quantidade de metas (totalizando 169) a serem trabalhadas e alcançadas neste espaço de tempo (ONU, 2015).

No que diz respeito a questão do saneamento o destaque é dado no ODS 6 como sendo aquele que busca “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos” (ONU, 2015). Entretanto, dada a relevância do assunto e todos os problemas que surgem em determinado local devido à ausência de abastecimento de água potável, de manejo de água pluvial, da coleta e tratamento de esgoto, de limpeza urbana, da coleta e destinação adequada de resíduos sólidos e o controle de pragas ou qualquer tipo de agente patogênico é necessário que se amplie a discussão das possibilidades de maneiras como o acesso ao saneamento de qualidade pode contribuir, de forma direta ou indireta, em atingir outros objetivos presentes na Agenda 2030.

O IBGE ao publicar seus Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), por exemplo, divide os mesmos em quatro dimensões (ambiental, social, econômica e institucional) no qual o saneamento é inserido na dimensão ambiental. Mas, ao tratar da importância para o desenvolvimento sustentável, questões como os acessos ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário e a coleta de resíduos domésticos se tornam fundamentais para assegurar boas condições de saúde e higiene da população, assim como a qualidade do meio ambiente. Quando associado a outros indicadores ambientais, sociais e econômicos, torna-se um bom indicador de desenvolvimento sustentável, importante para a caracterização da qualidade de vida da população e para o acompanhamento de políticas públicas de saneamento ambiental. Dentre os indicadores que o IBGE trabalha em seus estudos, encontra-se os seguintes que podem ser relacionados aos de saneamento: qualidade de águas interiores; população residente em áreas costeiras; acesso a esgotamento sanitário; tratamento de esgoto; rendimento domiciliar per capita; rendimento médio mensal; esperança de vida ao nascer; taxa de mortalidade infantil; doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado; adequação de moradia (IBGE, 2015).

Em uma breve análise dos 17 ODS presentes na Agenda 2030 encontra-se objetivos e/ou metas em que os indicadores mencionados são levados em consideração como, por exemplo, no ODS 3 (Saúde e bem-estar): 3.2 - Até 2030, acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos [...]; 3.3 - Até 2030, acabar com as epidemias de [...] malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis. No

ODS 11 (Cidades e comunidades sustentáveis) temos a meta 11.6 - Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros. No ODS 12 (Consumo e produção sustentáveis), tem-se: 12.4 - Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, [...] e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente; 12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. E no ODS 14 (Vida na água) encontra-se: 14.1 - Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes (ONU, 2015).

Outro importante órgão no Brasil é o Instituto Trata Brasil – ITB que se trata de uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público – ORCIP, criado em 2007, e que produz estudos, pesquisas e projetos sociais visando conscientizar o cidadão do problema de saneamento e pressionar pela solução nos três níveis de governo (ITB, 2019).

Em abril de 2019, este Instituto lançou o Painel Saneamento Brasil no qual é possível obter informações sobre saneamento básico, mas que também identifica os impactos sociais, econômicos e ambientais da falta de seu acesso, bem como os benefícios quando os serviços básicos chegam de forma apropriada.

No referido Painel é possível encontrar dados a respeito de operações de saneamento, bem como de indicadores de saneamento ligados a saúde, renda, educação, valorização imobiliária, impactos ao turismo, entre outros (ITB, 2021) e, deste modo, também pode haver comparações com as metas propostas na Agenda 2030.

Vale ressaltar que o Instituto Trata Brasil apenas reproduz as bases de dados oficiais, que são nacionalmente utilizadas e reconhecidas (por exemplo: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil – DATASUS; Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, dentre outros).

Com base nisso, este artigo objetivou identificar os dados obtidos no Instituto Trata Brasil para correlacionar o comportamento de indicadores de renda, saúde, mortalidade infantil e educação quando se modificam as condições disponíveis de acesso aos serviços básicos, tendo em vista aproximar seus resultados com Objetivos propostos na Agenda 2030.

2. Metodologia

Para a realização desse trabalho adotou-se a pesquisa quantitativa, que para Michel (2005), é um método que utiliza a quantificação ao se coletar dados bem como no seu tratamento, mediante técnicas estatísticas, como, por exemplo, percentual, média, desvio-padrão, coeficientes de correlação e de determinação, análise de regressão, entre outros.

Para obtenção das informações para este estudo foi acessado o sítio eletrônico do Painel Saneamento Brasil e por seguinte foi feita a exportação dos indicadores em arquivo de planilha Excel para posterior tratamento, levando em consideração todos os anos de 2010 a 2019. Neste estudo considerou-se apenas a cobertura disponível de indicadores para todo o território brasileiro.

Todavia, a cobertura geográfica deste painel também leva em conta as 5 grandes regiões o Brasil, seus 26 estados e o Distrito Federal, além das capitais dos estados e 21 regiões metropolitanas (Manaus, Belém, Macapá, Grande São Luís, Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina, Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife, Maceió, Aracaju, Salvador, Belo Horizonte, Grande Vitória, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba, Florianópolis, Porto Alegre, Vale do Rio Cuiabá, e Goiânia), assim como um conjunto de 839 municípios que possuem mais de 50.000 habitantes.

Para examinar o comportamento de indicadores selecionados de renda, saúde, mortalidade infantil e educação quando se alteram as condições de saneamento disponíveis foi preciso determinar os coeficientes de correlação linear e de determinação e, para isso, foi utilizado o software livre RStudio (versão 1.2.1335) para gerar gráficos de dispersão, além da

reta de regressão, bem como para demonstrar a evolução de dados de saneamento relacionados a renda e a educação.

A correlação linear (r), representada pela letra r é a mensuração numérica da intensidade da relação entre duas variáveis, X e Y , que exibem dados quantitativos. O coeficiente de correlação se encontra no intervalo $-1 < r < 1$, sendo mais forte quando se aproxima de -1 e 1 e mais fraco quando fica próximo a zero (Sampaio, 2015). Além disso, o sinal positivo determina que as variáveis são diretamente proporcionais, enquanto o negativo indica que a relação entre elas é inversamente proporcional.

O Coeficiente de Determinação (R^2) explica o grau de ajuste do modelo, ou o percentual de variação de Y que é explicada pela variabilidade de X . Seu valor varia de 0 a 1, bastando multiplicar o resultado obtido por 100 para conseguir o percentual, e quanto maior for seu resultado mais explicativo é o modelo linear (Martins, 2018).

3. Resultados e Discussão

Os resultados da correlação e dos coeficientes de determinação entre os indicadores selecionados estão discriminados na Tabela 1. O coeficiente de determinação explica bem, em quase todas as correlações, em termos percentuais, variação de Y pela mudança nas condições de X , principalmente ao considerar população que reside em local com acesso a água tratada e a coleta de esgoto.

Tabela 1 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (R^2) entre as variáveis.

Y \ X	Investimento total em Saneamento		Parcela da população total que reside em local com acesso a água tratada		Parcela da população total que reside em local com acesso a coleta de esgoto	
	R	R ²	r	R ²	r	R ²
Renda das pessoas com saneamento	0,850	0,723	0,785	0,616	0,972	0,944
Internações por doenças associadas à falta de saneamento	-0,789	0,623	-0,949	0,901	-0,963	0,927
Internações na população feminina por doenças associadas à falta de saneamento	-0,791	0,626	-0,948	0,899	-0,965	0,932
Internações na população masculina por doenças associadas à falta de saneamento	-0,787	0,619	-0,949	0,900	-0,959	0,920
Internações na população de 0 a 4 anos por doenças associadas à falta de saneamento	-0,753	0,567	-0,955	0,912	-0,925	0,856
Despesas com internações por doenças associadas à falta de saneamento	-0,769	0,591	-0,953	0,908	-0,948	0,898
Óbitos por doenças de veiculação hídrica (Pop. Total)	-0,274	0,075	-0,618	0,382	-0,420	0,176
Óbitos por doenças de veiculação hídrica (0 a 4 anos)	-0,665	0,442	-0,956	0,914	-0,829	0,688
Escolaridade de pessoas que residem em local com acesso ao saneamento	0,511	0,261	0,730	0,533	0,769	0,591
Atraso escolar de pessoas que residem em local com acesso ao saneamento	-0,841	0,707	-0,909	0,827	-0,976	0,953

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ITB (2021).

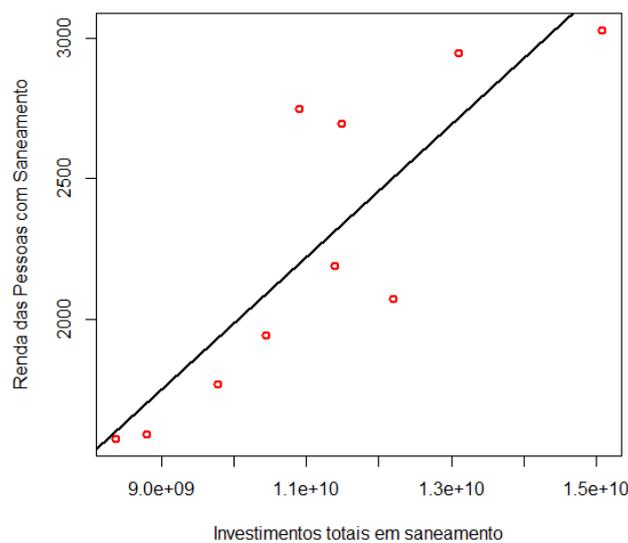
A partir do próximo tópico dessa seção os resultados são discutidos com autores que abordaram em suas pesquisas a questão do acesso ao saneamento básico. Além disso, apresentam-se alguns gráficos de dispersão e com suas respectivas retas de regressão nos quais podem ser observados principalmente a distância entre os pontos e a reta (quanto maior a proximidade entre eles mais forte é a correlação entre as variáveis) e o comportamento dessa mesma reta, ou seja, quando a sua inclinação é positiva trata-se de duas variáveis diretamente proporcionais ou se for uma inclinação negativa, são inversamente proporcionais.

3.1 Saneamento e os ODS nº 1 (Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares) e nº 10 (Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles)

Ao observarmos as metas 1.4 (Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias apropriadas e serviços financeiros, incluindo Microfinanças); e a 10.1 (Até 2030, progressivamente alcançar e sustentar o crescimento da renda dos 40% da população mais pobre a uma taxa maior que a média nacional) (ONU, 2015) encontramos elementos que podem auxiliar em uma comparação através de indicadores voltados ao saneamento básico. Os objetivos 1 e 10 foram colocados no mesmo tópico por se considerar que os indicadores selecionados do Painel do ITB se aproximam mais de tais ODS.

Pela Tabela 1 identifica-se uma correlação forte ($r = 0,850$) entre os investimentos em saneamento e a renda das pessoas que residem em local com saneamento, sendo que a variação positiva da variável dependente pode ser explicada por 72,3% da independente. Para demonstrar isso, a Figura 1 apresenta as dispersões entre as variáveis indicadas e a sua reta de regressão.

Figura 1 – Dispersão e reta de regressão entre investimentos totais em saneamento e a renda das pessoas que vivem com saneamento integral.



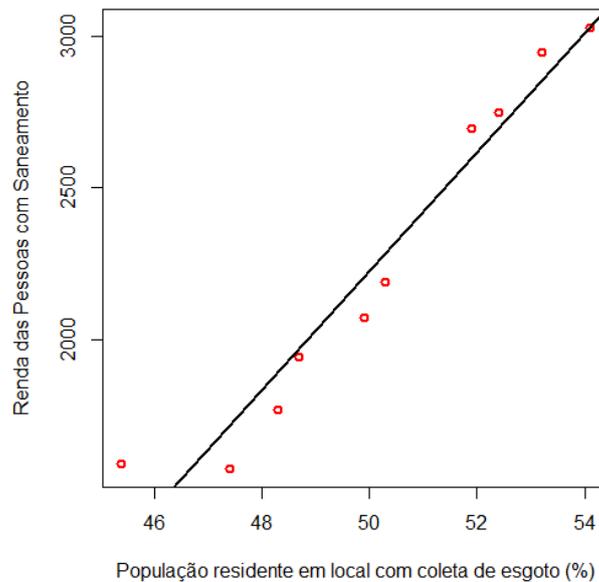
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

Além disso, a análise de regressão realizada pelo software *RStudio* demonstrou-se significativa ($p < 0,001$) e, portanto, o seu efeito não é nulo. O valor do nível-p representa um índice decrescente da confiabilidade de um resultado. Em outras palavras, representa a probabilidade de erro envolvida em aceitar o resultado observado como válido. Neste caso específico, envolve uma probabilidade de erro de até 0,1%.

Ao mesmo tempo, quando se compara as pessoas que residem em locais com acesso à água tratada e com coleta de esgoto com a renda das pessoas que residem em local com saneamento temos correlações indicadas na Tabela 1 que é considerada moderada ($r = 0,785$) quando se trata da parcela da população que recebe água tratada e muito forte quando se tem a parcela que possui acesso a coleta de esgoto ($r = 0,972$). O coeficiente de determinação é maior para o segundo caso ($r^2 = 0,944$) o que demonstra que a variação do rendimento destas pessoas pode ser explicada por 94,4% da variação do número de residências contra $r^2 = 0,616$ quando se trata de moradias com acesso a água tratada (ou 61,6% da variação).

A Figura 2 apresenta as dispersões entre as pessoas que residem em moradias com acesso a coleta de esgoto e o rendimento daqueles que vivem com saneamento integral bem como a sua reta de regressão. Destaca-se ainda que a análise de regressão realizada indicou o modelo como significativo ($p < 0,001$). Novamente, a probabilidade de erro é de até 0,1% para aceitar o resultado observado como válido.

Figura 2 – Dispersão e reta de regressão entre parcela de pessoas que residem em moradias com acesso a coleta de esgoto e a renda das pessoas que vivem com saneamento integral.

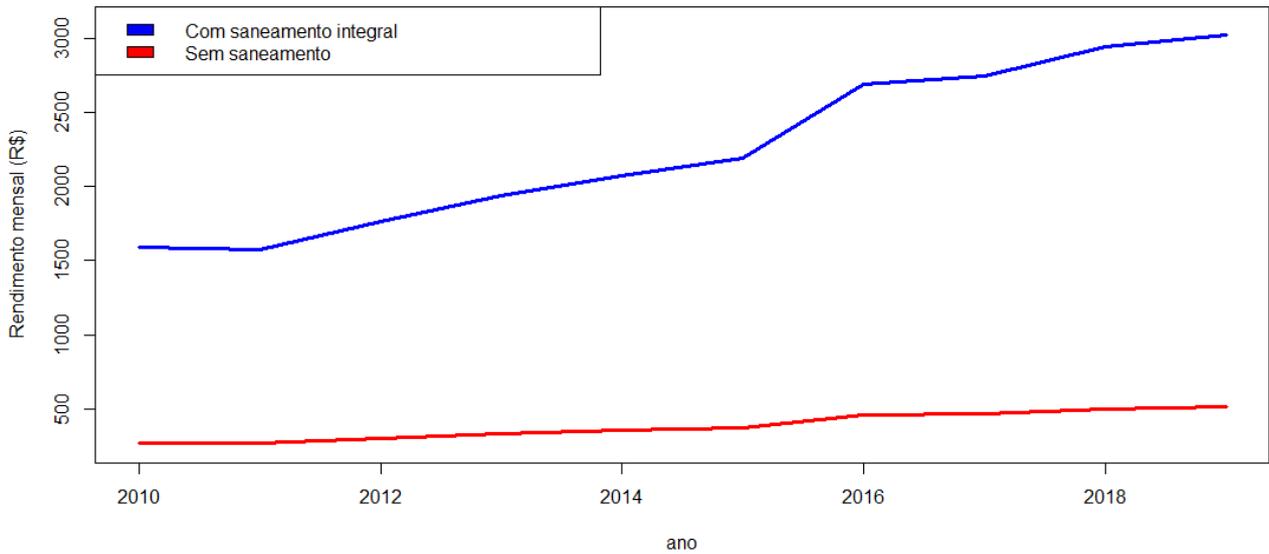


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

Como observado nas Figuras 1 e 2 a renda tende a ser maior com aumento dos investimentos em saneamento, assim como se elas residem em condições aceitáveis de prestação do serviço de coleta de esgoto. Em estudo de Deinne e Ajayi (2019) sobre a dinâmica da desigualdade, pobreza e desenvolvimento sustentável do Estado do Delta, localizado na Nigéria, identificou-se que a fonte de água, bem como a distância existente destas fontes, o saneamento melhorado, a extensão da estrada e o tamanho da família foram elementos relevantes na variação espacial da desigualdade e da pobreza. Para Leoneti, Prado e Oliveira (2011) são claras as mudanças positivas no crescimento econômico e na redução da pobreza provocados por boas condições de saneamento.

No que diz respeito a renda anual, a Figura 3 apresenta a evolução (2010 a 2019) referente às pessoas que residem em moradias com e sem saneamento, conforme o Painel do Saneamento ITB (2021). Nele observa-se que o rendimento das pessoas que moram em domicílios com saneamento integral sempre foi superior aos casos de residências sem estes serviços básicos.

Figura 3 – Renda das pessoas que residem em local com e sem saneamento (2010 a 2019).

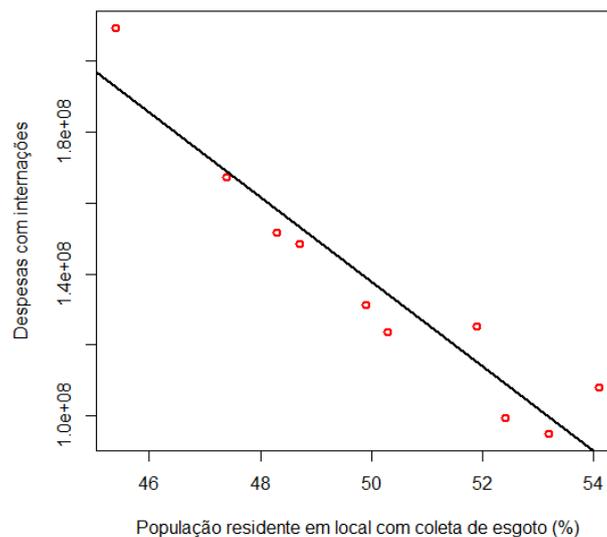


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

Pode-se acrescentar, ainda na Figura 3, nota-se uma tendência de elevação ao longo dos anos da renda dos indivíduos que residem com acesso a saneamento de forma integral muito mais acentuada do que aqueles que vivem sem saneamento, que permaneceu praticamente constante na linha temporal.

Além disso, as despesas com internações tendem a diminuir (e com isso ter um impacto positivo sobre a renda dos indivíduos) se eles viverem com acesso a água tratada ($r = -0,953$ e $r^2 = 0,908$) e se residirem com acesso aos serviços de coleta de esgoto ($r = -0,948$ e $r^2 = 0,898$) conforme observado na Tabela 1. A Figura 4 apresenta as dispersões entre as pessoas que residem em moradias com acesso a coleta de esgoto e as despesas com internações devido a doenças associadas à falta de saneamento.

Figura 4 – Dispersão e reta de regressão entre pessoas que residem em moradias com acesso a coleta de esgoto e as despesas com internações por doenças associadas à falta de saneamento.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

A análise de regressão realizada das variáveis indicadas na Figura 4 mostrou que o resultado foi significativo ($p < 0,001$). Ou seja, ao nível de 0,1% há evidências suficientes para concluir que há correlação linear significativa entre se ter acesso à água ou a coleta de esgoto e às despesas decorrentes de internações.

Em pesquisa feita por Teixeira, Oliveira, Viali e Muniz (2014) sobre o impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil, no período de 2001 a 2009, identificou-se que a média anual de casos de notificação compulsória devido a doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado foi de 466.351 casos, com uma despesa de R\$ 30.428.324,92 em consultas médicas nesse período. Além disso, foi observado uma média anual de 758.750 internações hospitalares devido a deficiências do saneamento básico, com uma despesa total de R\$ 2.111.567.634,61 no período. A despesa total com consultas médicas e internações hospitalares devido a doenças associadas ao saneamento básico consumiu 2,84% dos gastos do Sistema Único de Saúde no intervalo de tempo analisado.

3.2 Saneamento e o ODS nº 3 (Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades)

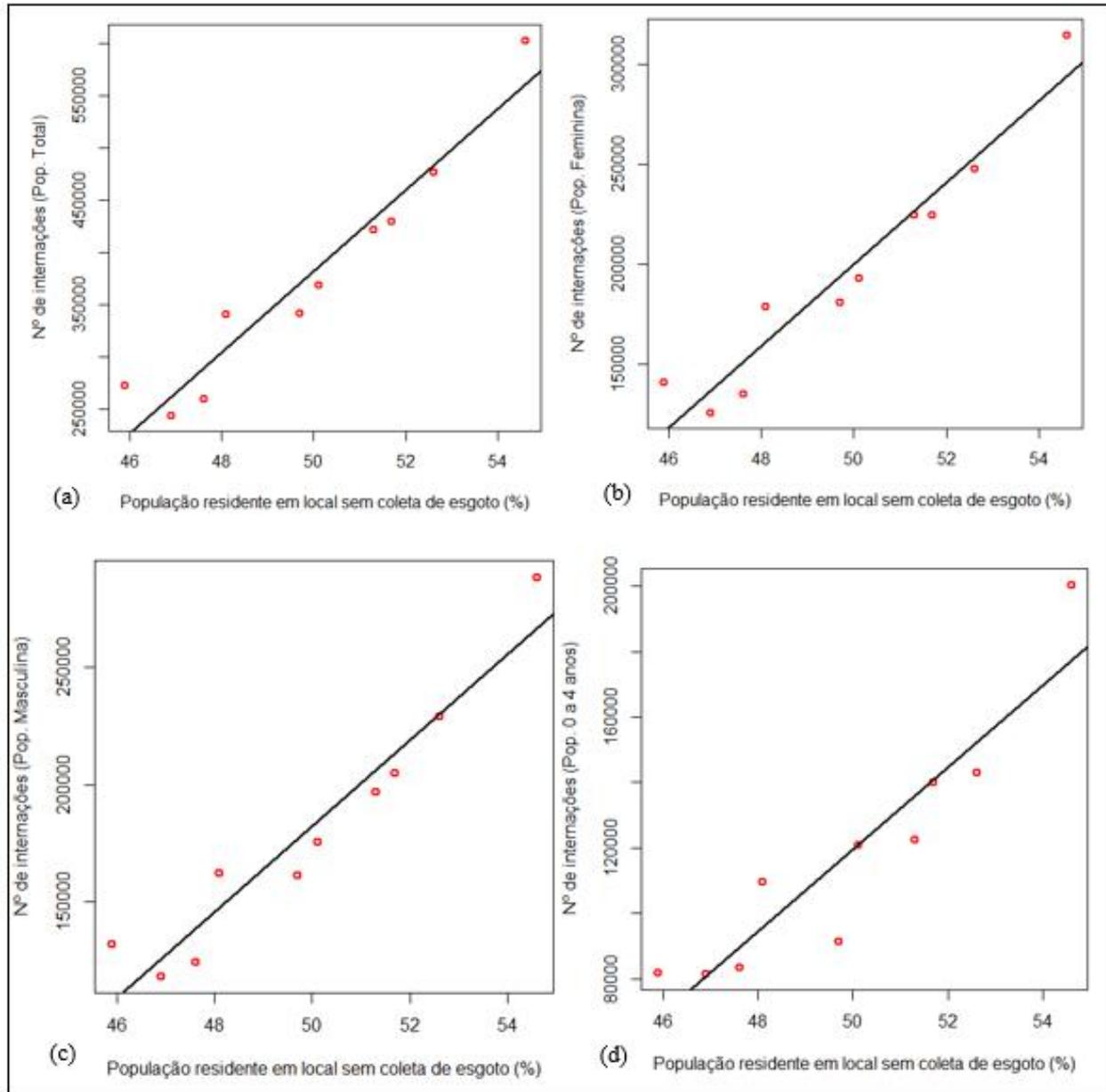
Analisando os ODS da Agenda 2030 pode-se retornar ao 3º objetivo, mais especificamente na sua meta de nº 3.3 que trata da redução de doenças de veiculação hídrica, por exemplo. Observando os dados apresentados anteriormente, há uma correlação negativa e muito forte, demonstrando que as internações tanto na população total, como na feminina, na masculina e em crianças de 0 a 4 anos tendem a se reduzir ao mesmo tempo em que se eleva a disponibilidade do acesso aos serviços de água e de coleta de esgoto.

Destaca-se que em relação às doenças analisadas, o ITB obteve suas informações no DATASUS sendo, portanto, uma base nacional e confiável e do qual foram consideradas as seguintes enfermidades, que são de veiculação hídrica e estão diretamente associadas à falta de saneamento (ITB, 2021):

- Doenças gastrointestinais infecciosas: cólera, febre tifoide e paratifoide, shigelose, amebíase, diarreia e gastroenterite origem infecciosa presumível e outras doenças infecciosas intestinais;
- Febre amarela;
- Dengue (clássico e hemorrágica);
- Leptospirose: leptospirose icterohemorrágica, outras formas de leptospirose e leptospirose não especificada;
- Malária: malária por *plasmodium falciparum*, malária por *plasmodium vivax*, malária por *plasmodium malariae*, outras formas malária conforme exames parasitológicos e malária não especificada;
- Esquistossomose.

Os indicadores relacionados a ausência no acesso a água tratada e de coleta de esgoto apresentam correlações muito fortes com os números de internações provocadas por doenças relacionadas à falta de saneamento para todos os grupos como pode-se observar na Figura 5, que demonstra as dispersões entre as variáveis com as respectivas retas de regressão. Esta forte correlação pode ser percebida pela aproximação dos pontos com a reta. Já o declive positivo da reta demonstra que os indicadores variam no mesmo sentido, ou seja, quanto mais as pessoas residem sem acesso a coleta de esgoto, por exemplo, maior é o número de internações.

Figura 5 – Dispersão e reta de regressão entre residentes em locais sem acesso a coleta de esgoto e o número de internações na população total (a), feminina (b), masculina (c) e na faixa de 0 a 4 anos (d).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

O coeficiente de determinação em todos os casos da Figura 5 fica acima de 0,85, o que significa que mais 85% da variação dos casos de internações pode ser explicada pela variação do número de pessoas que residem com ou sem acesso a água tratada e a coleta de esgoto.

Em estudo de Cruvinel et al., (2019) feito sobre as condições de saúde de pessoas que trabalham nos chamados lixões apontou que os catadores sofreram crises contínuas de casos de doenças transmitidas pela água através de diarreia episódica (24,9%), vermes intestinais (12,6%), hepatite A (1,7%) e leptospirose (0,7%).

A pesquisa de Sindhura et al., (2018) avaliou-se as práticas relacionadas a água, saneamento e higiene em uma favela urbana localizado na Índia e indicou que cerca de 78,6% das famílias tinham água estagnada em torno de suas residências, das quais 24,6% sofriam de diarreia, 2,5% de febre tifoide e 11% malária.

Já Koottatep et al., (2018) demonstraram que mesmo com o aumento da cobertura para mais de 95% do saneamento em três países asiáticos entre 1990 e 2015 houve registros de doenças transmitidas pela água e poluição da água. Mas isto, segundo o estudo, foi devido ao projeto, o desempenho e a manutenção deficientes dos sistemas de saneamento no local como fossas sépticas e redes de tratamento. Tal situação tende a melhorar com inovação e aplicação de boas tecnologias como fossas sépticas solares e unidades de tratamento de efluentes de fossas sépticas o que torna os resultados dos tratamentos de água e esgoto mais eficazes. Deste modo, além do acesso a água tratada e a coleta de esgoto deve-se considerar também as tecnologias adotadas para um melhor resultado na redução de doenças de veiculação hídrica.

Sánchez (2018) menciona o 6º objetivo da Agenda, mas também relaciona seu trabalho com doenças infecciosas provocadas pelas condições hídricas, como diarreia, malária, dengue, Leptospirose, hepatite viral A ou E, abordando em sua pesquisa a diferença existente quando se compara áreas urbanas e rurais do Peru.

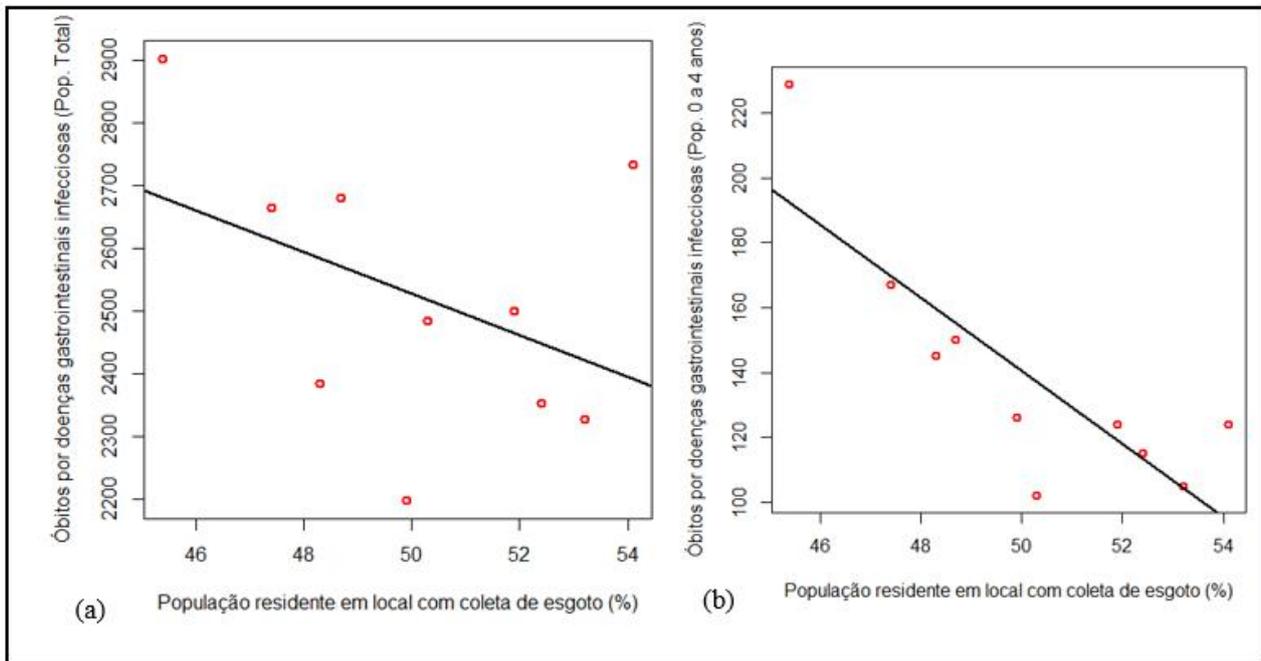
Na mesma pesquisa de Sánchez (2018) já se encontra elementos que permitem abordar a meta 3.2 do ODS ao indicar, com base em estimativas da Organização Mundial da Saúde, que mais de 340.000 crianças de até 5 anos vão à óbito anualmente por doenças diarreicas devido à falta de saneamento.

Outro estudo sobre o Peru indicou uma melhora no acesso a água de qualidade de 56% em 1986, para 79,3%, em 2015. Acrescenta-se que a mortalidade por diarreia em pessoas menores de cinco anos caiu de 23,3, em 1980, para 0,8 por 1.000 nascidos vivos em 2015. Isso é explicado por 53,9% referente à melhoria da água, saneamento e higiene, além de 25% devido ao direcionamento de intervenções para diarreia e 21,1% para melhores condições de nutrição de acordo com a ferramenta *Lives Saved Tool – LiST*, utilizado neste estudo (Huicho, et al., 2019). Para Pickbourn e Ndikumana (2019) o aumento do acesso a fontes melhoradas de água e saneamento foram importantes na redução da mortalidade infantil por diarreia na África Subsaariana.

Cavalcanti, Teixeira e Pontes (2019) aplicaram um modelo de regressão linear múltipla multivariada para todas as 102 cidades de Alagoas nos anos de 1991, 2000 e 2010 e indicou evidências de que o acesso a serviços de saneamento básico nos municípios deste Estado, principalmente esgoto sanitário, está associado com uma redução estatisticamente significativa da taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos, apontando ainda que um aumento de 10% no acesso ao esgoto sanitário doméstico está associado a uma redução de 5,7 mortes por 1.000 nascidos vivos.

Referente a isso tem-se no Painel do ITB os indicadores de mortalidade por doenças na população total e em crianças de 0 a 4 anos. Como é possível observar na Tabela 1, a correlação é maior nos casos de óbitos provocadas nas crianças, seja ao se tratar da parcela com acesso à água tratada ($r = -0,956$) ou a coleta de esgoto ($r = -0,829$). A Figura 6 indica uma dispersão menor entre os pontos e mais próximos da reta quando se trata dos óbitos na população infantil, demonstrando que o número diminui quando se eleva o acesso, além de implicar numa maior taxa de mortalidade nos primeiros anos de vida quando não são assistidos com um sistema de saneamento adequado.

Figura 6 – Dispersão e reta de regressão entre residentes em locais com acesso a coleta de esgoto e o número de óbitos na população total (a) e com idade de 0 a 4 anos (b).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

Já Bidkhor, et al. (2018) aplicaram a correlação de Person para determinar a influência do uso de instalações sanitárias melhoradas e o uso de fontes melhoradas de água potável sobre as mortes por diarreia por 1000 nascidos vivos em crianças de até 5 anos. De acordo com seus resultados, houve uma relação estatística significativa entre instalações sanitárias melhoradas e o uso de fontes melhoradas de água potável com as mortes por diarreia em crianças sendo sua análise estatística significativa ($p < 0,001$). Com este valor de p se pode acreditar que a relação observada é um indicador confiável da relação entre as respectivas variáveis.

3.3 Saneamento e o ODS nº 4 (Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos)

Pelo Painel do ITB (2021) são estes os indicadores relacionados à educação: anos de escolaridade e de atraso escolar para pessoas que têm moradias com e sem acesso a saneamento de forma integral. Para este caso é considerada a meta 4.1 que diz: Até 2030, garantir que todas as meninas e meninos completem o ensino primário e secundário livre, equitativo e de qualidade, que conduza a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes (ONU, 2015).

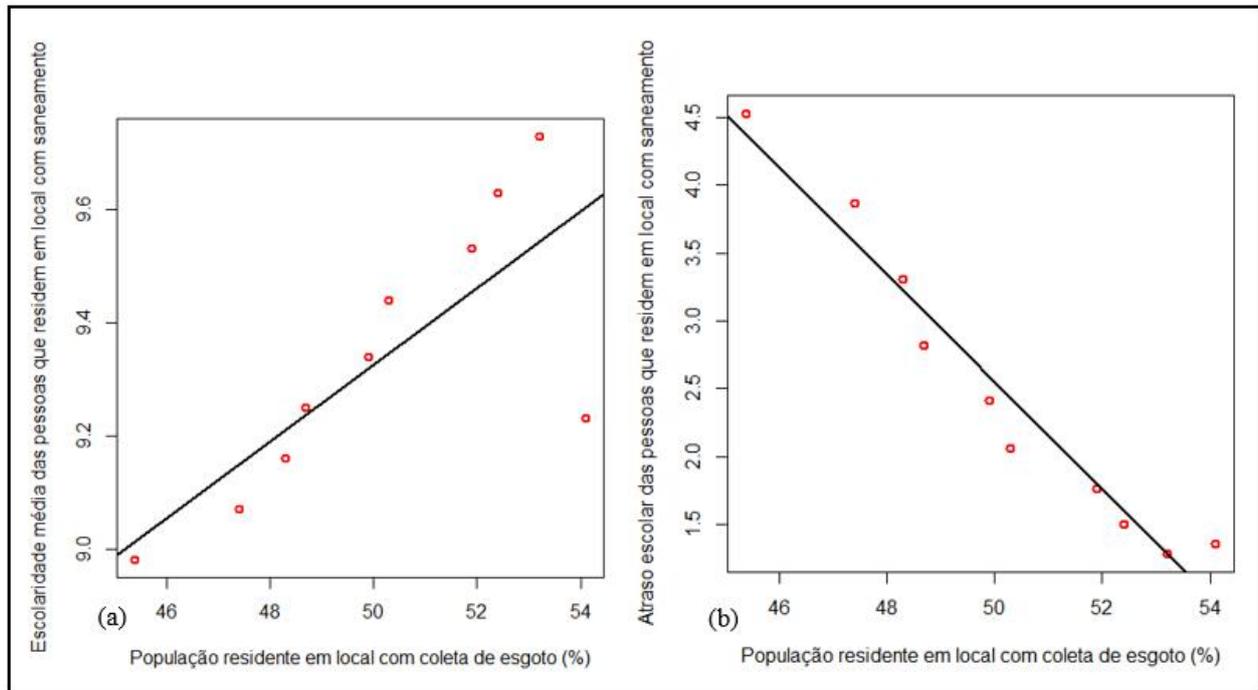
Retornando mais uma vez à Tabela 1 observa-se correlações moderadas quando se relaciona os anos de escolaridade para a aqueles com o acesso a água tratada ($r = 0,730$) e também quando relacionado com acesso a coleta de esgoto ($r = 0,769$). E ao analisar o atraso escolar já se percebe correlações mais fortes para ambos os grupos ($r = -0,909$ e $-0,976$, respectivamente).

Pelo coeficiente de determinação, 53,3% do aumento dos anos de escolaridade podem ser explicado pela variação positiva do acesso a água e 76,9% pode ser explicado pela variação positiva do acesso a coleta de esgoto nas residências. Já uma redução nos anos de atraso escolar podem ser justificados por 82,7% e 95,3% pelos acessos à água e a coleta de esgoto, respectivamente.

A Figura 7 nos traz as dispersões e as devidas retas de regressão entre os indicadores de educação mencionados e as situação de pessoas que residem com acesso a coleta de esgoto. Observa-se mais uma vez uma forte aproximação entres os

pontos e a reta traçadas. Ainda de acordo com o modelo de regressão linear calculado pelo software *RStudio* os resultados foram significativos nos dois casos apresentados nos gráficos da figura a seguir ($p < 0,001$). Este é mais uma situação em que a probabilidade de não aceitar a relação entre as variáveis como válidas está abaixo de 0,1%.

Figura 7 – Dispersão e reta de regressão entre residentes em locais com acesso a coleta de esgoto e a escolaridade média (a) e anos de atraso (b) das pessoas que residem com saneamento integral.



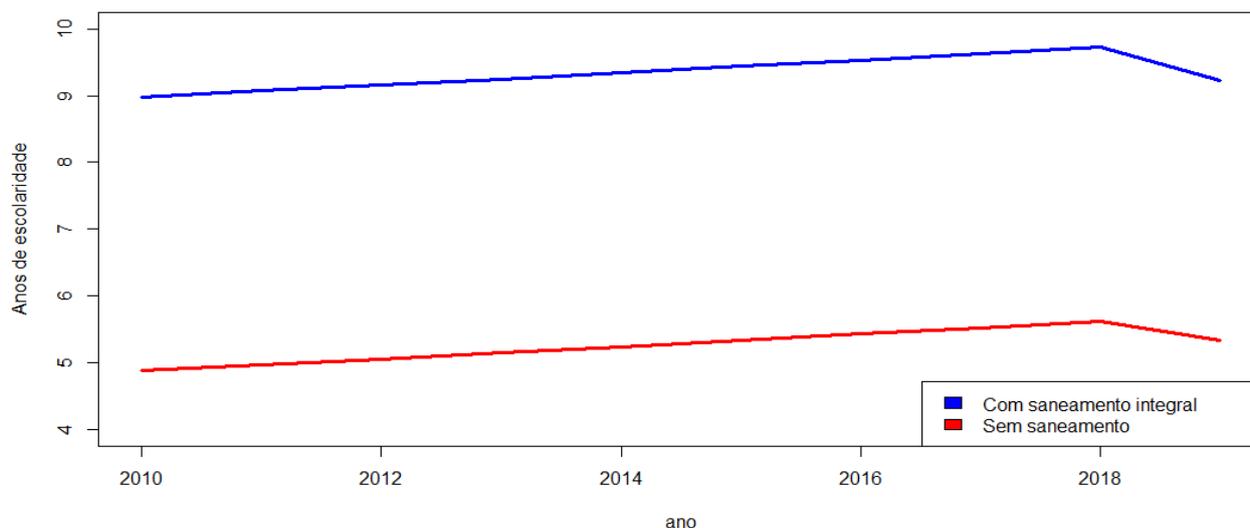
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

Uma pesquisa realizada por Mudavanhu (2014) que está relacionada com os serviços de saneamento voltados para o manejo de águas pluviais, realizado num distrito localizado no Zimbábue, indicou que as inundações causam a perda de horas de aprendizagem, perda de pessoal qualificado, surto de doenças transmitidas pela água e baixa cobertura da grade curricular o que leva a um desempenho acadêmico ruim das crianças.

Para Scriptori et al., (2015) ocorre efeito positivo e significativo de saneamento sobre indicadores educacionais, ao se controlar pela endogeneidade detectada entre suas variáveis e por diversos outros fatores que afetam os indicadores educacionais. Um aumento marginal, em termos percentuais, da parcela da população que reside em domicílios providos de banheiro e água encanada resulta em: aumento de 0,11 pontos percentuais na taxa de frequência escolar da população de 6 a 14 anos; redução de 0,49 pontos percentuais na taxa de abandono escolar do ensino fundamental; redução de 0,96 pontos percentuais na taxa de distorção idade-série.

Na Figura 8 tem-se a evolução, entre 2010 e 2019 obtidos do Painel ITB (2021), dos indicadores relacionados aos anos de escolaridade segundo as condições de saneamento da população.

Figura 8 – Anos de escolaridade das pessoas que vivem com e sem saneamento (2010 a 2019).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021).

É possível observar na Figura 8 que as pessoas que residem em domicílios com acesso integral ao saneamento possuem anos de escolaridade superiores aos dos indivíduos que não tem estes serviços de forma conjunta, demonstrando mais uma vez os desafios que são impostos aos indivíduos quando se trata de acessar os direitos básicos quando se vive em condições precárias de obtenção de água e de coletas de esgoto e/ou resíduos sólidos.

4. Considerações Finais

Os resultados apresentados contribuíram para reforçar a possibilidade de que a realização de investimentos em saneamento básico, adotando ainda as tecnologias mais adequadas para se obter melhores resultados pode auxiliar no alcance de outros ODS da Agenda 2030, além do que já está previsto nas metas do 6º Objetivo. As correlações e os coeficientes de determinação calculados sobre os indicadores do Painel Saneamento Brasil (ITB, 2021) relacionados a renda, saúde, mortalidade infantil e educação se mostraram fortes e capazes de explicar bem a sua variação conforme se varia as formas existentes de acesso ao saneamento para a população.

Em relação aos indicadores de renda e educação observou-se que a situação daqueles que residem em moradias com acesso ao saneamento integral permaneceram em condições melhores se comparados aos indivíduos com alguma restrição no acesso, considerando o período de 2010 a 2019.

Ressalta-se ainda a importância da participação pública e privada com a execução deste tipo de investimento, sem deixar de lado ainda o papel da sociedade civil tanto na cobrança de seus direitos básicos como nas práticas corretas quanto a destinação de seus resíduos sólidos e efluentes (domésticos e industriais). Ainda assim, considerando a aproximação do período estipulado pela Agenda 2030, é necessário que os esforços se multipliquem para que seus objetivos possam ser alcançados, levando em conta também todas as diferenças socioeconômicas, espaciais e culturais que possam vir a existir.

É preciso reforçar, por fim, que os dados do painel que foram coletados e usados neste estudo se referem ao Brasil como um todo. Em virtude disso, apresenta-se como sugestão a possibilidade de que sejam realizados também outras análises que atentem às informações que dizem respeito aos demais níveis territoriais podendo, por exemplo, observar o comportamento e tendências das variáveis em comparações entre diferentes regiões e/ou estados e/ou regiões metropolitanas tendo em vista os diferentes níveis de acesso aos serviços de saneamento que existe em cada um destes.

Referências

- Bidkhor, M., Yousefi, M., Rohani, H., Ebrahimi, H., & Mohammadi, A. A. (2018). The influence of the use of improved sanitation facilities and improved drinking-water sources on the diarrhea-associated deaths in children under 5 years. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25(5), 1234-1241.
- Carcará, M. D. S. M., Silva, E. A. D., & Moita, J. M. (2019). Saneamento básico como dignidade humana: entre o mínimo existencial e a reserva do possível. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(3), 493-500.
- Cavalcanti, A., Teixeira, A., & Pontes, K. (2019). Regression model to evaluate the impact of basic sanitation services in households and schools on child mortality in the municipalities of the state of Alagoas, Brazil. *Sustainability*, 11(15), 4150.
- Cruvinel, V. R. N., Zolnikov, T. R., Bashash, M., Marques, C. P., & Scott, J. A. (2019). Waterborne diseases in waste pickers of Estrutural, Brazil, the second largest open-air dumpsite in world. *Waste Management*, 99, 71-78.
- Deinne, C. E., & Ajayi, D. D. (2019). Dynamics of inequality, poverty and sustainable development of Delta State, Nigeria. *GeoJournal*, 86(1), 431-443.
- Huicho, L., Tavera, M., Huayanay-Espinoza, C. A., Béjar-Díaz, M., Rivera-Ch, M., Tam, Y., & Black, R. E. (2019). Drivers of the progress achieved by Peru in reducing childhood diarrhoea mortality: a country case study. *Journal of global health*, 9(2).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017). *Sistema IBGE de Recuperação Automática*. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015). *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2015.shtm.
- Instituto Trata Brasil – ITB (2019). *Institucional*. São Paulo-SP. <http://www.tratabrasil.org.br/institucional/quem-somos>.
- Instituto Trata Brasil – ITB (2021). *Painel Saneamento Brasil*. São Paulo-SP. 2021. <https://www.painelsaneamento.org.br/>.
- Koottatop, T., Chapagain, S. K., Polprasert, C., Panuvatvanich, A., & Ahn, K. H. (2018). Sanitation situations in selected Southeast Asian countries and application of innovative technologies. *Environment, development and sustainability*, 20(1), 495-506.
- Leoneti, A. B., Prado, E. L. D., & Oliveira, S. V. W. B. D. (2011). Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Revista de administração pública*, 45(2), 331-348.
- Martins, E. G. M. (2018). Coeficiente de determinação. *Revista Ciência Elementar*, 6(1), 24.
- Michel, M. H. (2005). Pesquisa e metodologia científica. *Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais*. Atlas, 31-74.
- Mudavanhu, C (2014). The impact of flood disasters on child education in Muzarabani District, Zimbabwe. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 6(1), 1-8.
- Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*, 24(3), 69-71.
- Organização das Nações Unidas – ONU (2015). *Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.
- Pickbourn, L., & Ndikumana, L. (2019). Does health aid reduce infant and child mortality from diarrhoea in Sub-Saharan Africa? *The Journal of Development Studies*, 55(10), 2212-2231.
- Sánchez, C. C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 35, 309-316.
- Sampaio, N. (2015). Aplicações da correlação e regressão linear. *Associação Educacional Dom Bosco*.
- Scriptore, J. S., & Carlos Roberto Azzoni Filho, N. A. M. (2015). *Saneamento básico e indicadores educacionais no Brasil* (No. 2015_28). University of São Paulo (FEA-USP), working paper, 28.
- Sindhura, M., Vallepalli, C., Madhavi, B. D., & Appalanaidu, S. (2018). An Assessment of Water, Sanitation and Hygiene Practices in an Urban Slum of Visakhapatnam, Andhra Pradesh. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(8).
- Teixeira, J. C., Oliveira, G. S. D., Viali, A. D. M., & Muniz, S. S. (2014). Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 19, 87-96.