



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro de Tecnologia e Ciências  
Faculdade de Engenharia

Fernando Augusto Braga Castro

**Avaliação das condições sanitárias e suas correlações com a sustentabilidade ambiental na Comunidade Rio das Pedras/RJ, terceiro maior aglomerado urbano subnormal do Brasil**

Rio de Janeiro

2023

Fernando Augusto Braga Castro

**Avaliação das condições sanitárias e suas correlações com a sustentabilidade ambiental na Comunidade Rio das Pedras/RJ, terceiro maior aglomerado urbano subnormal do Brasil**



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saúde Ambiental e do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. André Luís de Sá Salomão

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Alena Torres Netto

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

C355 Castro, Fernando Augusto Braga.  
Avaliação das condições sanitárias e suas correlações com a sustentabilidade ambiental na comunidade Rio das Pedras/RJ, terceiro maior aglomerado urbano subnormal do Brasil / Fernando Augusto Braga Castro. – 2023.  
112 f.

Orientador: André Luís de Sá Salomão.  
Coorientadora: Alena Torres Netto.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Saneamento - Teses. 3. Favelas - Teses. 4. Desenvolvimento sustentável - Teses. 5. Saúde ambiental - Teses. I. Salomão, André Luís de Sá. II. Torres Netto, Alena. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 628

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Fernando Augusto Braga Castro

**Avaliação das condições sanitárias e suas correlações com a sustentabilidade ambiental na Comunidade Rio das Pedras/RJ, terceiro maior aglomerado urbano subnormal do Brasil**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saúde Ambiental e do Trabalho.

Aprovado em 17 de julho de 2023.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. André Luís de Sá Salomão (Orientador)  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Alena Torres Netto (Coorientadora)  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Nathalia Salles Vernin Barbosa,  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Rachel Ann Hauser Davis  
Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente pela oportunidade de transformação na minha vida, por acreditar no ensino e educação como ferramenta de mudança e por ter tido coragem de fazer novas escolhas, de coração e mente abertos.

A meu núcleo familiar por toda inspiração, principalmente à oriunda de pai, madrinha e irmão, todos formados pela UERJ, fortalecendo meu espírito de interesse e fé, na valorização dos passos dados por eles e todos os demais do passado de nossa família até o presente momento.

À minha esposa Andréa Melo e nossa filha Maria Luiza, que foram a minha fonte de forças para retornar aos estudos acadêmicos, por toda paciência e compreensão do processo necessário para os estudos e transformações na rotina familiar.

Aos queridos professores, meu Orientador André Salomão por todo o interesse desde nosso primeiro contato, pela total empatia, por saber despertar nosso melhor e por toda motivação que ele promove individual e coletivamente. Quanto a minha Coorientadora Alena Netto, simplesmente obrigado por cruzar minha caminhada, por toda simpatia, disponibilidade, interesse e atenção. Agradeço por somarem tanto profissionalmente, quanto humanamente como professores e pessoas incríveis.

A todos da localidade que ajudaram na divulgação e incentivo a participação na pesquisa (questionário), como amigos, moradores, grupos e agentes sociais locais e ao canal do repórter comunitário Wernon Presley.

À UERJ, aos meus colegas de turma e aos meus professores do PEAMB, por toda vivência e trocas ao longo do mestrado.

Agradeço por ter tido a chance de me dedicar, dar pequenos e grandes passos, participar de eventos e vislumbrar novas ideias em meio a um momento de grande dificuldade para muitos, vividos ao longo da pandemia nos últimos dois anos, que mesmo sendo atribulados foram de grande valia para minha formação.

Muito obrigado.

Tudo é aliado do homem que sabe querer.

*Machado de Assis*

## RESUMO

CASTRO, Fernando Augusto Braga. **Avaliação das condições sanitárias e suas correlações com a sustentabilidade ambiental na Comunidade Rio das Pedras/RJ, terceiro maior aglomerado urbano subnormal do Brasil**. 2023. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

As pressões entre áreas favelizadas e o meio ambiente proporcionam múltiplos questionamentos às grandes cidades brasileiras, como o Rio de Janeiro, tornando algumas problemáticas mais evidentes, principalmente na relação da população vivente com as águas superficiais, enfatizada no contexto dos assentamentos subnormais em situação de vulnerabilidade ambiental (ASSVA) e os avanços da degradação ambiental local. Sejam estas pressões oriundas do crescimento urbano desordenado, escassez de saneamento e de planejamento urbano adequado, ou dos efeitos de desastres correlatos a eventos climáticos. Desta forma, ainda há diversas lacunas quanto às informações sanitárias, necessárias tanto para vinculação de indicadores, como para melhoria de análises ambientais mais realistas, em áreas popularmente chamadas de favelas. Portanto, é urgente analisar as condições sanitárias dos ASSVA, bem como a percepção da população local sobre sua condição de vida. Este estudo dividiu-se em duas etapas, tendo como objetivo em sua primeira etapa, avaliar por meio de formulário online e dados públicos, a percepção populacional quanto às condições sanitárias do terceiro maior aglomerado subnormal do Brasil, a comunidade Rio das Pedras, situada às margens do complexo lagunar de Jacarepaguá (Rio de Janeiro-RJ). Escolhida por possuir características típicas das favelas brasileiras, como: ser plana, com alta densidade populacional e localizada às margens de um corpo d'água. As análises revelaram que dos 279 pesquisados: 99 % têm acesso a um banheiro adequado; porém 35 % admitem lançar seu efluente doméstico (esgoto) diretamente no rio (ou lagoa); 83 % dos participantes descartam inadequadamente os resíduos sólidos urbanos (RSU); 22 % confirmam ter adoecido devido ao contato direto com águas inapropriadas, após enchentes ou inundações. Inserindo a problemática local ao contexto global dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), para segunda etapa foi adotada uma abordagem internacional, com o objetivo de analisar como as regiões favelizadas interagem com o ODS-6 (água e saneamento), baseada na interpretação de uma Rede Bayesiana de possíveis interligações entre diferentes metas dos ODS, expondo as correlações que permeiam pontos entre o saneamento e populações em favelas, demonstrando como esta visão pode auxiliar na compreensão e mitigação de vulnerabilidades, principalmente as relativas à insegurança de água, saneamento e higiene (“WASH”). Tais abordagens alternativas de análises de dados são práticas incentivadas pela literatura e marcos internacionais, seja em escala local, nacional ou até mesmo global. Por tanto devem ser vislumbradas pelos gestores públicos para maiores avanços nas agendas de sustentabilidade, colaborando para mitigação de riscos à saúde ambiental.

Palavras-chave: Saneamento; Aglomerações Subnormais; ODS 6; Vulnerabilidades; Saúde Ambiental; Percepção Populacional.

## ABSTRACT

CASTRO, Fernando Augusto Braga. **Evaluation of sanitary conditions and their correlations with environmental sustainability in the Rio das Pedras/RJ community, the third largest informal settlement in Brazil.** 2023. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The pressures between slum areas and the environment raises multiple questions for large Brazilian cities, such as the municipality of Rio de Janeiro, making some issues more evident, especially in the relationship between the living population and surface water, emphasized in the context of the subnormal settlements in a situation of environmental vulnerability (ASSVA) and advances in local environmental degradation. Whether these pressures come from disorderly urban growth, lack of sanitation and adequate urban planning, or the effects of disasters related to climate events. Thus, there are still several gaps in terms of health information, necessary both for linking indicators and for improving more realistic environmental analyzes in areas popularly called slums. Therefore, it is urgent to analyze the health conditions of the ASSVA, as well as the perception of the local population about their living conditions. This study was divided into two fundamental stages, with the objective of the first stage, to evaluate, through an online form and public data, the population's perception of the sanitary conditions of the third largest slum in Brazil, the Rio das Pedras community, located on the shores of the Jacarepaguá lagoon complex (Rio de Janeiro-RJ). Chosen for having typical characteristics of Brazilian slums, such as: being flat, with a high population density and located on the banks of a body of water. The analyzes revealed that of the 279 respondents: 99 % have access to an adequate bathroom; however 35 % admit to releasing their domestic effluent (sewage) directly into the river (or lagoon); 83 % of participants improperly dispose of solid urban waste (SUW); 22 % confirm having fallen ill due to direct contact with inappropriate water, after flooding events. Inserting the local problem into the global context of the Sustainable Development Goals (SDG), for the second stage an international approach was adopted, with the objective of analyzing how slum regions interact with SDG-6 (water and sanitation), based on the interpretation of a Bayesian Network of possible interconnections between different SDG targets, exposing the correlations that permeate the points between sanitation and populations in slums, demonstrating how this vision can assist in understanding and mitigating vulnerabilities, especially those related to the insecurity of water, sanitation and hygiene (WASH). Alternative approaches to data analysis are practices encouraged by the literature and international frameworks, whether on a local, national or even global scale. So, they should be envisaged by public managers for further advances in sustainability agendas, collaborating to mitigate risks to environmental health.

Keywords: Sanitation; Slums; SDG 6; Vulnerabilities; Environmental Health; Population Perception.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da população mundial (%) em aglomerados urbanos subnormais ao redor do mundo no ano de 2018 .....	23
Figura 2 - Distribuição da população sul-americana (%) em aglomerados urbanos subnormais no ano de 2018 .....	23
Figura 3 - Domicílios em aglomerados subnormais, em números absolutos, no município do Rio de Janeiro e adjacências em 2020 .....	27
Figura 4 - Complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca no município do Rio de Janeiro/RJ, 2022.....	29
Figura 5 - Ponto de ligação das lagoas Jacarepaguá, Camorim e Tijuca no município do Rio de Janeiro/RJ - 2022.....	31
Figura 6 - Lagoa da Tijuca e Rio das Pedras no município do Rio de Janeiro / RJ, 2022 .....	32
Figura 7 - Logomarca de identificação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em suas versões simplificadas .....	41
Figura 8 - O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 – Água e Saneamento como ponto central na relação integrada com os demais objetivos .....	42
Figura 9 - Quadro exemplificando quatro objetivos de desenvolvimento sustentável com suas instituições responsáveis pela gestão e cumprimento das metas no Brasil .....	43
Figura 10 - Exemplo de mapeamento das vulnerabilidades em aglomerados urbanos que afetam as ações do Marco de Sendai para redução de riscos de desastres.....	48
Figura 11 - Exemplos de leitura das Redes Bayesianas .....	49
Figura 12 - Interpretação das interligações na relação hierárquica entre os nós e ordem de importância dada pelo grafo acíclico direcionador .....	50
Figura 13 - Exemplo de Rede Bayesiana complexa a ser dividida por período climático de interesse (chuvoso e seco).....	52
Figura 14 - Aglomeração Rio das Pedras as margens do rio das Pedras e sua ligação com a lagoa da Tijuca .....	53
Figura 15 - Bacia de drenagem do rio das Pedras .....	54

Figura 16 - Contexto urbano/topográfico da Aglomeração Rio das Pedras, com maciço da Tijuca a montante e lagoa da Tijuca a jusante .....	54
Figura 17 - Condição ambiental de trecho do rio na região central da comunidade (A); Acúmulo dos resíduos sólidos urbanos (B) na comunidade Rio das Pedras .....	55
Figura 18 - Condição dos resíduos ao longo da comunidade: Trator movendo os resíduos sólidos urbanos da rua para a calçada (A); Disposição de resíduos sólidos urbanos e contato da população sem qualquer controle (B).....	56
Figura 19 - Rede Bayesiana das correlações do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - 6 com os demais objetivos de sustentabilidade, destacando os pontos chaves a serem explorados.....	60
Figura 20 - Decomposição da Rede Bayesiana referencial em duas trilhas de intercorrelações destacadas na relação de metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - 6 com a meta sobre população favelizada do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - 11 .....	61
Figura 21 - Percepção da população respondente sobre a porcentagem de efluentes brutos com potencial total de atingir aos corpos hídricos (rio e lagoa) diretamente ligados a comunidade Rio das Pedras - RJ.....	75
Figura 22 - Primeira Trilha (T1) extraída da rede bayesiana das correlações dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, com base na percepção do saneamento ambiental da comunidade Rio das Pedras-RJ, guiada pela relação investimentos em água e saneamento e a população em aglomerados urbanos subnormais .....	78
Figura 23 - Segunda trilha (T2) extraída da rede bayesiana das correlações dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, com base na percepção do saneamento ambiental da comunidade Rio das Pedras-RJ, guiada pela relação dos mínimos serviços de saneamento básico e a população em aglomerados urbanos subnormais.....	80
Figura 24 - Pacote de vulnerabilidades percebidas e elencadas sob a visão das cinco dimensões da resiliência.....	85
Figura 25 - Mapa esquemático de ações do Grupo I do Marco de Sendai colocadas em risco devido ao pacote de vulnerabilidades encontradas pela pesquisa na comunidade Rio das Pedras – RJ .....	86

Figura 26 - Relação de interdependência das ações sugeridas pelo Marco de Sendai com os ODS para avanço da resiliência urbana na comunidade Rio das Pedras - RJ.....	86
--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Condição de ocupação principal dos respondentes ao questionário, entre maio de 2020 a julho de 2021, na comunidade Rio das Pedras - RJ.....	64
Gráfico 2 - Dados socioeconômicos de renda familiar mensal (A) e nível de educação formal (B) dos respondentes ao questionário na comunidade Rio das Pedras - RJ.....	65
Gráfico 3 - Caracterização das habitações pelo número de indivíduos residentes em cada domicílio (A) e o tempo de residência ou atuação dos pesquisados (B) na comunidade Rio das Pedras - RJ.....	66
Gráfico 4 - Correlação entre nível de escolaridade e tempo de moradia ou atuação dos respondentes ao questionário na Comunidade Rio das Pedras - RJ.....	67
Gráfico 5 – Quantitativo de domicílios em aglomerados subnormais por características locais na Cidade do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro e no Brasil do ano de referência 2010.....	68
Gráfico 6 - Quantitativo de domicílios em aglomerados subnormais por características topográficas: na Cidade do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro e no Brasil do ano de referência 2010.....	68
Gráfico 7 - Destino principal do efluente doméstico (A); Frequência de contato com águas inapropriadas durante ou após chuvas (B); relatados pelos respondentes da comunidade Rio das Pedras – RJ.....	70
Gráfico 8 - Preocupação da população local quanto a prestação dos principais serviços de saneamento básico na comunidade de Rio das Pedras - RJ.....	72
Gráfico 9 - Forma de descarte de resíduos (A) e destinação dos fármacos residuais ou fora da validade (B) na comunidade de Rio das Pedras - RJ.....	73
Gráfico 10 - Conhecimento sobre a origem da água usada para abastecimento domiciliar (A); Tratamento mínimo aplicado a água para consumo alimentar (B) na comunidade de Rio das Pedras - RJ.....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recorte dos países com percentual de população urbana favelizada, similares ao Brasil em 2018 .....	24
Tabela 2 - Número de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais e a área, por características de localização predominantes, segundo as grandes regiões, as unidades da federação e os municípios em 2010.....	26
Tabela 3 - Número de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais e a área, por características topográficas predominantes do sítio urbano, segundo as grandes regiões, as Unidades da Federação e os municípios em 2010.....	26
Tabela 4 - Quantitativo de aglomerados subnormais no Brasil em 2010 e 2019 .....	33
Tabela 5 – Número absolutos de domicílios em aglomerados subnormais por Estados do Brasil no ano base de 2019.....	34
Tabela 6 - Ranking dos cinco municípios com maior número total de domicílios em aglomerações subnormais no Brasil no ano base de 2019.....	34
Tabela 7 - Os dez maiores aglomerados urbanos subnormais do Brasil no ano base de 2019.....	35
Tabela 8 - Domicílios, pessoas e aglomerados subnormais do município do Rio de Janeiro/RJ no ano base 2020.....	36
Tabela 9 – Grupos dos respondentes ao questionário divididos com base na principal relação com a comunidade de Rio das Pedras - RJ. ....	64
Tabela 10 - Percentual da população adoecido após contato com águas impróprias durante ou após eventos chuvosos na comunidade de Rio das Pedras - RJ.....	70
Tabela 11 - Percentual da população (%) que acredita colaborar com a poluição dos corpos hídricos diretamente ligados a comunidade Rio das Pedras - RJ .....	75
Tabela 12 - Comparação internacional de “WASH” seguro .....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP4	Área de Planejamento 4
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AUS	Aglomerados Urbanos Subnormais
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
GAD	Grafo Acíclico Direcionado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPP	Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos do Rio de Janeiro
ITB	Instituto Trata Brasil
MSRRD	Marco de Sendai para Redução de Risco de Desastres
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis
ONU	Organização das Nações Unidas
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
RB	Redes Bayesianas
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEGOV-PR	Secretaria de Governo da Presidência da República
UN-WATER	Divisão de Água da Organização das Nações Unidas
WASH	Water, Sanitation and Hygiene (Água, Saneamento e Higiene)

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	18
1.1. <b>Objetivo Geral</b> .....	18
1.2. <b>Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
2.1. <b>Sustentabilidade no Mundo das Aglomerações</b> .....	19
2.2. <b>Escassez de Saneamento e os Aglomerados Urb. Subnormais</b> .....	21
2.2.1. <u>Perfil dos Aglomerados Urbanos Subnormais no Brasil</u> .....	25
2.2.2. <u>Crescimento Urbano na Região de Jacarepaguá e Barra da Tijuca</u> .....	26
2.2.3. <u>Complexo Lagunar de Jacarepaguá e Barra da Tijuca</u> .....	29
2.2.4. <u>Dados Atualizados Sobre Aglomerados Subnormais Nacionais</u> .....	33
2.2.5. <u>Estimativa Populacional da Comunidade Rio das Pedras</u> .....	35
2.2.6. <u>Pressões das Inundações Urbanas</u> .....	37
2.3. <b>Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)</b> .....	39
2.3.1. <u>O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 no Brasil</u> .....	42
2.3.2. <u>Marco de Sendai para Redução de Risco de Desastres</u> .....	45
2.3.3. <u>Vulnerabilidade e Risco no Contexto da Resiliência Urbana</u> .....	47
2.4. <b>Redes Bayesianas para Análises Causais</b> .....	48
2.4.1. <u>A Importância das Redes Bayesianas para Análises Ambientais</u> .....	50
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	53
3.1. <b>Área de Estudo</b> .....	53
3.1.1. <u>Localização da Comunidade Rio das Pedras</u> .....	53
3.1.2. <u>Recorte da Problemática Sanitária Local</u> .....	55
3.2. <b>Questionário – Formulário “Online”</b> .....	56
3.2.1. <u>Formulação de Questionário</u> .....	56
3.2.2. <u>Cálculo da Amostra Mínima</u> .....	57
3.3. <b>Rede Bayesiana do ODS 6 a Abordagem Guiada por Correlações</b> .....	59
3.4. <b>Análise de Dados para Atributos de Acesso a “WASH”</b> .....	62
3.5. <b>Mapeamento das Vulnerabilidades Pelas Dimensões da Resiliência</b> .....	62
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	63
4.1. <b>Resultado dos Dados Primários da Comunidade</b> .....	63

4.1.1. <u>Dados Socioeconômicos</u> .....	63
4.1.2. <u>Dados de Saúde Ambiental</u> .....	67
4.1.3. <u>Dados Sobre Saneamento</u> .....	71
4.2. <b>Discussão Baseada na Interação dos ODS</b> .....	77
4.2.1. <u>Principais Correlações Aplicáveis à Realidade Local</u> .....	78
4.2.2. <u>Pontos Críticos das Intercorrelações Avaliadas</u> .....	83
4.3. <b>Discussão das Vulnerabilidades</b> .....	84
4.3.1. <u>Pacote de Vulnerabilidades Elencadas</u> .....	84
<b>CONCLUSÕES</b> .....	88
<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	90
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91
<b>APÊNCIDE 1</b> – Questionário a Comunidade Rio das Pedras.....	102
<b>ANEXO 1</b> – Censo Demográfico 2010 – Resultados do Universo Aglomerados Subnormais (Tabelas 2 e 3 partes).....	109
<b>ANEXO 2</b> – Ações Prioritárias do Marco de Sendai.....	110

## INTRODUÇÃO

O Brasil, como os demais países da América Latina, apresentou um intenso processo de urbanização ao longo das últimas décadas, período onde houve um forte crescimento da população urbana brasileira, que permitiu o surgimento das regiões metropolitanas e acelerou o crescimento irregular de aglomerações subnormais, as chamadas favelas (MARICATO, 2000; TOLEDO, 2018; MACHADO; RIBEIRO, 2019).

Este processo de rápida urbanização teve grande impulso após os anos de mil novecentos e sessenta, agravando as condições de muitas populações urbanas já carentes de infraestrutura sanitária adequada, onde, aliados aos baixos investimentos neste setor, refletiram em uma lacuna sobre todo o sistema urbano, especialmente sobre a proteção dos recursos hídricos, com reflexos no abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem pluvial e coleta resíduos sólidos urbanos (TUCCI, 1999, 2003).

Segundo dados do Instituto Trata Brasil – ITB, no ano de 2020, 47 % da população brasileira ainda persistia desassistida do serviço de coleta e tratamento de esgoto. Na cidade do Rio de Janeiro, essa parcela é um pouco menor, onde cerca de 15 % da população ainda não estava ligada a uma rede de coleta de esgoto, porém essa porcentagem vem crescendo, cenário que representa um problema grave e crônico de saúde ambiental em todo Brasil (ITB, 2020).

Na maioria dos aglomerados subnormais do município do Rio de Janeiro, o acesso aos serviços de infraestrutura sanitária é bastante desigual se comparado aos bairros regulares. Uma combinação de fatores geológicos, geomorfológicos, bióticos e climáticos, somados à infraestrutura inadequada, dificuldades no escoamento de águas pluviais, despejo de efluente doméstico não tratado e acúmulo de resíduos sólidos as margens de rios, também colaboram para um aumento da exposição aos riscos ambientais, tanto da população quanto dos ecossistemas associados (GARCIA et al., 2016).

Muitas dessas comunidades, como o aglomerado subnormal Rio das Pedras, situada na região metropolitana do município do Rio de Janeiro, tornaram-se geradores de possíveis danos ambientais de diferentes magnitudes, mas ainda pouco avaliados, seja do ponto de vista acadêmico e científico, ou, por meio do entendimento daqueles que ocupam e vivem na região (SILVA, 2006; SANTOS, 2014; MACHADO; RIBEIRO, 2019).

Casos noticiados e estudos recentes sobre o sistema lagunar de Jacarepaguá, região de vizinhança direta da comunidade em estudo (NETTO et al., 2015; PELLEGRINI, 2016; SOUZA; AZEVEDO, 2020), alertam para avanços da degradação ambiental, tendo como fortes indícios, a deficiência no saneamento básico e um descompromisso com as medidas de proteção ambiental. Desta forma, faz-se necessário o aprofundamento de análises mais bem elaboradas ao perfil das popularmente chamadas “favelas” num contexto atual, que sirvam como parâmetro para as agendas de planejamento ambiental e de sustentabilidade.

Além disso, este aumento da população urbana desordenada, faz crescer a preocupação sobre um potencial multiplicador ou amplificador de caminhos por onde variados poluentes e contaminantes possam vir a atingir o meio ambiente diretamente, principalmente por meio do descarte incorreto de resíduos (QUADRA et al., 2019).

Este processo vem tornando poluentes como metais, fármacos e outros cada vez mais presentes e detectados de forma concentrada, nas análises de riscos ambientais, demonstrando que o meio ambiente pode estar sendo prejudicado, por uma sinergia de fatores e maneiras ainda não amplamente conhecida (STARLING; AMORIM; LEÃO, 2019).

A análise de dados e informações sobre saneamento básico, onde a população vivente ainda carece de melhorias, é uma temática recorrente e de vital importância para a cidade do Rio de Janeiro e para o Brasil (DATA-RIO, 2020; IBGE, 2020; ITB, 2020).

Esse tema ganha ainda mais destaque ao cruzarmos o perfil de características de ocupações subnormais, que estão em grande maioria nas aglomerações urbanas ao viés ambiental do país de proximidade urbana a corpos hídricos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2011), trazendo à tona uma leitura mais clara e ampla da correlação direta e indireta entre: saneamento básico, aglomerações subnormais e corpos hídricos superficiais (rios e lagoas), norteando a metodologia adotada neste estudo.

Propor aos gestores públicos melhores maneiras de obter dados, analisar informações e caracterizações sobre as condições ambientais de localidades potencialmente vulneráveis, através de uma correlação mais direta entre a percepção da população sobre seus problemas sanitários, os impactos à saúde humana e os danos ao meio ambiente, são uma forma de contribuir com avanços ao desenvolvimento sustentável (ALMEIDA; HAYASHI, 2020).

Tão ação também é capaz de auxiliar objetivamente no melhor apontamento de pontos focais para redução de riscos e mitigação de danos à saúde ambiental, coerentes às novas regulações sanitárias do país e aos marcos regulatórios internacionais como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS).

Devido a multidisciplinaridade deste estudo, o mesmo foi organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo foram abordados, o tema geral, a importância de uma visão escalar, o problema e os objetivos do estudo.

No segundo capítulo, foi apresentado o referencial bibliográfico, onde foram expostos, a problemática, a abordagem, um recorte nacional do tema aglomerados subnormais, a relevância da localidade e pressões ambientais destacadas. Neste mesmo capítulo, também foram apresentados os marcos internacionais diretamente relacionados ao estudo, assim como foi apresentada a ferramenta Redes Bayesianas (RB) e introduzida a potencialidade de sua utilização em estudos ambientais.

No terceiro capítulo, foram descritas as metodologias utilizadas no estudo, iniciada pela área de estudo, seguida pelo desenvolvimento de questionário e cálculo de amostra mínima. Posteriormente neste mesmo capítulo, foi apresentada a metodologia de análise com base nas correlações da RB do ODS-6 (água e saneamento) e como podem ser vinculados os riscos e vulnerabilidades percebidas, por meio do método de mapeamento das dimensões da resiliência.

No quarto capítulo, foram dispostos os resultados da compilação de dados levantados e do questionário, das análises das correlações destacadas e das principais vulnerabilidades.

No último capítulo, foram expostas as conclusões e recomendações.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo Geral**

Avaliar as condições de saneamento básico da comunidade Rio das Pedras e quais os possíveis impactos relacionados à saúde ambiental da população e do sistema lagunar de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, tendo ainda como foco a contextualização dos ODS para a caracterização da dinâmica da correlação entre a comunidade, o rio que percorre a comunidade e a chegada a lagoa da Tijuca no complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- a) Realizar um diagnóstico atual da dinâmica populacional quanto as condições sanitárias específicas do aglomerado subnormal Rio das Pedras;
- b) Analisar qual a percepção da população local quanto ao saneamento básico e suas interações com os corpos hídricos locais (rio das Pedras e lagoa da Tijuca);
- c) Contextualizar os ODS ao estudo, com enfoque no ODS-6 (água e saneamento) num contexto de corpos hídricos, escassez de infraestrutura sanitária (saneamento) e melhorias na qualidade de vida em aglomerações urbanas (desenvolvimento sustentável);
- d) Identificar as principais vulnerabilidades da comunidade destacadas pela contextualização dos ODS;
- e) Identificar como estes pontos destacados da comunidade se relacionam localmente com os marcos internacionais (ODS e Marco de Sendai).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sustentabilidade no mundo das aglomerações

No contexto atual de mudanças climáticas, alto crescimento populacional em diversas regiões do mundo, desenvolvimento econômico rápido e de maneira pouco sustentável, estão inseridas múltiplas pressões relativas aos assentamentos urbanos e o meio ambiente, em especial aos corpos hídricos. Uma preocupação mundial sobre o efetivo dessas pressões sobre a água e o saneamento, para milhões de pessoas, acrescentou mais um desafio ao desenvolvimento sustentável das nações (UNESCO; UN-WATER, 2020a).

A saúde humana, os assentamentos urbanos e os ecossistemas naturais são exemplos claros de dependência da água, logo vulneráveis a impactos a ela relacionados. Portanto, o avanço de estudos, análises, interações setoriais e a participação populacional para criação de medidas de mitigação e adaptação voltadas a proteção dos corpos hídricos são cruciais para o desenvolvimento sustentável (DICKIN et al., 2020).

A Organização das Nações Unidas (ONU) aponta a necessidade de maior integração das nações aos marcos políticos internacionais, visando o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a Agenda 2030, um maior compromisso ao Acordo de Paris e avanços mais significativos nas ações de redução de riscos de desastres, como sugerido pelo Acordo de Sendai. Nessa discussão foi destacado o papel dos países localizados nas regiões dos trópicos, como o Brasil, pois, além da dificuldade econômica e financeira de algumas nações, as mudanças climáticas podem causar um atraso ainda maior na formação de resiliência das cidades, com destaque para aquelas situadas em bacias hidrográficas já bastante pressionadas (UNESCO; UN-WATER, 2020b).

A expansão urbana, o rápido desenvolvimento econômico e a desigualdade social são os principais fatores de aumento das pressões sobre os recursos hídricos na região da América Latina e Caribe. Estima-se que três quartos da população urbana mundial vivam nas regiões menos desenvolvidas do globo e apenas um quarto esteja nas zonas de maior desenvolvimento social e econômico do mundo. Ademais, essa desproporção tende a aumentar, uma vez que se espera um maior aumento

populacional para as regiões e países em crescente desenvolvimento (UNESCO; UN-WATER, 2020b), como é o caso do Brasil.

Nas grandes cidades desses países em desenvolvimento, geralmente, a maioria dos assentamentos urbanos, seja regular ou irregular, estão justamente onde os impactos relacionados aos sistemas hídricos podem ser mais intensamente percebidos, por meio de eventos extremos como aumento de temperatura, redução ou incremento de precipitação, inundações e secas, que por sua vez trazem uma dificuldade extra ao planejamento urbano e a provisão de infraestrutura adequada (UNESCO; UN-WATER, 2020a), como as de saneamento básico.

O estresse hídrico já vivenciado em muitas cidades, associado à infraestrutura de água e de saneamento ineficientes, permite a contaminação de água para suprimento humano, a chegada de efluentes não tratados aos compartimentos ambientais, além de uma maior ocorrência de doenças de veiculação hídrica, observadas muitas vezes após eventos de inundação junto a populações em situação mais vulnerável (OKAKA; ODHIAMBO, 2018).

Os impactos causados por comunidades urbanas sem infraestruturas sanitárias adequadas sobre os ecossistemas locais também precisam ser cuidadosamente analisados, tanto em compartimentos ambientais próximos, quanto distantes para uma melhor caracterização e entendimento da dinâmica de impactos diretos e indiretos a serem considerados, para criação de estratégias de mitigação mais sustentáveis (CHEN; LI; HUA, 2019; NAGABHATLA et al., 2019).

Desta maneira, se faz necessário entendermos de forma diversificada as questões ligadas aos impactos à saúde humana e aos corpos hídricos, levando em consideração uma escala de visão mais localizada, porém coerente a um contexto mais amplo, seja de escala nacional, regionalista ou global, contando com a participação e a percepção da população na caracterização contextual do ambiente e nas interações, desafios e objetivos a serem vencidos para um avanço realmente sustentável da saúde ambiental.

Antes de dar início aos próximos tópicos se faz necessário pontuar sobre a utilização das nomenclaturas: aglomerados urbanos subnormais e favelas, além dos termos correlatos como regiões e áreas favelizadas. Muitos dos documentos de instituições e órgãos internacionais consultados comumente utilizam o termo “favela” ou “favelas” em tradução direta do termo em inglês *slum ou slums*, inclusive nos títulos de documentos oficiais (PSUP-UN, 2016; BRUECKNER; MATION; NADALIN, 2019;

OMOBOYE; ADEWALE FESTUS, 2020). Desta forma, sempre que encontrado no corpo do texto se referirá ao contexto mais amplo e global do termo.

Já o termo “aglomerado subnormal” está presente nos documentos oficiais brasileiros e textos acadêmicos de origem nacional (IBGE, 2011, 2019; TOLEDO et al., 2020), sendo essa a forma a ser adotada, preferencial, ao longo do texto para referenciar os espaços em questão, porém não de forma exclusiva, uma vez que o texto traz uma abordagem em variadas escalas de visão, variando do local ao global.

## **2.2 Escassez de saneamento e os aglomerados urbanos subnormais**

A escassez de saneamento é um grande problema para o mundo cada vez mais urbanizado. Existe uma grande tendência de crescimento para as cidades até 2030, tendo as regiões metropolitanas como principal contribuinte desse volume, o que vem resultando em aumento das populações em áreas favelizadas, sendo este cenário um dos principais desafios a serem vencidos pelo ODS-11 que diz respeito as cidades e comunidades sustentáveis, com principal objetivo de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (UNSD, 2019a; ZHANG et al., 2019).

Após alguns anos de queda mundial no número de moradores em aglomerações urbanas subnormais, no período entre 2000 e 2014, passou-se a observar um novo crescimento após 2018, ultrapassando mais de 1 bilhão de viventes em aglomerações subnormais mundialmente (UNSD, 2019a). Apesar dos maiores percentuais deste número não estarem localizados na América Latina, ainda sim é recomendado pela ONU manter a atenção as questões habitacionais, sanitárias e ambientais, nos países de economia em desenvolvimento da região (UNESCO; UN-WATER, 2020a).

Um aspecto relevante da escassez de saneamento é a poluição das águas. A exemplo disso temos o fato de que a maior parte dos rios do continente africano, asiáticos e latino americanos estão mais poluídos em 2019 do que nas últimas duas décadas, principalmente os localizados em áreas de grande concentração urbana e regiões favelizadas (UNSD, 2019b).

A proporção global de pessoas com acesso seguro a serviços de saneamento aumentou de 28 % em 2000 para 45 % em 2017, mas, apesar deste avanço, mais de 670 milhões de indivíduos ainda careciam de instalações sanitárias mínimas capaz de

evitar a defecção a céu aberto (UNSD, 2019b, 2020). A busca pela universalização do saneamento básico é um dos grandes desafios propostos pela agenda global de sustentabilidade até 2030, com destaque para ações em aglomerações subnormais.

Os serviços de água, saneamento e higiene, comumente encontrados na literatura por meio de sua sigla em língua inglesa “*WASH – water, sanitation and hygiene*” tem importância além dos limites residenciais, pois também devem estar presentes nas áreas públicas que atendem ou norteiam essas regiões. Esta observação foi feita após indicadores do ODS-6 – Água potável e saneamento, com principal objetivo de garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos, constataram que, em 2016 um terço das escolas primárias no mundo careciam de algum destes serviços, afetando negativamente as comunidades e o grupo de indivíduos em idade escolar (UNSD, 2019b).

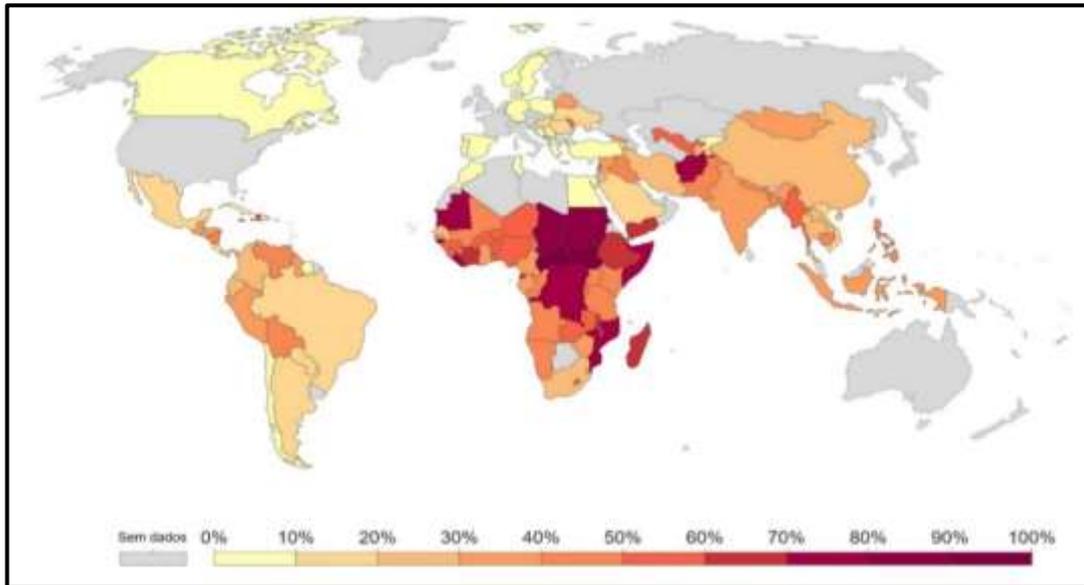
Outro dado importante mencionado no relatório anual dos ODS (2020), correlato ao atendimento de pessoas em situação de vulnerabilidade sanitária, destaca que cerca de 25 % dos estabelecimentos de saúde em todo mundo careciam do serviço básico de água potável, atingindo mais de 2 bilhões de pessoas e potencializando os riscos aos que buscam atendimento nessas unidades (UNDESA, 2020).

A distribuição da população favelizada é bastante variada ao longo do globo terrestre, como mostra o panorama geral do relatório de indicadores de desenvolvimento globais do Banco Mundial, publicado em 2022, referente ao ano de 2018 (Figura 1) (UN-HABITAT, 2022). Destacam-se regiões como a África e o Sudeste Asiático, com altos percentuais de pessoas em aglomerados urbanos subnormais (AUS) (BANCO MUNDIAL, 2022).

O cenário relatado para região da América do Sul (Figura 2) demonstrou piores condições em países como Bolívia, Peru e Venezuela, todos com mais de 30 % da população urbana vivendo em aglomerados subnormais, enquanto no Brasil cerca de 16 % da população estava nesta situação de moradia (BANCO MUNDIAL, 2022).

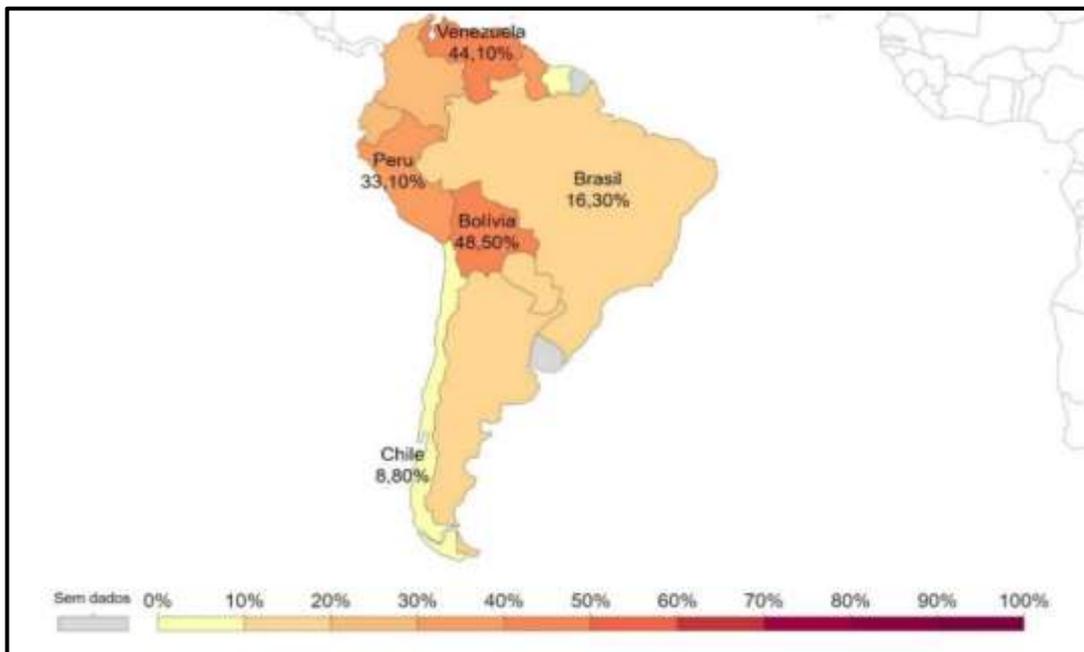
Diante deste panorama, a agenda do desenvolvimento sustentável recomenda a promoção de medidas pró sustentabilidade das cidades, como um meio de promover maior acesso ao investimento em melhoria de condições de vida das populações em áreas favelizadas, por ser esta uma ferramenta pertinente para o alcance dos ODS de forma global (CORBURN; SVERDLIK, 2017).

Figura 1 - Distribuição da população mundial (%) em aglomerados urbanos subnormais ao redor do mundo no ano de 2018



Fonte: Adaptado de Banco Mundial, 2022.

Figura 2 - Distribuição da população sul-americana (%) em aglomerados urbanos subnormais no ano de 2018



Fonte: Adaptado de Banco Mundial, 2022.

Uma vez que os aglomerados subnormais não são exclusividade dos países em desenvolvimento, sejam eles de baixa ou média renda, mas também estão presentes em países desenvolvidos ou de renda mais elevada, mesmo que em menor

proporção, passa-se a ter uma necessidade de perspectiva sobre os múltiplos dados inseridos nesta relação (PSUP-UN, 2016).

A Tabela 1 traz um recorte percentual de pessoas vivendo em aglomerações urbanas subnormais (AUS) em diferentes países distribuídos ao redor do globo terrestre, tendo como referencial países com proporções similares às encontradas no Brasil, em números totais percentuais (BANCO MUNDIAL, 2022).

Tabela 1 - Relação de países com percentual de população urbana favelizada, similares ao Brasil referentes ao ano base de 2018

País	% (2018)
Romênia	12,10
Hungria	13,60
Vietnã	13,80
Argentina	14,70
Rep. Dominicana	14,80
México	16,00
Arábia Saudita	16,20
Brasil	16,30
Paraguai	17,10
Ucrânia	19,00

Fonte: Adaptado de Banco Mundial, 2021.

Dando destaque ao contexto global dos aglomerados urbanos informais, o quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) foi considerado o primeiro relatório global que dedicou um capítulo inteiro para avaliar os impactos em áreas urbanas, principalmente por poder contar com muitas fontes de literatura relativas às cidades e mudanças climáticas (SATTERTHWAITE et al., 2020).

Por meio das fontes analisadas pelo painel, notou-se um crescimento mundial dos riscos, vulnerabilidades e múltiplos impactos urbanos atribuídos a mudanças climáticas em centros urbanos de variados tamanhos, condições econômicas e características locais. Além disso ter evidenciado como estes riscos globais em ascensão estão concentrados nas áreas urbanas.

O IPCC enfatizou a associação entre rápida urbanização e crescimento econômico acelerado de grandes cidades em países de baixo ou médio

desenvolvimento, que vem sendo acompanhada, também, por um rápido crescimento de populações em extrema vulnerabilidade urbana, vivendo em assentamentos informais (IPCC, 2014).

Este relatório também expôs que os riscos associados às mudanças climáticas são amplificados para aqueles que se encontram morando em assentamentos urbanos informais, pois em geral são áreas contaminadas, locais com escassez de serviços ou infraestrutura sanitária inadequada, ou que contenham dificuldades para prover alguma resiliência adaptativa (IPCC, 2014).

Resumidamente, como resultado dos riscos diretamente atribuídos às mudanças climáticas foram apontados: ampliação de ondas de calor, volatilidade climática extrema como inundações e secas e um aumento dos vetores transmissores de doenças como a dengue e malária (BAZAZ et al., 2018).

### 2.2.1 Perfil dos aglomerados urbanos subnormais no Brasil

Visando enfatizar que se trata de uma questão de preocupação ambiental dentro da escala urbana, faz-se necessária uma estratégia metodológica para apontamento de locais em situação de vulnerabilidade. Sendo assim, foram buscadas informações relativas à tipologia e caracterização dos aglomerados subnormais, dentro do último relatório censitário do IBGE disponível, referente ao ano de 2010 (IBGE, 2010).

Os dados levantados dos resultados do censo 2010 (IBGE, 2010) foram apresentados nas Tabelas 2 e 3, externando como ocorre a distribuição de domicílios (em números absolutos) nos aglomerados subnormais nacionais por determinados grupos de localização e topografia. Sendo um grupo de características ambientais e/ou da tipologia ecossistêmica predominante ao local e o outro grupo de características topográficas.

A descrição das características destes dois grupos (Tabela 2 e 3) foram apresentadas conforme tabulação do documento censitário originário (Anexo 1).

Tabela 2 - Número de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais e a área, por características de localização predominantes, segundo as grandes regiões, as unidades da federação e os municípios em 2010.

<b>Brasil</b>	<b>Número de domicílios em aglomerados subnormais por localização predominante</b>
Manguezal	22.099
Praia / Dunas	26.052
Sobre rios, córregos, lagos ou mar (palafitas)	38.094
Margem de córregos, rios, lagos ou lagoas	403.246

Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Tabela 3 - Número de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais e a área, por características topográficas predominantes do sítio urbano, segundo as grandes regiões, as Unidades da Federação e os municípios em 2010.

<b>Brasil</b>	<b>Número de domicílios em aglomerados subnormais por característica topográfica</b>
Aclive / declive acentuado	668.972
Aclive / declive moderado	862.990
Plano	1.692.567

Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Baseado nos dados extraídos do censo 2010 (IBGE, 2010), levantou-se que no Brasil são mais de quatrocentas mil moradias subnormais situadas às margens de rios, córregos ou lagoas, além de mais de um milhão e seiscentas mil moradias em condição subnormal em áreas planas (XIMENES; JAENISCH, 2019), configurando esse como o principal perfil de aglomerações urbanas subnormais a ser abordado no presente estudo.

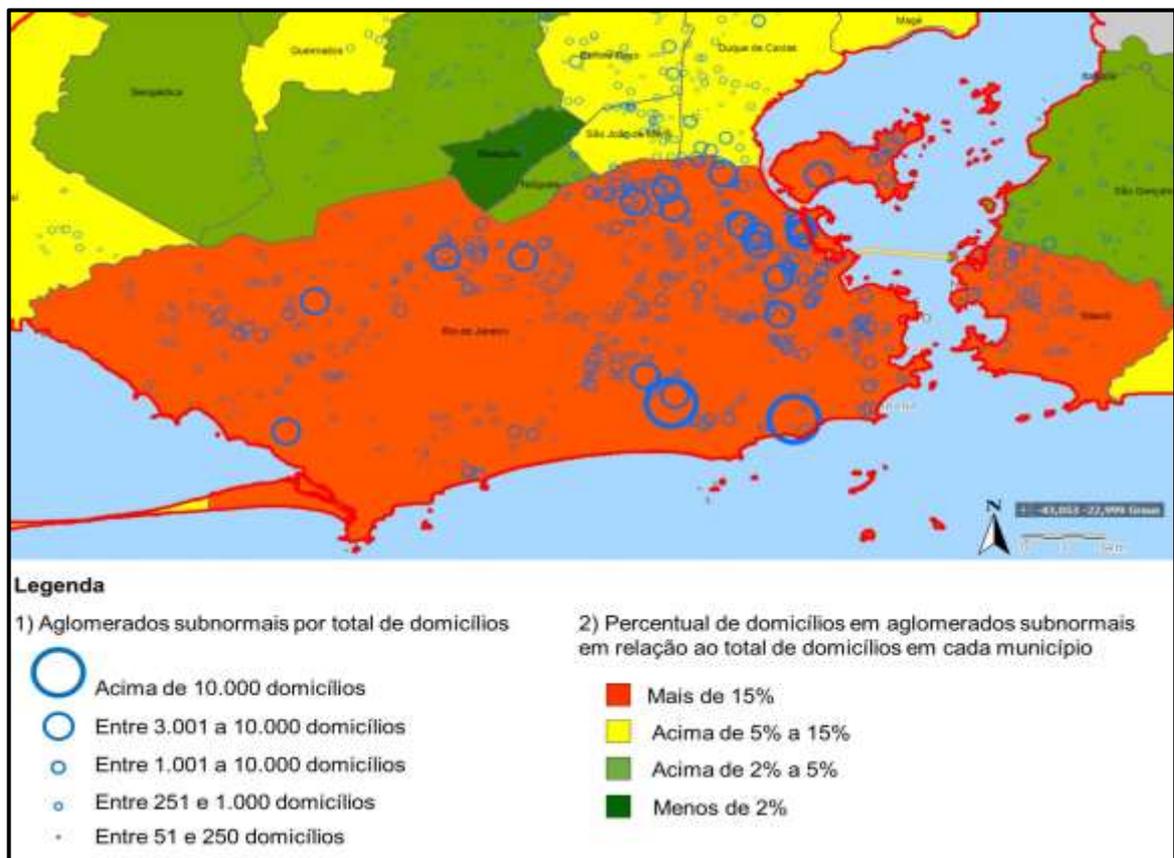
### 2.2.2 Crescimento urbano na região de Jacarepaguá e Barra da Tijuca

Na América Latina, a população urbana cresce a taxas de aproximadamente 3 % ao ano, onde muitas cidades já possuem mais de 10 milhões de habitantes. No

Brasil ao longo das últimas décadas, houve um crescimento significativo da população urbana, criando-se as regiões metropolitanas e acelerando o crescimento irregular de aglomerações subnormais (MARICATO, 2000; TOLEDO, 2018; MACHADO; RIBEIRO, 2019).

Segundo informações censitárias do IBGE (IBGE, 2011), de 2000 para 2010, a população do Rio de Janeiro cresceu cerca de 8 %, passando de 5,8 milhões para mais de 6,3 milhões de habitantes, porém o crescimento da população nas aglomerações subnormais avançou em 19 %, enquanto fora delas houve um crescimento de 5 %. A figura 3 traz um panorama em 2020 de moradias em AUS na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 3 – Domicílios em aglomerados subnormais, em números absolutos, no município do Rio de Janeiro e adjacências em 2020



Fonte: Adaptado de DGC-IBGE, 2020.

A região de Jacarepaguá-Barra foi uma das que mais cresceram nos últimos anos no município do Rio de Janeiro, segundo dados do IBGE e do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP), da Prefeitura do Rio de Janeiro (PELLEGRINI,

2016). Os bairros de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, pertencentes à Área de Planejamento 4 (AP4) do município do Rio de Janeiro, a qual teve um crescimento populacional em AUS de 53 % aproximadamente, num período de dez anos (2000 a 2010), contra um aumento da população na mesma AP4, mas fora de regiões favelizadas de aproximadamente 28 %, também sendo considerado um destaque muito alto para a média geral do município (5 %) (IBGE, 2011).

Nas últimas quatro décadas, a AP4 observou um exponencial aumento da ocupação de uso do solo e a consequente ampliação populacional residente sem que fosse implementada a infraestrutura urbana necessária em semelhante velocidade, comprometendo a preservação dos bens ambientais da região (CRUZ; CAMPOS; CAMPOS, 2017).

No período de 2000 a 2016, os investimentos em infraestrutura sanitária na AP4 tiveram maior concentração na região da Barra da Tijuca e bairros próximos como Freguesia e Recreio, em função dos jogos olímpicos e interesse imobiliário, não contemplando maiores investimentos na cobertura ou conexão de unidades nas áreas mais precárias em AUS (JUNIOR, 2017; TOLEDO et al., 2020).

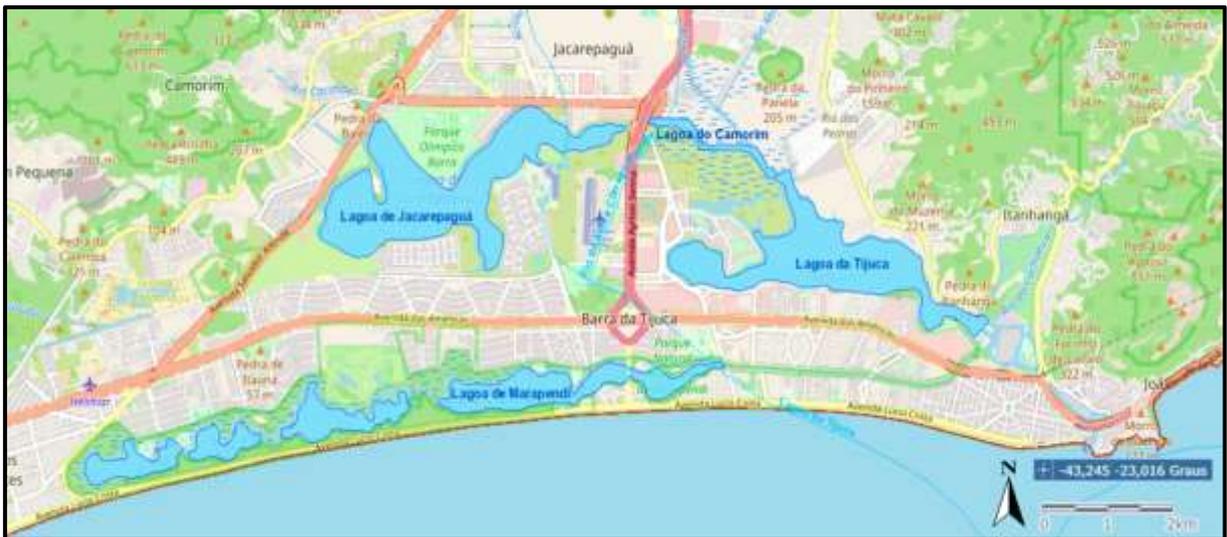
Diversos projetos para regiões mais vulneráveis do município, que detinham verbas destinadas ao esgotamento sanitário, não ultrapassaram os 40 % do total previsto no orçamento público anual a ser executado, nos últimos vinte quatro anos anteriores a 2020 (TOLEDO et al., 2020). Os investimentos mais recentes em infraestrutura nas proximidades da área de estudo, situada em ponto extremo do sistema e parcialmente conectada à rede de esgotamento sanitário via o bairro de Jacarepaguá, dizem respeito a instalação e/ou modernização de estações elevatórias de esgoto sanitário (CEDAE, 2016) .

Uma parte desse processo pode ser observada nos relatórios do Instituto Trata Brasil, no que diz respeito ao índice de parcela da população sem coleta de esgoto doméstico que, no município do Rio de Janeiro, correspondia a 14,9 % da população desassistida deste serviço e em todo território nacional este índice médio era de 46,9 % em 2019 (ITB, 2020). Tais informações nos levam a uma preocupação e atenção maior as questões ambientais destes locais de menor investimento nos serviços de saneamento, quanto ao destino e múltiplos impactos de uma gama de efluentes produzidos e não coletados, ou quando coletados não tratados em totalidade e/ou devidamente, lançados diariamente nos corpos hídricos urbanizados já assoreados e em processos avançados de eutrofização.

### 2.2.3 Complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca

O complexo lagunar de Jacarepaguá, situado na zona oeste do município do Rio de Janeiro é composto por quatro lagoas: Camorim, Jacarepaguá, Marapendi e Tijuca (Figura 4). Segundo o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a bacia de drenagem do sistema é estabelecida pelos Maciços da Pedra Branca e da Tijuca, possuindo cerca de 280 km<sup>2</sup> de área. A bacia hidrográfica do complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá é composta por diversos rios que descem dessas montanhas e deságuam em suas quatro lagoas, que por sua vez se ligam ao oceano através de um único ponto, o Canal da Barra da Tijuca (ou Canal da Joatinga), permitindo a troca de água com o mar (INEA, 2014).

Figura 4 - Complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca no município do Rio de Janeiro/RJ, 2022



Fonte: Adaptado de HIDROWEB-ANA, 2022 (Acesso em 21/08/22).

As águas da bacia fluem essencialmente dos rios para as lagoas e conseqüentemente das lagoas para o mar, compondo uma divisão deste complexo que se configura da seguinte maneira (PELLEGRINI, 2016; INEA, 2018):

- a) Lagoa de Jacarepaguá, tem como contribuintes os seguintes rios: Guerenguê, Monjolo, Areal, Pavuninha, Passarinhos, Caçambé, Camorim, do Marinho, Ubaeté, Firmino, Calembá, Cancela, Vargem Pequena e Canudo, o arroio Pavuna, o córrego Engenho Novo e os canais do Portelo e do Cortado;

- b) Lagoa do Camorim, tem como contribuintes os seguintes rios: Pechincha, Tindiba, Palmital, Covanca, Grande, Pequeno, Anil, Sangrador, Panela, São Francisco, Quitite, Papagaio, Banca da Velha e o arroio Fundo;
- c) Lagoa da Tijuca, tem como contribuintes os seguintes rios: das Pedras, Retiro, Carioca, Muzema, Itanhangá, Leandro, da Cachoeira, Tijuca, da Barra, Gávea Pequena, Jacaré e córrego Santo Antônio;
- d) Lagoa do Marapendi, tem como contribuintes os seguintes rios: das Piabas e o canal das Taxas, apenas.

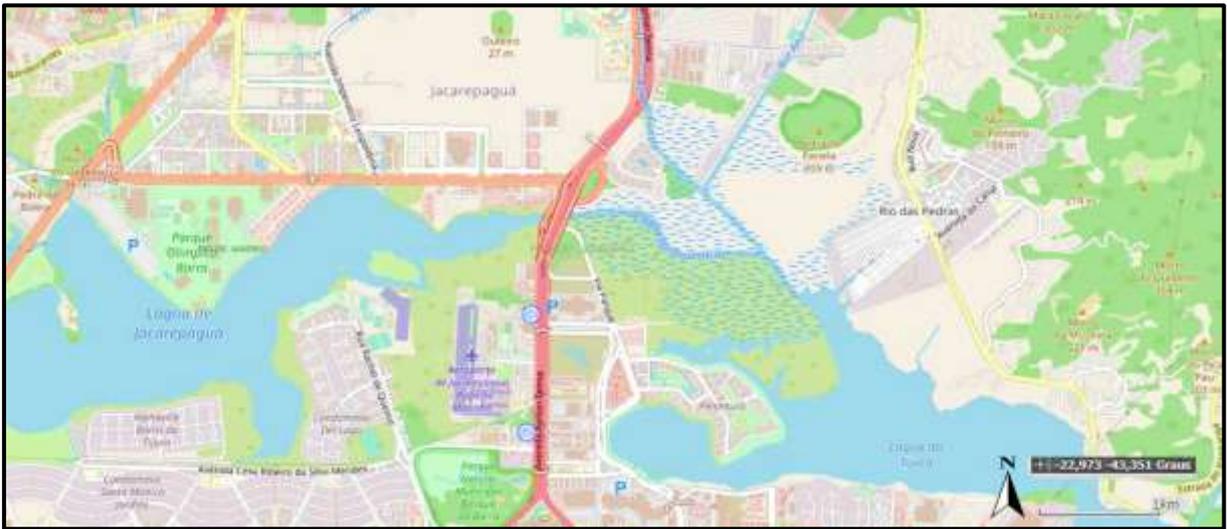
O complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá possui uma área de superfície que soma quase 13 km<sup>2</sup>. O sistema formado pelas lagoas de Jacarepaguá (3,7 km<sup>2</sup>), Camorim (0,8 km<sup>2</sup>) e Tijuca (4,8 km<sup>2</sup>) formam juntas um espelho d'água com cerca de 9,3 km<sup>2</sup>, e a lagoa do Marapendi, juntamente com o seu canal, apresenta um espelho d'água próximo 3,5 km<sup>2</sup>, formando um grande e importante ecossistema da cidade (SONDOTÉCNICA, 1998)

Cabe destacar que a lagoa do Camorim funciona essencialmente como um canal de ligação entre as lagoas de Jacarepaguá e da Tijuca (Figura 5). A lagoa da Tijuca é única que recebe as águas de todas as demais, incluindo as águas da lagoa do Marapendi que chegam através do canal do Marapendi, tornando a lagoa da Tijuca o principal corpo de ligação com o mar, através do canal da Barra (SANTOS, 2014).

Dentre as principais atividades que geram impacto negativo na área de influência do complexo, verifica-se o despejo de efluentes de origem doméstica, que vem acelerando processos de degradação (assoreamento e eutrofização) desses corpos d'água (CUNHA et al., 2020; SILVA; OBRACZKA; SALOMÃO, 2020).

Apesar do sistema de esgotamento sanitário da Barra e Jacarepaguá já se encontrar implantado em grande parte da região e ligado ao Emissário da Barra (CEDAE, 2016), o complexo Lagunar da baixada de Jacarepaguá ainda se encontra em processo avançado de degradação, atribuído as descargas realizadas por diversas atividades antrópicas na região (doméstica e industrial).

Figura 5 - Ponto de ligação das lagoas Jacarepaguá, Camorim e Tijuca no município do Rio de Janeiro/RJ - 2022



Fonte: Adaptado de HIDROWEB-ANA, 2022 (Acesso em 21/08/22).

O Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão responsável pela avaliação das águas no estado do Rio de Janeiro, atestou que os resultados das análises realizadas nas saídas de galerias de águas pluviais locais e os resultados de monitoramentos realizados nas águas das lagoas em 2018, 2019, 2020 e 2021 indicavam níveis elevados de matéria orgânica (INEA, 2018, 2019, 2021).

Estes dados não diferem das análises em uma série histórica dos últimos dez anos em variados trechos e/ou em diferentes períodos do ano, considerando as devidas sazonalidades locais e temporais, onde a presença de matéria orgânica e a inadequação à classificação de qualidade das águas foi relatada no complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá e Barra, com base nos índices de qualidade estabelecidos nacionalmente pela Resolução CONAMA nº 357/05 (CONAMA, 2005).

Estudo recente, realizado em 2020, para avaliação de risco ecológico nos sedimentos da lagoa de Jacarepaguá, a mais interiorizada do complexo, estimaram um índice de risco ambiental muito alto, demonstrando um contínuo avanço da contaminação das águas da região (RODRIGUES et al., 2020).

A Lagoa da Tijuca, de relação direta com o local de estudo (Figura 6), possui índices alarmantes de qualidade das águas, detectados pelo monitoramento do INEA entre os anos de 2018 e 2021. Ao longo de todo período mencionado a classificação geral dos Índices de Qualidade de Água (IQA) foram sempre considerados péssimos em diversos pontos de monitoramento (INEA, 2018, 2019, 2021).

Figura 6 - Lagoa da Tijuca e Rio das Pedras no município do Rio de Janeiro/RJ, 2022



Fonte: Adaptado de HIDROWEB-ANA, 2022 (Acesso em 04/09/22).

A exemplo disso, o menor índice de Coliformes Termotolerantes encontrado em janeiro de 2018 foi de 4.100 NMP/100 mL, resultado 64 % acima do padrão máximo estabelecido de 2.500 NMP/100 mL. Tendo índices com resultados superiores à 9.000 % acima do tolerável, em novembro de 2018 (240.000 NMP/100mL) e junho de 2021 (230.000 NMP/100 mL). O pior número deste índice foi monitorado em janeiro de 2021 com 839.500 NMP/100 mL, valor 33.480 % acima do máximo aceitável para a lagoa (INEA, 2018, 2021).

Este monitoramento, também expõe que a concentração de fósforo total ( $\text{mg L}^{-1}$ ) vem sempre apresentando números que superam de duas a seis vezes o permitido em relação ao máximo para o local, que corresponde a  $0,186 \text{ mg L}^{-1}$ . Sendo assim, a menor concentração encontrada foi em 2018 com  $0,340 \text{ mg L}^{-1}$ , já em 2019 o resultado mais baixo encontrado foi de  $0,560 \text{ mg L}^{-1}$ , quando, em 2021, a amostra obteve  $0,590 \text{ mg L}^{-1}$ , como menor valor. Todavia nos meses de janeiro de 2019 e junho de 2021, as concentrações de fósforo total foram superiores a  $1,15 \text{ mg L}^{-1}$ , mais de seis vezes maior que o tolerável.

Tais dados contextualizam a qualidade ambiental da região, demonstrando que a lagoa da Tijuca possui dados recentes preocupantes. Situação que não difere tanto das demais lagoas do complexo, porém cada uma mantém suas características e

particularidades em relação à poluição, tendo suas classificações gerais de IQA, no período entre 2018 e 2021, variando entre ruim ou péssimo (INEA, 2018, 2019, 2021).

#### 2.2.4 Dados atualizados sobre aglomerados subnormais nacionais

Visando dar luz aos dados sobre aglomerados subnormais e reforçar a definição do estudo de caso, seja com números absolutos ou em escala de importância local, regional e nacional, foram analisados mais dados desagregados e informações disponibilizadas em documento produzido pelo IBGE em 2020 (IBGE, 2020). Este documento contém dentre outras, informações de saúde pública, dados atualizados relativos à evolução das aglomerações subnormais entre os anos de 2010 e 2019 (Tabela 4), presentes em um estudo elaborado em função da pandemia causada pela Covid-19 (IBGE, 2020).

Tabela 4 - Quantitativo de aglomerados subnormais no Brasil em 2010 e 2019.

<b>Brasil</b>	<b>2010</b>	<b>2019</b>
Municípios com aglomerações subnormais	323	734
Número total de aglomerados subnormais	6.329	13.151
Domicílios ocupados em aglomerados subnormais	3.224.529	5.127.747

Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

O número de municípios relatados com aglomerações subnormais e o número total desta tipologia no país mais que dobraram neste intervalo temporal de nove anos (Tabela 4). A quantidade de domicílios nestas condições passou de 3,2 milhões para pouco mais de 5,1 milhões de moradias em aglomerações subnormais, dando um panorama da escala nacional da problemática de populações em possível situação de vulnerabilidade ambiental, potencializada pelo contexto exposto (IBGE, 2020).

A Tabela 5 apresenta os estados com maior número total de domicílios localizados em aglomerações subnormais, tendo o estado do Rio de Janeiro na segunda posição absoluta em números gerais, atrás apenas do estado de São Paulo. Cabe ressaltar que os quatro estados da região sudeste do Brasil estavam dentre os dez estados com maiores números de domicílios localizados em aglomerações subnormais, relatados pelos dados do IBGE (2020).

Tabela 5 – Números absolutos de domicílios em aglomerados subnormais por Estado do Brasil no ano base de 2019.

<b>Estados</b>	<b>Total de domicílios localizados em aglomerados subnormais - 2019</b>
São Paulo	1.066.813
Rio de Janeiro	717.326
Bahia	469.677
Pará	432.518
Amazonas	393.995
Pernambuco	327.090
Espirito Santo	306.439
Ceará	243.848
Minas Gerais	231.385
Maranhão	144.625

Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

A Tabela 6 traz as informações dos municípios com maior número total de domicílios em aglomerações subnormais, onde a cidade do Rio de Janeiro também se encontra na segunda posição, com mais de quatrocentos e cinquenta mil moradias localizadas em aglomerações subnormais.

Tabela 6 - Ranking dos cinco municípios com maior número total de domicílios em aglomerações subnormais no Brasil no ano base de 2019.

<b>Municípios</b>	<b>Total de domicílios localizados em aglomerados subnormais 2019</b>
São Paulo	529.921
Rio de Janeiro	453.571
Salvador	375.291
Manaus	348.684
Belém	225.577

Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

A Tabela 7 apresenta os dados das dez maiores aglomerações urbanas subnormais do Brasil, em números absolutos de moradias. Neste documento, a Comunidade Rio das Pedras foi apontada como terceira maior do país, repetindo a posição de 2010, mas tendo em 2019 uma nova estimativa de 22.509 domicílios (IBGE, 2020).

Tabela 7 - Os dez maiores aglomerados urbanos subnormais do Brasil no ano base de 2019

<b>Estado e DF</b>	<b>Aglomerado Subnormal (Favela)</b>	<b>Total de domicílios localizados em 2019</b>
Rio de Janeiro	Rocinha	25.742
Distrito Federal	Sol Nascente	25.441
Rio de Janeiro	Rio das Pedras	22.509
São Paulo	Paraisópolis	19.262
Amazonas	Alfredo Nascimento	16.721
Amazonas	Comunidade São Lucas	16.458
Bahia	Beiru (Tancredo Neves)	16.262
Bahia	Pernambués	15.697
São Paulo	Heliópolis	15.220
Maranhão	Coroadinho	14.243

Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

O destaque mais relevante ao estudo, sobre os dados da Tabela 7, diz respeito ao fato de que dentre as comunidades mais populosas relatadas pelo mesmo documento censitário, a Comunidade Rio das Pedras se destaca como a principal representante do perfil brasileiro de aglomerados subnormais, pois se enquadra como de tipologia plana e situada às margens de um corpo hídrico (rio e lagoa).

#### 2.2.5 Estimativa populacional da comunidade Rio das Pedras

A localidade Rio das Pedras manteve a posição de terceira maior aglomeração subnormal do país (Tabela 7), passando de 18.700 domicílios em 2010 para 22.509 moradias em 2019, um aumento pouco acima dos 20 % em relação ao total de

residências encontrados em 2010 (DATA-RIO, 2020; IBGE, 2020), demonstrando ser uma localidade que continua a crescer irregularmente de forma ampla e muito além da média municipal prevista para 2020 que foi de 5,39 % (IPP, 2018). Contudo, tal aumento foi coerente com os bairros que circunscrevem a comunidade, Barra da Tijuca (acima de 30 %) e Jacarepaguá (acima de 13 %), sendo esses os bairros que tiveram as maiores perspectivas de crescimento populacional na cidade do Rio de Janeiro até 2020 (IPP, 2018).

Na validação populacional atual da Comunidade Rio das Pedras, foram considerados os dados da Tabela 7, que informa o número total de domicílios da comunidade Rio das Pedras, com relação ao ano base de 2019. Assim como os dados de ocupantes por domicílio do município do Rio de Janeiro (Tabela 8), correspondendo a 2,9 pessoas por residência em média (DATA-RIO, 2020), que traz também o percentual total de pessoas vivendo em aglomerados urbanos subnormais na cidade. Cabe ressaltar que o referencial encontrado pelo censo de 2010 na média populacional da comunidade também foi de 2,9 (IBGE, 2011), tornando a comparação entre o recorte temporal, 2010 a 2019, perfeitamente equivalente.

Tabela 8 - Domicílios, pessoas e aglomerados subnormais do município do Rio de Janeiro/RJ no ano base 2020.

<b>Município do Rio de Janeiro</b>	<b>Números</b>
População em aglomerados subnormais	1.434,975
Número de pessoas por domicílio	2,9
Número de aglomerados subnormais	1.074
Percentual da população em aglomerados subnormais	22%

Fonte: Adaptado de IPP-RJ, 2020.

Desta forma, foi possível utilizar a estimativa populacional da Comunidade Rio das Pedras de 65.276 pessoas, confirmando um aumento de habitantes acima de 19 % em relação a população existente em 2010. É pertinente enfatizar um possível aumento das pressões ao meio ambiente e principalmente auxiliar na melhor caracterização de relevância do estudo de caso, apontando a localidade como forte ator em ação junto ao sistema lagunar de Jacarepaguá e Barra da Tijuca.

Cabe destacar que diversos textos e estudos que envolvem as lagoas dos bairros de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, não mencionam ou situam a comunidade Rio das Pedras (FREITAS; ROSSO; BILA, 2011; SANTOS, 2014; PELLEGRINI,

2016), somente alguns textos específicos da sub-bacia que dá nome a comunidade abordam algum aspecto mais relevante do local (NETTO et al., 2015; GARCIA et al., 2016; CASTRO; DIAS, 2017). Estudos ambientais mais abrangentes sobre as lagoas informam somente o nome do rio que transcorre pelo local, na conformação dos contribuintes a lagoa da Tijuca, de maneira generalista.

Tendo em vista os fatos apresentados, justifica-se assim a localidade ter sido escolhida para o estudo de caso, fundamentado principalmente por sua relevância em porte populacional de residentes e perfil urbano, composto por características físicas comuns à grande maioria das aglomerações urbanas subnormais brasileiras, tais como: comunidade plana, alta densidade populacional, pessoas em alguma condição de vulnerabilidade ambiental e moradias urbanas em condições subnormais, localizadas às margens de um corpo hídrico.

#### 2.2.6 Pressões das inundações urbanas

Nos aglomerados subnormais localizados em regiões próximas as cabeceiras de bacias, ou microbacias, faz-se necessário mencionar uma dinâmica ambiental, composta de inundações urbanas (alagamentos, enchentes e inundações) e as múltiplas contribuições negativas de variados poluentes, tóxicos ou não, arrastados e/ou lixiviados por elas.

A bacia hidrográfica do Rio das Pedras, principalmente em seu baixo curso, apresenta um ambiente susceptível aos eventos de enchentes e inundações, o que condiz com um histórico de enchentes urbanas nos últimos anos. Tais pontos de retenção de água podem levar dias ou semanas para escoar, fazendo com que estas águas potencialmente poluídas estejam frequentemente em contato com a população (CASTRO; DIAS, 2017).

A degradação hídrica associada ao fenômeno das inundações urbanas são resultado de um comportamento humano que amplia os riscos associados, tendo como resultado final uma formulação perigosa no que diz respeito aos bens materiais, à saúde da população e às suas próprias vidas (HAMILTON et al., 2020).

As inundações urbanas, decorrentes de fortes chuvas, constituem num importante impacto da saúde ambiental, principalmente nas regiões urbanas com grandes pressões em corpos hídricos, segundo a ONU (UNESCO; UN-WATER, 2020b). Sendo assim, mapear essa dinâmica favorece a caracterização das condições

sanitárias de muitas comunidades brasileiras, tornando mais compreensível as diferentes formas de chegada dos poluentes aos corpos hídricos.

Existe um comportamento de risco comum a muitas aglomerações urbanas ao ocuparem áreas a jusante na macrodrenagem urbana, devido a características sociais, econômicas, culturais e topográficas criando uma tendência para que eventos de transbordamento aumentem, trazendo com eles perdas sociais, econômicas e ao meio ambiente (HAMILTON et al., 2020).

O acesso aos serviços urbanos de infraestrutura na maioria das regiões favelizadas do município do Rio de Janeiro é bastante desequilibrado ao comparar-se com os padrões existentes nos bairros regulares em áreas vizinhas. Enquanto a maioria dos bairros possui acesso à água encanada, coleta de lixo regular e estão ligadas ao sistema de esgotamento sanitário e de drenagem, mesmo que ainda inadequados, nos aglomerados subnormais as condições são ainda muito precárias. Os efluentes domésticos muitas vezes fluem em valas a céu aberto, que também servem como canais de drenagem para as águas pluviais, aumentando o risco de doenças de veiculação hídrica (GARCIA et al., 2016).

Pesquisadores com análises realizadas em bacias hidrográficas similares ao deste estudo de caso defendem que a repercussão destes impactos pode afetar à dinâmica hidrológica e pedológica das bacias, com alterações que se refletem na superfície, muitas vezes com mudanças no processo de infiltração e de escoamento superficial dos terrenos (NASCIMENTO; CARVALHO; COSTA, 2017).

Estudos de caso na África e na Ásia mostram que inundações e outros eventos relacionados a mudanças climáticas podem exacerbar o risco de doenças infecciosas transmitidas pela água, pois apuraram que as doenças diarreicas aumentaram muito além da média após chuvas seguidas de inundações (OKAKA; ODHIAMBO, 2018; SCOULLOS et al., 2020). Indicando que os surtos de veiculação hídrica são uma consequência dos desastres de enchentes. Mas ainda pouco se sabe sobre a ocorrência de patógenos em diferentes superfícies após o rebaixamento da água de enchente.

Outros estudos mostraram que patógenos transmitidos pela água contaminada por efluentes de fontes humanas e animais estão presentes em superfícies inundadas em concentrações mais altas do que antes da inundações (SCLAR et al., 2016; SCOULLOS et al., 2019, 2020), trazendo a exemplo um caso na Califórnia (EUA) onde foi registrado um aumento de cinco vezes nos níveis de bactérias patogênicas em

superfícies urbanas durante períodos de grandes vazões de água e frequentes inundações a jusante.

### **2.3 Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis - ODS**

Os chefes de estado e governantes representantes dos países membros da ONU reunidos na cidade de Nova York entre os dias 25 e 27 de setembro de 2015 lançaram os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), iniciando a implementação da chamada Agenda 2030 que passou a vigorar com o principal compromisso de erradicar a pobreza mundial em todas as suas formas, por ser considerado este o maior desafio para as nações e indispensável para o avanço da sustentabilidade global (ONU-BR, 2015; UNITED NATIONS, 2019; UNDESA, 2020).

A Agenda 2030 da ONU apresenta 17 objetivos de desenvolvimento sustentável que compreende um total de 169 metas a serem alcançadas. Os ODS foram definidos após longos debates e consenso realizados entre as nações membro que passaram a considerar o período entre 2016 e 2030 para efetiva implementação do proposto. As metas são monitoradas por meio de indicadores e comparadas evolutivamente para criação de um panorama global de acompanhamento das nações (UNDESA, 2020; ANA, 2022).

Os ODS exigem transformações econômicas, financeiras e políticas para as sociedades atuais, trazendo novos desafios gerenciais e ações ambiciosas para alcance das metas sugeridas, na busca por soluções multidimensionais, eficientes e transparentes tanto a nível global quanto ao subnacional. A Agenda 2030 orienta que os governantes devem continuamente realizar o acompanhamento dos resultados alcançados com a implementação dos ODS em âmbito nacional, regional e global (ONU-BR, 2018).

Os 17 ODS são apresentados oficialmente da seguinte maneira:

- a) ODS 1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
- b) ODS 2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- c) ODS 3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;

- d) ODS 4. Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- e) ODS 5. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
- f) ODS 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- g) ODS 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos;
- h) ODS 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;
- i) ODS 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- j) ODS 10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
- k) ODS 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
- l) ODS 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- m) ODS 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;
- n) ODS 14. Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
- o) ODS 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
- p) ODS 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;
- q) ODS 17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável;

A Figura 7 traz a logomarca dos 17 ODS em seu formato comumente apresentado nos documentos e publicações oficiais. Cada objetivo possui uma cor de identificação, além de serem reconhecidos por sua numeração e nomenclatura simplificada. Os ODS também são conhecidos pela frase de comprometimento

“...ninguém será deixado para trás...” por colocar em primeiro lugar as pessoas em posição mais vulnerável (ONU-BR, 2018).

Figura 7 - Logomarca de identificação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em suas versões simplificadas



Fonte: Adaptado de UN-BRASIL, 2021

A Agenda 2030 foi elaborada levando em conta as diferentes realidades nacionais e capacidades de desenvolvimento futuro dos Estados, respeitando soberanamente as políticas e prioridades de cada nação, mas reforçando que estas são metas universais e envolvem igualmente os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento. Além de ressaltar que os ODS são conceitos integrados e indivisíveis, reforçando o compromisso de todos os Estados em prol de um acordo climático universal, atribuindo-se ao desenvolvimento social e econômico sustentável dependência direta a uma correta gestão dos recursos naturais do planeta Terra (ONU-BR, 2015).

A comunidade internacional passou a adotar a Agenda 2030 para reforçar a urbanização sustentável, visando a prosperidade e salubridade das sociedades urbanas, uma vez que a expectativa de crescimento das pessoas em áreas urbanas fica acima dos 67 % até 2050, o que reforça a importância de se ampliarem esforços na construção de cidades mais equitativas, passando a indicar que a escala local é o espaço onde as ações, soluções e conexões devem acontecer. Ao nível de lugar como cidades, vilarejos e comunidades, tem-se a capacidade de promover inovações, identificar lacunas, propor ações climáticas mais adequadas e garantir uma recuperação verde, principalmente após momentos de crise (UN-HABITAT, 2022).

Devido à natureza integrada dos ODS, diversos autores e publicações indicam o ODS-6 água e saneamento como ponto central para o avanço global da sustentabilidade na correlação com as demais metas dos diferentes objetivos, como ilustrado na figura 8 (BAYU; KIM; OKI, 2020; CASTRO; GARRIGA; FOGUET, 2018, 2019; DICKIN et al., 2020; GRADY et al., 2018). O aprimoramento de serviços relacionados ao tema água e saneamento está no topo de prioridades de organizações locais, regionais e internacionais, por promover melhorias aos direitos humanos básicos e consequentes progressos a outras metas (ANA, 2019).

Figura 8 - O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 – Água e Saneamento como ponto central na relação integrada com os demais objetivos



Fonte: Adaptado de ANA, 2019

### 2.3.1 O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 no Brasil

No Brasil, o processo de implementação dos ODS foi instituído inicialmente em outubro de 2016, pelo Decreto nº 8.892/2016 que criou a Comissão Nacional para os ODS, sendo alterada em junho 2019 pelo Decreto nº 9.759/2019 quando a governança política da Agenda 2030 passou a ser coordenada pela Secretaria de Governo da Presidência da República (SEGOV-PR) (BRASIL, 2016, 2019). Nacionalmente os 17 ODS têm seus indicadores monitorados pelo IBGE de forma constante, que acompanha os resultados das metas produzidas pelos demais órgãos responsáveis e divulga na forma de relatório a síntese de tais informações (ANA, 2022; IBGE, 2022).

Cada um dos 17 objetivos possui uma ou mais entidades responsáveis por suas diretrizes, ações, gestão e alcance das metas, dentre agências reguladoras, ministérios, empresas públicas e outras. Como forma de exemplificar a quem está atribuída a responsabilidade dos ODS no país temos alguns exemplos na figura 9.

Figura 9 - Quadro exemplificando quatro objetivos de desenvolvimento sustentável com suas instituições responsáveis pela gestão e cumprimento das metas no Brasil



Fonte: O Autor, 2022

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a instituição nacional responsável pelo ODS 6 e suas oito metas. Mas a tarefa de cuidar do setor de saneamento nacional só passou a ser de responsabilidade da ANA recentemente após julho de 2020, por ocasião da promulgação do novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil pela Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), passando a agência que originalmente se dedicava somente ao tema água a possuir atribuições normativas e reguladoras também para o setor de saneamento.

Segundo a Lei Federal nº 14.026/2020, saneamento básico é definido como: “o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza e manejo de resíduos sólidos urbanos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas”(BRASIL, 2020).

Assim como destacado globalmente, o ODS 6 também é considerado ponto chave e central na relação com os demais ODS para o Brasil, uma vez que água e saneamento são essenciais para a redução da pobreza e muitos dos desafios

climáticos possuem alguma relação de vínculo com a água (ANA, 2019). Tal destaque pode ser reforçado pela importância científica atrelada ao tema no país. Segundo pesquisa realizada por uma renomada editora científica em 2020, o Brasil estava entre os dez maiores produtores de publicações científicas internacionais relacionados ao ODS-6 no mundo, entre os anos de 2015 a 2019 (ELSEVIER, 2020).

As oito metas contidas no ODS 6 são (ONU-BR, 2018; ANA, 2022):

- a) Meta 6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos;
- b) Meta 6.2: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
- c) Meta 6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;
- d) Meta 6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- e) Meta 6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;
- f) Meta 6.6: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;
- g) Meta 6.a: Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;
- h) Meta 6.b: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

O elevado déficit financeiro necessário para o alcance da universalização do saneamento básico e outras metas até 2030, em países de economia média, como o Brasil (que adota uma meta estendida até 2035) foram destacados nos recentes

relatórios do ODS-6 (ANA, 2019; UNDESA, 2020, 2022). Mudanças no setor vem sendo sugerida aos gestores após a entrada em vigor do novo Marco Legal do Saneamento na busca por alternativas mais adequadas a realidade brasileira (COUTO; JURUENA, 2022; FONSECA; KOBAYAMA, 2022; SANTOS et al., 2022)

### 2.3.2 Marco de Sendai para Redução de Riscos de Desastres

Instrumentos internacionais que concorrem positivamente para aumento da resiliência e progresso da sustentabilidade nas nações, como o Marco de Sendai, vêm sendo empregado de diferentes formas na busca por melhoria da qualidade de vida de populações em situação de vulnerabilidade em AUS para uma efetiva redução dos riscos a que estão expostas (PATEL; GLEASON, 2018).

O Marco de Sendai para Redução de Risco de Desastres (MSRRD) divulgado em 18 de março de 2015, na cidade de Sendai, no Japão traz como principal objetivo a “Redução substancial nos riscos de desastres e nas perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, bem como de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas, comunidades e países” (UNDRR, 2015) a ser alcançado até 2030.

O MSRRD aponta diversos princípios norteadores como a necessidade de que haja engajamento e cooperação de toda a sociedade de forma inclusiva e não discriminatória. Indica também que os riscos devem ser compreendidos de forma local e mais específica, assim como deve haver investimentos em abordagens subjacentes aos fatores de riscos de desastres, para um crescimento sustentável.

O documento lista quatro grandes grupos de ações prioritárias que possuem diversos subpontos com ações sugeridas em escala de nível de atuação local (e/ou nacional) e global (e/ou regional), a serem implementadas conforme melhor adequação, capacidades e competências das organizações envolvidas.

As quatro áreas de ações prioritárias do MSRRD são:

- a) Grupo 1: Compreensão do risco de desastres;
- b) Grupo 2: Fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres;
- c) Grupo 3: Investimento na redução do risco de desastres para a resiliência;
- d) Grupo 4: Melhoria na preparação para desastres visando uma resposta eficaz e para “reconstruir melhor” na recuperação, reabilitação e reconstrução.

A academia e entidades científicas, segundo o MSRRD, devem concentrar seus esforços nos fatores e cenários de risco, incluindo os novos riscos de desastres a médio e longo prazo. Assim como: intensificar a pesquisa de aplicação local, nacional e regional, além de apoiar as comunidades e autoridades locais na interface política e ciência para tomada decisões, dedicando especial atenção a cooperação internacional, principalmente aos países menos desenvolvidos em função de seus maiores níveis de populações em vulnerabilidade.

Nesse cenário, instituições financeiras internacionais como o Banco Mundial e os bancos regionais de desenvolvimento devem priorizar o apoio financeiro quando forem consideradas as ações para redução de risco de desastres do MSRRD nos países em desenvolvimento.

No Brasil, duas legislações podem ser destacadas sobre a redução de risco de desastres (FONSECA; KOBAYAMA, 2022): Lei Federal nº 12.608/2012 que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC (BRASIL, 2012), que abrange ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação relacionadas a defesa civil e responsabilidades dos entes federativos; Decreto Federal nº 7.513/2011 (BRASIL, 2011), que criou o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) para monitorar e emitir alertas de desastres naturais que auxiliem a salvaguardar vidas e diminuir a vulnerabilidades decorrentes desses eventos.

Mesmo promulgadas antes dos marcos internacionais adotados como referencial neste estudo, tais legislações são coerentes a agenda atual, pois mantem relação com os eventos predecessores a 2015, como o Marco de Ação de Hyogo de 2005-2015. (SERRA; SAITO, 2022).

Pontos chaves como a promoção de resiliência, delimitação de metas e ações prioritárias, elaboração de meios adequados a execução das ações e a indicação da água como fator comum de conexão aos programas internacionais ODS, Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (Acordo de Paris) e MSRRD, foram evidenciados em estudos relacionados ao meio ambiente, saúde pública e mudanças climáticas (TAFFARELLO et al., 2020; MATSUOKA; ROCHA, 2021).

### 2.3.3 Vulnerabilidade e risco no contexto da resiliência urbana

A vulnerabilidade é considerada na literatura um conceito muito amplo e dinâmico, mas comumente vem atrelada a uma abordagem mais específica, como no caso deste estudo, relacionada a questões socioambientais (MALTA; COSTA; MAGRINI, 2017; ALVES, 2021).

Neste sentido, a definição de vulnerabilidade adotada foi a seguinte: vulnerabilidade é um conjunto de características de um indivíduo ou grupo em determinada situação que influencia sua capacidade de se antecipar, enfrentar, resistir e se recuperar do impacto causado por um desastre natural ou de origem antrópica. Vulnerabilidade é essa que representa a interface entre a exposição aos riscos que ampliam a suscetibilidade ao impacto adverso e sua capacidade de lidar com tais perigos (ALMEIDA, 2019; SAAD, 2021; UNDRR, 2015; WISNER et al., 2014).

O risco é um conceito definido como: o resultado do perigo a vulnerabilidade que um indivíduo ou população está exposta. Ele pode ser um evento, fenômeno ou atividade potencialmente prejudicial capaz de causar a perda de vidas ou ferimentos, danos a propriedade, crises sociais e econômicas, degradação ambiental, além de favorecer condições latentes que representem uma futura ameaça, podendo ter diversas origens, naturais ou induzidas consciente ou inconscientemente pelo homem (ASDMA NESAC, 2014; SARMAH et al., 2020; UNDRR, 2015).

O Marco de Sendai define o termo resiliência como: a capacidade de um sistema ou grupo quando exposto a riscos de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos sofridos de maneira tempestiva e eficiente, de maneira viável a preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais.

Uma pesquisa realizada no Paquistão em 2021, considerando estes conceitos em uma abordagem que envolve os marcos internacionais e uma população em três comunidades em AUS, semelhantes ao desta pesquisa, serviu de exemplo para esclarecer a metodologia de mapeamento de vulnerabilidades com uso das cinco dimensões da resiliência (ou dimensões-chaves da resiliência), na relação com as ações sugeridas pelo Marco de Sendai (SAAD, 2021). O método é uma forma de abordagem melhor calibrada por mais indicadores, que os contidos nos ODS, para a interpretação, identificação e correlação de vulnerabilidades inseridas em informações primárias, como obtidas por meio de questionários, para a elaboração de uma lista de

vulnerabilidades, chamada “pacote de vulnerabilidades” conforme figura 10 (ASSARKHANIKI; RAJABIFARD; SABRI, 2020; SAAD, 2021).

A ações sugeridas pelo MSRRD consideradas em risco pelo estudo paquistanês podem ser encontradas no Anexo 2, onde está disposta a lista completa, organizada pelos grupos e numeração/letras dos itens, como mencionado no quadrante de ações colocadas em risco da Figura 10.

Figura 10 - Exemplo de mapeamento das vulnerabilidades em aglomerados urbanos que afetam as ações do Marco de Sendai para redução de riscos de desastres



Fonte: Adaptado de SAAD, 2021

As cinco dimensões consideradas foram: física que diz respeito a condições fisiológicas ou biológicas dos indivíduos ou grupos; econômica que diz respeito a diferenças e oportunidades econômicas e financeiras; social por lidar com a interação dos indivíduos com as instituições sócias; política por tratar da desigualdade de acesso a tomada de decisões, governança e lideranças; cultural por tratar da realidade contextual de cada grupo em questões como religião, hábitos locais e outros, capazes de afetar a capacidade de enfrentamento aos desastres (SAAD, 2021).

## 2.4 Redes Bayesianas para análises causais

Uma breve apresentação se faz necessária sobre a ferramenta probabilística chamada Rede Bayesiana (RB). Utilizada inicialmente na área da inteligência artificial, o termo foi atribuído a um modelo probabilístico específico que representava relações

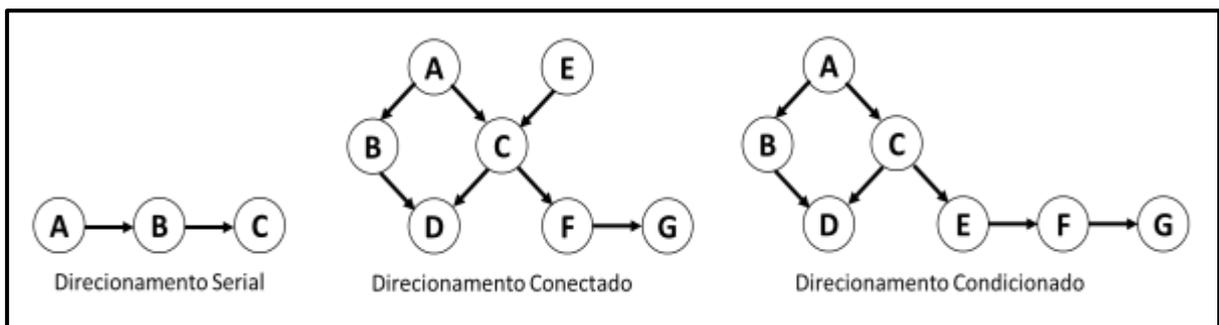
de dependência entre um conjunto de variáveis aleatórias, baseado na regra de Bayes, muito útil em testar hipóteses condicionadas a evidências (POLASTRO, 2012).

O termo rede bayesiana é originário da década de 80, no campo do conhecimento das probabilidades como um avanço da representação das chances de que um dado evento ocorra, se tornando populares na década de 90 por lidar melhor com incertezas (AGUILERA et al., 2011; PEARL; MACKENZIE, 2018).

A popularização das RB é atribuída a melhoria da modelagem de incertezas nas relações causais e de interdependência, na simulação de problemas complexos com numerosas variáveis demasiadamente interligadas (MARCOT, 2017). É útil na representação inicial e compreensão de um sistema com incertezas, que necessite de auxílio gerencial para tomada de decisões (MARCOT; PENMAN, 2019).

Uma RB é definida como um modelo estatístico multivariado para um conjunto de variáveis, formada por dois componentes: um qualitativo, que é um grafo acíclico direcionado (GAD), um símbolo gráfico representando as relações de causalidade e independência das variáveis, mostrando uma ligação da variável A para B ( $A \rightarrow B$ ), onde A é chamado pai de B, assim como B é chamando filho de A, porém B também pode ser pai de outra variável e assim sucessivamente (JENSEN, 2001; AGUILERA et al., 2011; SUN et al., 2022) (Figura 11).

Figura 11 - Exemplos de leitura das Redes Bayesianas



Fonte: O autor, 2022.

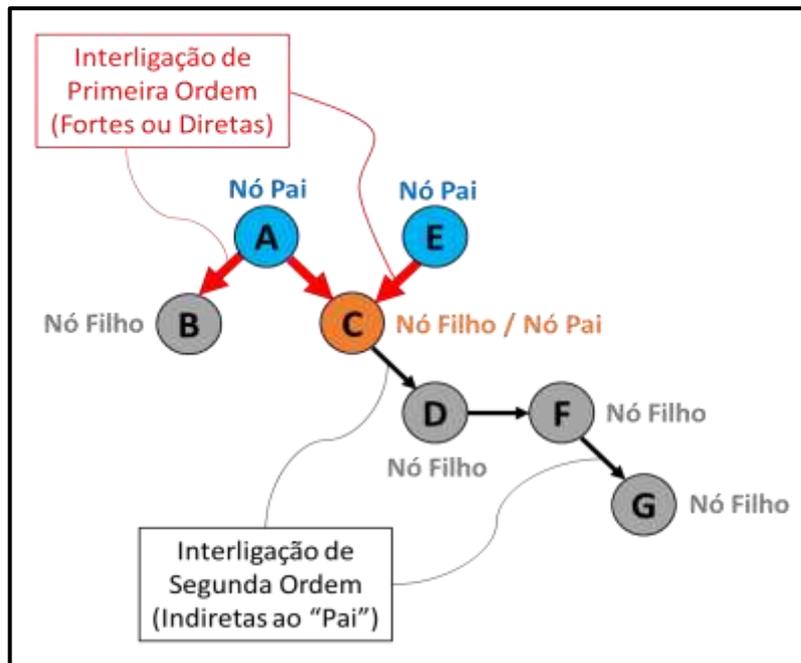
O outro componente é quantitativo e diz respeito a distribuição condicional para cada variável de acordo com seus pais no gráfico. Como cada variável constitui um nó de um grafo, que é um ponto que antecede ou é precedido pelo grafo direcionador, em cada um destes nós existe uma distribuição condicional que dá origem a interligação entre pais e filhos (AGUILERA et al., 2011; POLASTRO, 2012)

De forma resumida é este condicionamento que determina as relações de independência ou dependência dentre as variáveis, sendo possível detectar, sem cálculos, quais são mais relevantes ou irrelevantes entre as variáveis de interesse (AGUILERA et al., 2011).

A partir desta organização é possível observar as interligações de primeira ordem, ou diretas, ou fortes, nomenclaturas encontradas na literatura para indicar a ligação de um nó pai independente (inicial) que possui um GAD para um nó filho C.

Na sequência do raciocínio, as interligações oriundas de um nó C, que na condição de pai de outra variável, mas não sendo um nó independente, temos as interligações de segunda ordem, ou indiretas, como descritas na literatura, indicando a subsequência de interdependências identificadas pela RB (CASTRO; GARRIGA; FOGUET, 2018). A figura 12 destaca a interpretação das ligações na RB.

Figura 12 - Interpretação das interligações na relação hierárquica entre os nós e ordem de importância dada pelo grafo acíclico direcionador



Fonte: O autor, 2022.

#### 2.4.1 A importância das Redes Bayesianas para análises ambientais

As RB atuam num campo de rápido avanço de onde vem surgindo novos métodos de desenvolvimento e aplicação combinados a outras ferramentas como:

estruturas de gerenciamento de decisão; modelos de cálculo de causalidade; combinações de variáveis discretas e contínuas; sistemas de informação geográfica (GIS); sensoriamento remoto de dados, entre outros (MARCOT; PENMAN, 2019).

A importância das RB para o campo das pesquisas ambientais é percebida pelo beneficiamento dos mecanismos para análises de risco, gerenciamento de risco, estudos decisórios para alocação de recursos e gerenciamento ambiental (SPEROTTO et al., 2017).

Modelos de RB por serem extremamente flexíveis acabam permitindo que muitos pesquisadores encontrem novas áreas para sua aplicação, tendo se tornado cada vez mais presentes no gerenciamento ambiental por projetar potenciais impactos dos estudos propostos (KRÜGER; LAKES, 2015).

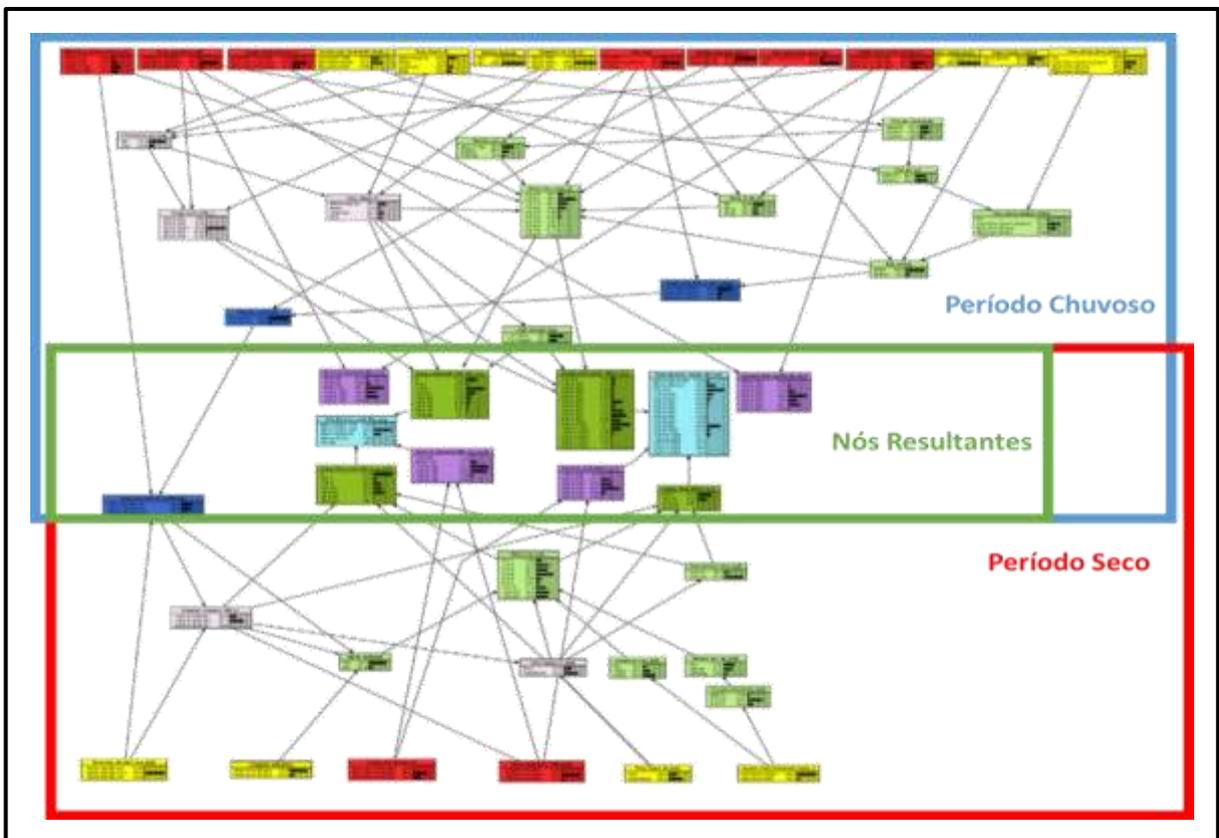
Os avanços relacionados às RB vêm evoluindo continuamente de forma rápida, abarcando novas áreas das ciências, como o setor ambiental, onde estas interações ainda são pouco exploradas. Todavia, torna-se importante assegurar a validade e credibilidade destas RB, cada vez mais complexas, baseando-se na visão de especialistas (KLEEMANN; CELIO; FÜRST, 2018), pois à medida que as RB se tornam mais complexas, também se tornarão mais problemáticas no que diz respeito ao criar e/ou testar novos diagramas de influências e mapas mentais intuitivos de simples compreensão, que norteiem suas estruturas e sua lógica operacional.

Uma maneira, sugerida pela literatura, de contornar essa problemática envolve a decomposição de sistemas muito complexos em sistemas mais simples, testando e atualizando cada submodelo. Devido à sua composição construtiva as RB podem ser decompostas e remontadas sem perda de informação, utilizando pontos de corte no gráfico, que separem os nós e grafos de interesse (CASTRO; GARRIGA; FOGUET, 2019; MARCOT; PENMAN, 2019).

Modelos gráficos como as RB também são adequados em lidar com problemas muito complexos pela lucidez dos gráficos nas relações causais entre variáveis, como tal, estão alinhados à estrutura ecológica humana multivariada (DLAMINI, 2010), este alinhamento já foi modelado e aplicado com sucesso no campo da pesquisa ambiental (KEMPERMAN; TIMMERMANS, 2014), permitindo ao mesmo tempo modelar o conhecimento e produzir novos conhecimentos, revelando relações causais até então ocultas (inferência causal) ou de difícil visualização (PÉREZ et al., 2022).

A figura 13 traz um exemplo de RB complexa que foi decomposta em duas grandes partes, para favorecer análises levando em consideração a predominância do período climático (chuvoso ou seco) ao qual os pontos analisados estão submetidos. Desta maneira, é possível expor como os resultados seriam afetados qualitativa e quantitativamente com base em cada trecho isoladamente e também como cada trecho afetaria os resultados combinados, trazendo pontos chaves a luz destas intercorrelações (KLEEMANN; CELIO; FURST, 2018).

Figura 13 - Exemplo de Rede Bayesiana complexa a ser dividida por período climático de interesse (chuvoso e seco)



Fonte: Adaptado de KLEEMANN; CELIO; FRÜST, 2018.

As RB trazem valor agregado em termos de conhecimento e são uma ferramenta interessante para modelagem quantitativa de sistemas complexos em campos incertos como saúde, meio ambiente, indústrias e muitos outros (LI; HONG; ZHANG, 2018; PEARL; MACKENZIE, 2018; PÉREZ et al., 2022), sendo essa a principal razão pela qual são cada vez mais utilizadas globalmente.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Estudo

##### 3.1.1 Localização da comunidade Rio das Pedras

A Comunidade Rio das Pedras está localizada na região de divisa entre dois bairros Jacarepaguá e Barra da Tijuca, na zona oeste do município do Rio de Janeiro, região metropolitana, entre os paralelos 22° 96' e 22° 98' latitude sul e os meridianos de 43° 33' e 43° 34' de longitude oeste.

Inserida na sub-bacia hidrográfica do rio das Pedras, a AUS fica posicionada as margens da lagoa da Tijuca, cortada longitudinalmente pelo Rio das Pedras, que dá nome a localidade. Parte da comunidade está situada junto ao trecho mais a jusante do rio, ocupando as duas margens com construções permanentes de forma densa e irregular, conforme destacado na figura 14.

Figura 14 - Aglomeração Rio das Pedras as margens do rio das Pedras e sua ligação com a lagoa da Tijuca



Fonte: GOOGLE EARTH, 2022 (Acesso em 12/06/22).

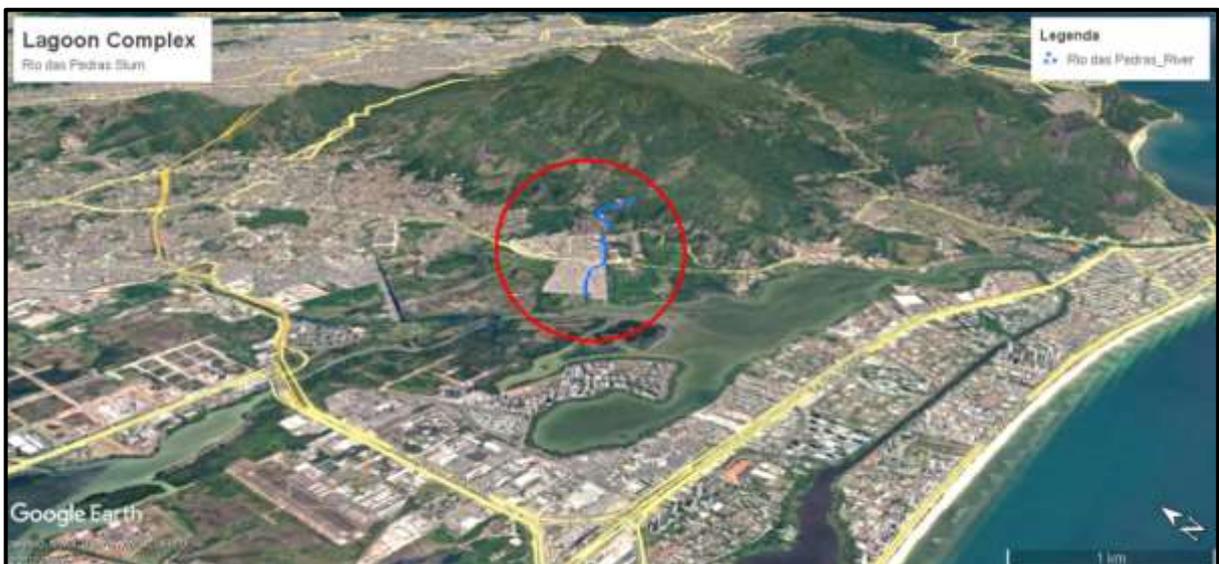
A Figura 15 ilustra a pressão sofrida pela comunidade em função de sua posição geográfica, ocupando trecho importante da macrodrenagem da sub-bacia local, que têm nesta região sua concentração e afunilamento apresentados. A AUS Rio das Pedras está localizada especificamente numa faixa de planície entre uma das faces do maciço da Tijuca e a lagoa da Tijuca, mais bem visualizada na figura 16.

Figura 15 - Bacia de drenagem do rio das Pedras



Fonte: Adaptado de CASTRO; DIAS, 2017.

Figura 16 - Contexto urbano/topográfico da Aglomeração Rio das Pedras, com maciço da Tijuca a montante e lagoa da Tijuca a jusante



Fonte: GOOGLE EARTH, 2020 (Acesso em 07/11/2020).

### 3.1.2 Recorte da problemática sanitária local

A bacia hidrográfica do Rio das Pedras, principalmente em seu baixo curso, apresenta um ambiente suscetível a eventos de inundação, com um histórico de alagamentos e inundações urbanas frequentes nos últimos anos (CASTRO; DIAS, 2017).

A atual condição do rio que corta a comunidade pode ser observada na figura 17A, que apresenta um trecho na região central da aglomeração. Além disso, eventos chuvosos promovem pontos de retenção de águas que podem levar dias ou semanas para drenar, expondo a população local ao contato com essas águas, supostamente inadequadas, seja devido à presença de efluentes domésticos “*in natura*” ou pela presença de resíduos sólidos urbanos (RSU) dispostos de forma inadequada em diversos pontos da comunidade, problemática exemplificada na figura 17B.

Figura 17 - Condição ambiental de trecho do rio na região central da comunidade (A); Acúmulo dos resíduos sólidos urbanos (B) na comunidade Rio das Pedras



Fonte: O autor, 2020.

Os RSU estão dispostos por variados pontos dentro da localidade, em locais de coleta ou pontos de acúmulo, sendo estes contêineres (caçambas) ou simples demarcações no solo para posterior remoção, a ser realizada pelo serviço municipal de limpeza urbana. Esses resíduos dispostos cotidianamente sem qualquer controle estão, na maioria das vezes, expostos a variadas condicionantes ambientais

adversas, como as chuvas, enchentes e inundações, além de permitir o contato e manuseio direto da população e de animais domésticos (Figura 18).

Neste sentido, vale ressaltar que existe uma relação direta entre o lixo acumulado nas ruas e as enchentes. Essa relação direta também foi evidenciada em estudo sobre o aumento de nível de rios urbanos (HONINGH et al., 2020).

Figura 18 - Condição dos resíduos ao longo da comunidade: Trator movendo os resíduos sólidos urbanos da rua para a calçada (A); Disposição de resíduos sólidos urbanos e contato da população sem qualquer controle (B)



Fonte: O autor, 2020.

### 3.2 Questionário - Formulário “online”

#### 3.2.1 Formulação de questionário

A coleta de dados foi realizada por meio de divulgação de questionário fechado, via Google *Forms* (plataforma *online* e gratuita). O estudo exploratório foi direcionado para uma população específica, pertencente ou com relação direta com a comunidade Rio das Pedras. A distribuição do questionário se deu por meios eletrônicos, como redes sociais e sites para que qualquer pessoa com acesso à internet conseguisse responder ao questionário.

O questionário foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Processo nº 4.717.220 de 2021, atendendo aos preceitos éticos da pesquisa científica.

No questionário, foram elaboradas perguntas gerais sobre tempo de residência na localidade, idade, escolaridade e quantidade de moradores residentes por domicílio. Além disso, foram realizadas perguntas específicas sobre condições sanitárias, quantidade de banheiros, se sabiam qual o destino do esgoto (efluente doméstico) dos seus banheiros, como era feita a coleta de lixo doméstico (resíduos sólidos urbanos) e como tais eram dispostos e organizados para coleta pública, onde costumam descartar os fármacos (vencidos ou sobras) e se conheciam a origem da água utilizada para consumo alimentar.

Também havia questões mais diretas, relativas à percepção do saneamento por parte dos viventes na localidade, abordando sobre o convívio e proximidade com resíduos sólidos, contato com águas supostamente contaminadas, se já tiveram alguma doença de veiculação hídrica após esse contato e uma pergunta final com objetivo de entender se os moradores acreditavam que a poluição da lagoa era causada pelo lixo e/ou esgoto não tratado proveniente da comunidade.

Todas as perguntas do formulário eram obrigatórias e utilizou-se como critério de inclusão qualquer pessoa com acesso à internet, maior de 18 anos (maior idade brasileira), sem restrição de sexo, etnia, escolaridade ou classe social. E como critério de exclusão, qualquer pessoa que não fosse morador ou não se enquadrasse na relação com o local como, trabalhadores ou visitantes recorrentes (consumidor, parente ou vizinho).

As questões foram elaboradas a partir de alguns estudos prévios similares e orientações de técnicas de formulação de questionários (GÜNTHER, 2003; MAIA et al., 2013; QUADRA et al., 2019; ALMEIDA; HAYASHI, 2020).

### 3.2.2 Cálculo de amostra mínima

Foi utilizada uma ferramenta *online* para o cálculo do tamanho mínimo de amostra, que representasse estaticamente a população local, baseada na seguinte equação (SURVEY MONKEY, 2020):

$$MSS = \frac{\frac{Z^2 p (1 - p)}{e^2}}{1 + \frac{Z^2 p (1 - p)}{e^2 \cdot N}}$$

Equação (1)

Para estimar a margem de erro, usou-se a seguinte equação:

$$MOE = Z \cdot \sqrt{\frac{p(1 - p)}{n}}$$

Equação (2)

Desta forma, para uma população de 65.276 habitantes, conforme levantado na estimativa populacional atualizada, apresentada na revisão bibliográfica, considerando um nível de confiança de 90 % e margem de erro de 5 %, obteve-se um tamanho de amostra mínima de 272 pessoas.

Realizou-se um pré-teste com 12 pessoas, dentre alguns moradores, pessoas que frequentam a localidade a trabalho ou para utilização de serviços. Após esta primeira amostragem com duração de duas semanas, foram realizadas algumas alterações na formulação de três questões, para melhor compreensão dos respondentes.

Desta maneira, dando sequência à pesquisa, o questionário contendo 30 questões fechadas (Apêndice 2) ficou disponível pelo período de um ano e dois meses, tendo sido iniciado em maio de 2020 e encerrado em julho de 2021.

Todos os participantes da pesquisa foram instruídos previamente de que sua participação era voluntária, além de declarar aceite ao Termo de Consentimento e Esclarecido, deixando claro o entendimento de sua concordância em participar.

Os dados e informações obtidos por meio da pesquisa, passaram por uma etapa de tabulação, análises e correlações para que fossem elaborados melhores mecanismos de visualização dos resultados. Para tal foi utilizado o Excel® a fim de editar planilhas, criar tabelas, gráficos e outras listas de quantitativos, extraídos dos dados a serem explorados no desenvolvimento do estudo.

### 3.3 Rede Bayesiana do ODS 6 a abordagem guiada por correlações

A metodologia usada no presente trabalho foi baseada na observação empírica e análise da Rede Bayesiana (RB) das interações do ODS-6 e se divide em duas fases: uma de entendimento contextual e outra de análise das correlações expostas (CASTRO; GARRIGA; FOGUET, 2019).

Os autores supracitados recomendam que na primeira fase sejam identificados estudos de referência na literatura. Nesse trabalho, foi considerada a publicação da UN-Water (2018), a divisão de água da ONU, para validar a linguagem, abordagem e coerência da RB proposta.

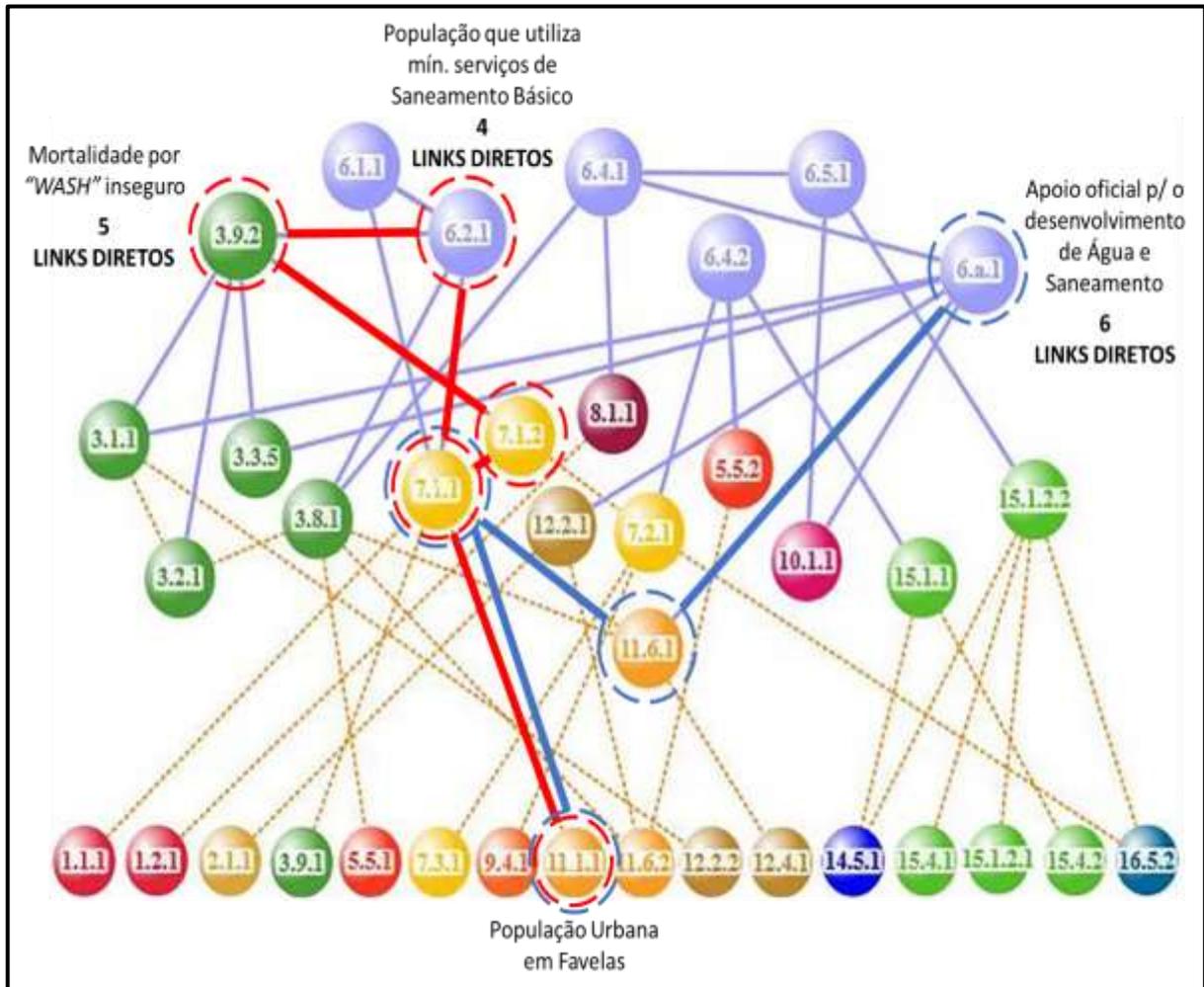
Castro, Garriga e Foguet (2019) sugerem uma adaptação do método para melhorar o entendimento da RB, deixando-a mais próxima ao nível subnacional. Para esse estudo então foi considerado como adicional norteador da abordagem, o relatório sobre o ODS-6 da Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA, (2020, 2022) para favorecimento de interpretações ao estudo.

Após o entendimento contextual, da correlação dos ODS, foi possível passar para a segunda etapa, de análise da RB do ODS-6. Nesta fase a rede foi analisada visando identificar as interligações entre os pontos dispostos (neste caso as metas), de onde foi possível extrair variadas interligações com maior aderência ao tema de interesse do observador, especialista de cada estudo.

Desta forma, foi adotado o critério de atribuir o nome trilha, aos trechos da RB para aderência ao recorte desejado. O critério elencado foi de destacar as trilhas de interligações que considerem os pontos (metas) do ODS-6 que estejam em uma correlação direta ou indireta com um ponto da RB pertencente ao grupo do ODS-11, ponto este referente contextualmente a população em aglomerações subnormais (favelas).

A Figura 19 traz a RB com destaque em dois trechos de maior interesse explicados na sequência.

Figura 19 - Rede Bayesiana das correlações do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - 6 com os demais objetivos de sustentabilidade, destacando os pontos chaves a serem explorados



Fonte: Adaptado de CASTRO; GARRIGA; FOGUET, 2019.

Tendo como base o critério de recorte descrito, duas trilhas de interligações inseridas na RB tiveram maiores atributos contextuais com o estudo para serem destacadas e melhor analisadas.

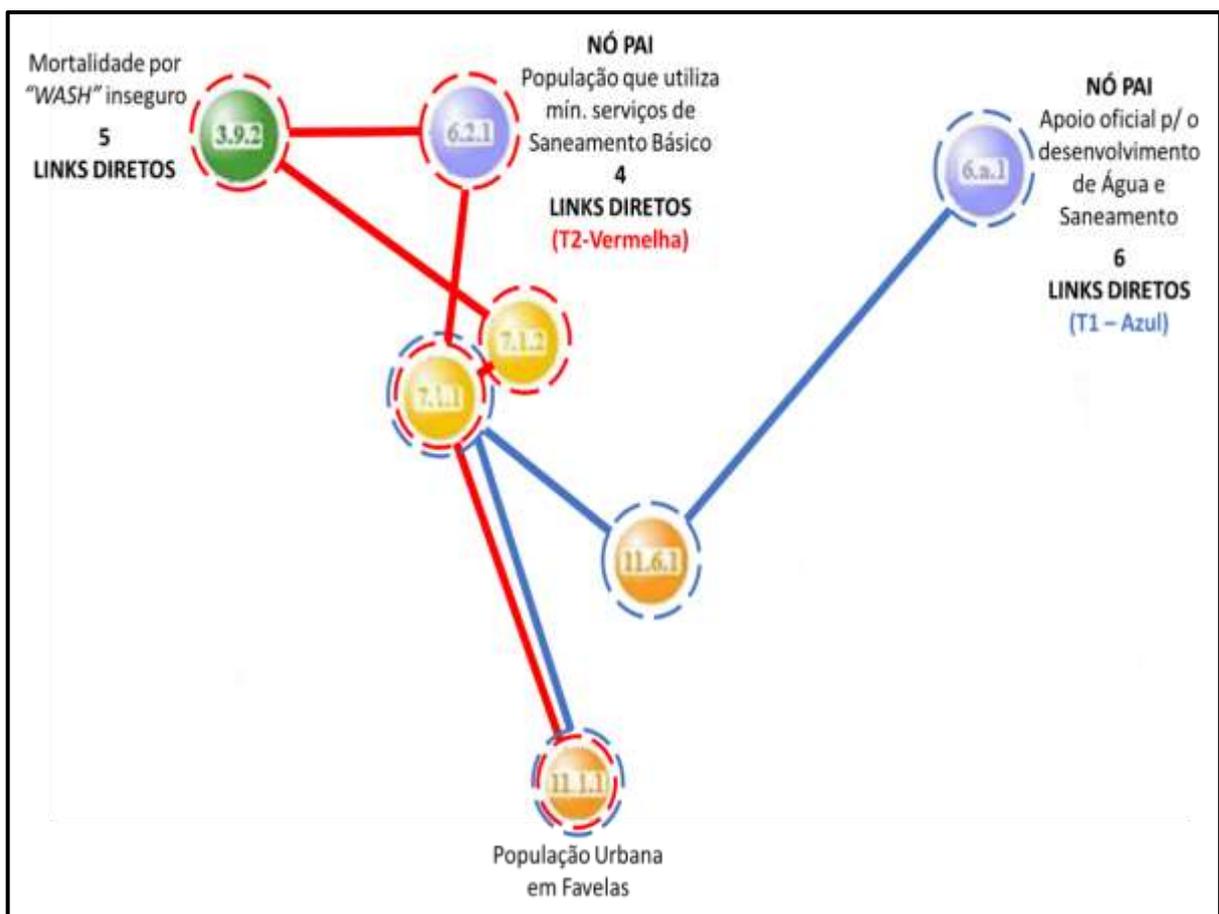
O primeiro deles é o fato de um dos pontos do ODS-6 água e saneamento, *meta 6.a.1 - Assistência oficial total ao desenvolvimento (investimento) para água e saneamento*, possuir o maior número de ligações diretas com outras metas, num total de seis interligações oriundas deste mesmo ponto.

Logo em seguida, foi destacado outro ponto com atributos relevantes ao estudo, o ponto relativo ao ODS-3 saúde e bem-estar, *meta 3.9.2 – Taxa de mortalidade atribuída à água, saneamento e higiene inseguros (“WASH” inseguro)*,

que possui cinco interligações fortes a este ponto, sendo uma destas ligações diretas com um ponto do ODS-6, *meta 6.2.1 – Proporção da população que utiliza serviços de saneamento básico mínimos*.

Os dois trechos destacados, estão de acordo ao critério preestabelecido, pois além de conterem pontos do ODS-6, possuem uma trajetória de interligações capaz de afetar indiretamente o ponto específico sobre populações em assentamentos urbanos subnormais, do ODS-11, *meta 11.1.1 – População urbana vivendo em aglomerados informais*. A ilustração a seguir (Figura 20) apresenta como os pontos envolvidos se relacionam.

Figura 20 - Decomposição da Rede Bayesiana referencial em duas trilhas de intercorrelações destacadas na relação de metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - 6 com a meta sobre população favelizada do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - 11



Fonte: Adaptado de CASTRO; GARRIGA; FOGUET, 2019.

### **3.4 Análise de dados para atributos de acesso a “WASH”**

Baseado na frequência e porcentagens dos resultados da pesquisa é possível descrever o acesso de alguns atributos WASH, utilizando uma técnica estatística proporcional, onde uma medida de escala de dois pontos é aplicada para codificar as variáveis, quando negativas ou inseguras = 0 (sem acesso) e quando positivas ou suficientemente seguras = 1 (com acesso) (AKOTEYON; ALIU; SOLADOYE, 2021).

### **3.5 Mapeamento das vulnerabilidades pelas dimensões da resiliência**

O mapeamento de vulnerabilidades é desenhado como estudo de caso exploratório, iniciando seu desenvolvimento com a análise dos dados primários, coletados por pesquisa, que neste caso já foi realizada via questionário, como parte fundamental para preparação da lista de vulnerabilidades percebidas com o trabalho.

Na continuação, deve ser iniciado um processo de correlação do pacote de vulnerabilidades com as quatro áreas de ação prioritárias do Marco de Sendai (MSRRD) e os possíveis ODS favoráveis ao tema, que neste caso já foram definidos em função da metodologia anterior da RB, que dispôs ao mínimo quatro objetivos de sustentabilidade diretamente envolvidos.

O recorte metodológico adotado irá tratar da vinculação das vulnerabilidades apenas em uma das áreas prioritárias do MSRRD, a Área de Ação 1 – Compreensão dos Riscos de Desastres, em função da limitação inerente aos dados da pesquisa realizada (questionário).

Finalizando o processo devem ser indicados quais pontos na lista de ações prioritárias do MSRRD, para avanços na compreensão dos riscos, num contexto local e global, são afetados negativamente pelas vulnerabilidades levantadas. As vulnerabilidades contidas no pacote podem ser validadas ao colocarem tais ações em risco ao contraporem de alguma forma as ideias sugeridas nas mesmas.

O objetivo principal desta metodologia foi favorecer a identificação das vulnerabilidades e compreender como podem guiar avanços ao desenvolvimento sustentável, por meio de um sistema global de ampliação da resiliência, redução de impactos negativos e melhorias na gestão dos riscos, em especial aos associados aos desastres em AUS, tendo como premissa uma associação do MSRRD aos ODS, que deve ser explorada ao final do mapeamento (SAAD, 2021).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Resultado dos Dados Primários da Comunidade

Os resultados indicaram que a abordagem adotada e forma de acesso a população de interesse gerou retorno favorável aos objetivos da pesquisa, devido à grande participação de moradores dentre os respondentes ao questionário. A análise de confiança também pode ser validada, tendo sido encerrada a pesquisa após atingir um total de 279 participantes válidos, para uma amostragem mínima de 272.

Desta forma, foi possível extrair informações divididas em três grandes grupos de importância, relativas a questões socioeconômicas, dados sobre as condições de saúde ambiental local e informações sobre saneamento básico.

#### 4.1.1 Dados Socioeconômicos

Conforme análise dos resultados (Tabela 9), mais de setenta e três por cento (73,48 %) dos participantes eram moradores da comunidade Rio das Pedras. Os demais respondentes estavam divididos entre: Comerciantes como lojistas, proprietários de bares e restaurantes e similares, relacionados em pouco mais de cinco por cento dos respondentes (5,02 %); Estudantes das escolas locais com menos de um por cento de participação (0,72 %), possivelmente devido à idade escolar ser um limitante ou por se enquadrarem prioritariamente no grupo de moradores; Prestadores de serviços que atuam na comunidade somaram menos de três por cento das respostas (2,87 %); Trabalhadores de relação contínua com o local, como professores, dentistas, vendedores e outros, compuseram quase sete por cento dos respondentes (6,81 %).

Quanto a faixa etária, 37,28 % das pessoas tinham entre 18 e 29 anos, maior faixa dentre os respondentes, seguida por 30,47 % com idade entre 30 e 39 anos. Os respondentes com idade entre 40 e 49 anos foram 21,51 % da amostra, já os indivíduos na faixa entre os 50 e 59 anos participaram em 8,24 % dos questionários, ficando relatado como menor grupo etário participante os com idade igual ou superior a 60 anos. A idade dos participantes da pesquisa esteve relacionada, possivelmente, a uma maior facilidade de acesso aos meios de comunicação digitais com acesso à internet como as redes sociais, meio de realização e divulgação da pesquisa.

Tabela 9 – Grupos dos respondentes ao questionário divididos com base na principal relação com a comunidade de Rio das Pedras - RJ.

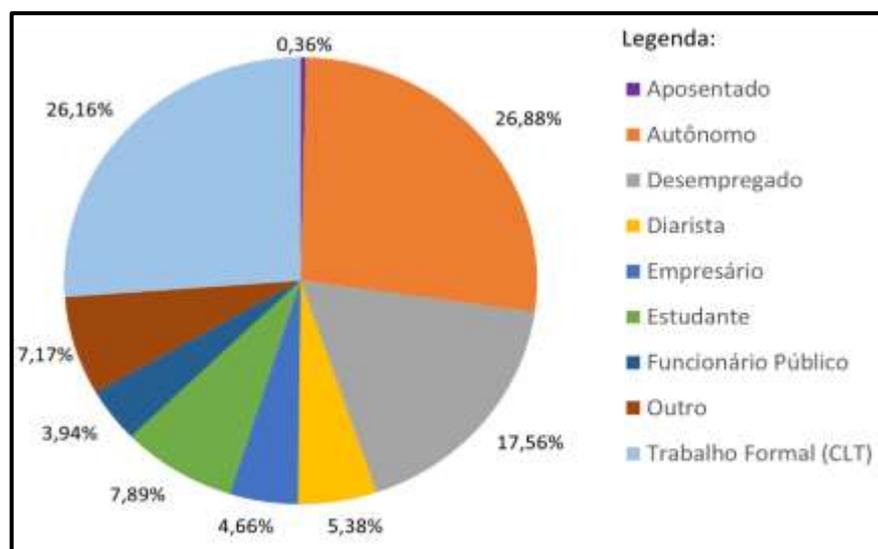
<b>Grupos respondentes ao questionário</b>	
Moradores	73,48 %
Comerciantes (empresário, lojista, bares e restaurantes)	5,02 %
Estudantes (escolas locais)	0,72 %
Prestadores de Serviços (autônomos e pequenos serviços)	2,87 %
Profissionais Formais (professor, dentista, vendedor e etc.)	6,81 %
Outros (informais e/ou não especificados)	11,10 %

Fonte: O autor, 2022.

Estratificando os respondentes, o gênero feminino foi o mais representativo com mais de sessenta por cento de participação (60,57 %), tendo o gênero masculino respondido em cerca de trinta e nove por cento (39,07 %) e identificados como outros gêneros formaram menos de meio por cento dos participantes (0,36 %).

Quanto às informações sobre emprego e ocupação principal foi levantado que 17,56 % dos participantes estavam desempregados, 26,88 % eram trabalhadores autodeclarados autônomos (informais ou legalizados) e 26,16 % eram de trabalhadores formais, amparados pelas leis trabalhistas, demais condições de ocupação podem ser visualizadas no gráfico 1.

Gráfico 1 - Condição de ocupação principal dos respondentes ao questionário, entre maio de 2020 a julho de 2021, na comunidade Rio das Pedras - RJ

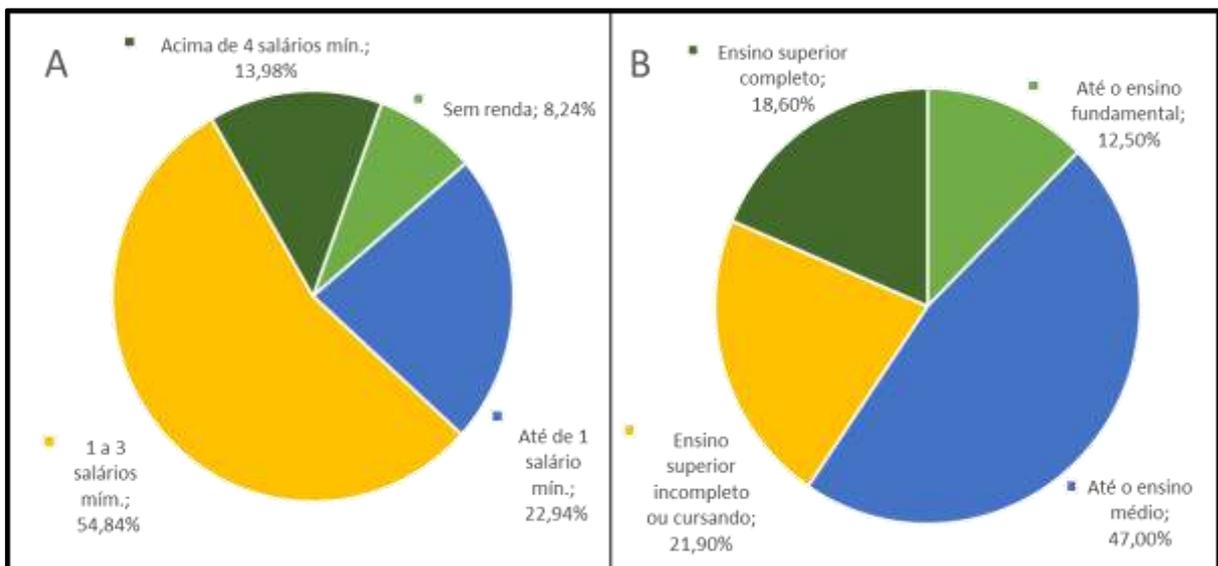


Fonte: O autor, 2022.

Os resultados sobre a renda dos respondentes constataram que 54,80 % tinham renda mensal de um a três salários-mínimos, referente ao ano base de 2020, sendo este salário-mínimo no valor de R\$ 1.045,00. Viviam com menos de um salário-mínimo por mês 22,94 % dos participantes e 8,24 % não tinham nenhuma renda regular mensal (Gráfico 2A).

Quanto a educação formal e nível de instrução dos pesquisados, 47 % possuíam ensino médio completo, 21,90 % estavam cursando a universidade ou não concluíram a formação superior, 18,60 % possuíam ensino superior completo e a menor parcela de 12,50 % era composta de indivíduos com baixo grau de escolaridade, tendo realizado apenas o ensino básico (Gráfico 2B).

Gráfico 2 - Dados socioeconômicos de renda familiar mensal (A) e nível de educação formal (B) dos respondentes ao questionário na comunidade Rio das Pedras - RJ



Fonte: O autor, 2022.

Sobre as características dos domicílios da comunidade estudada, 34,77 % das moradias eram compostas por três pessoas, 22,58 % eram compostas de duas pessoas, 21,51 % eram formadas por quatro moradores. As residências com cinco ou mais pessoas somaram 9,32 % e indivíduos vivendo sozinhos representavam 11,83 % das residências (Gráfico 3A).

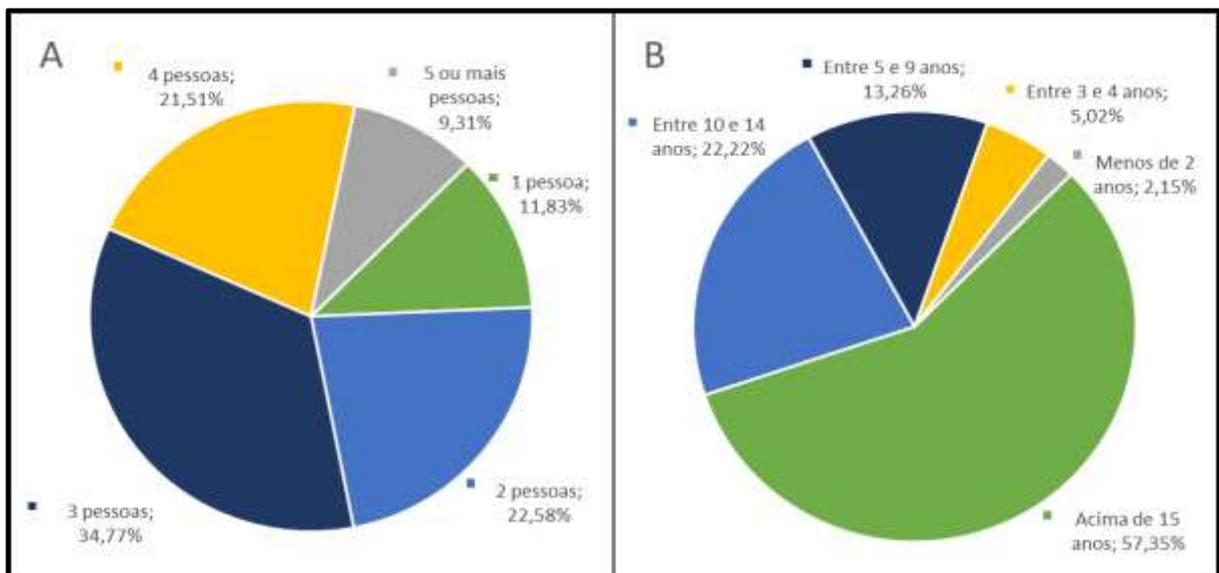
A média local por domicílio foi de 3,1 pessoas, o que se traduz numa correta similaridade a média nacional brasileira de 3,3 moradores por domicílio (IBGE-

CIDADES, 2020), também convergente a média informada pelo município do Rio de Janeiro de 2,9 pessoas por domicílio (DATA-RIO, 2020).

Relativo ao perfil dos respondentes, foi levantando que ampla maioria, correspondendo a 57,35 %, residiam ou atuavam cotidianamente na localidade havia mais de quinze anos, dado que promove uma maior qualidade as informações e percepções inferidas sobre o saneamento e demais questões locais pesquisadas.

Além disso, o segundo maior grupo de respondentes residiam ou atuavam na comunidade entre dez e quatorze anos, correspondendo a 22,22 % dos respondentes dos questionários (Gráfico 3B).

Gráfico 3 - Caracterização das habitações pelo número de indivíduos residentes em cada domicílio (A) e o tempo de residência ou atuação dos pesquisados (B) na comunidade Rio das Pedras - RJ



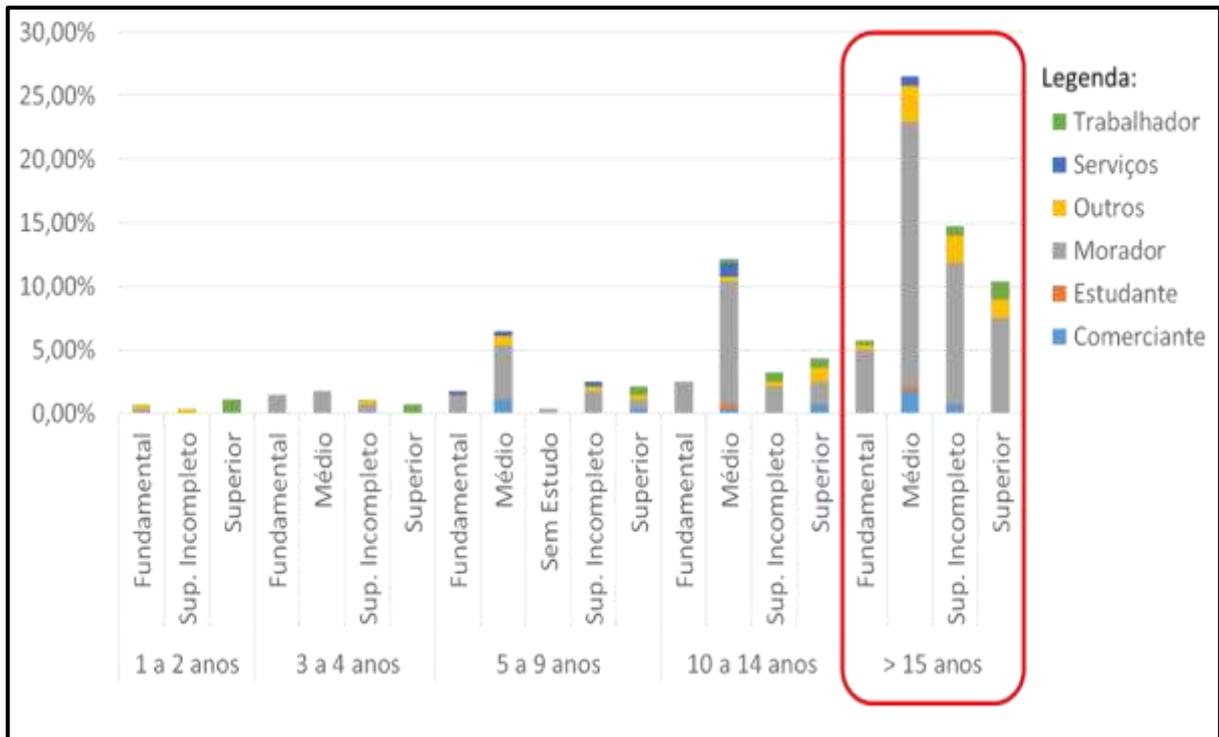
Fonte: O autor, 2022.

Realizada uma análise transversal entre o nível de escolaridade e o tempo de moradia, ou atuação na comunidade (Gráfico 4), observou-se maior concentração de pessoas com o ensino médio e superior completos dentre os que vivem a mais de quinze anos na comunidade.

O Gráfico 4 aponta um fenômeno temporal onde os moradores mais antigos da comunidade possuem melhor instrução do que os moradores mais novos. O total de moradores com nível superior completo foi de 10,04 % dentre todos os pesquisados (28 dos 279). Além disso, 7,53 % do total de respondentes (21 dos 279) foram

encontrados dentre os moradores com mais de quinze anos de residência na comunidade, demonstrando que o nível de formação educacional não garante objetivamente um distanciamento da situação de vulnerabilidade.

Gráfico 4 - Correlação entre nível de escolaridade e tempo de moradia ou atuação dos respondentes ao questionário na Comunidade Rio das Pedras - RJ

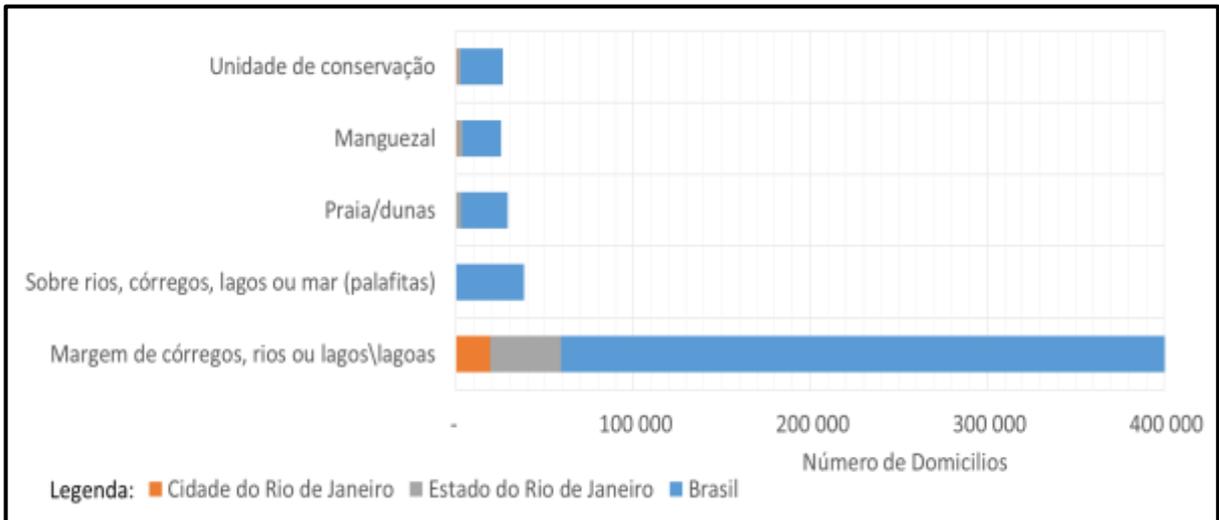


Fonte: O autor, 2022.

#### 4.1.2 Dados de Saúde Ambiental

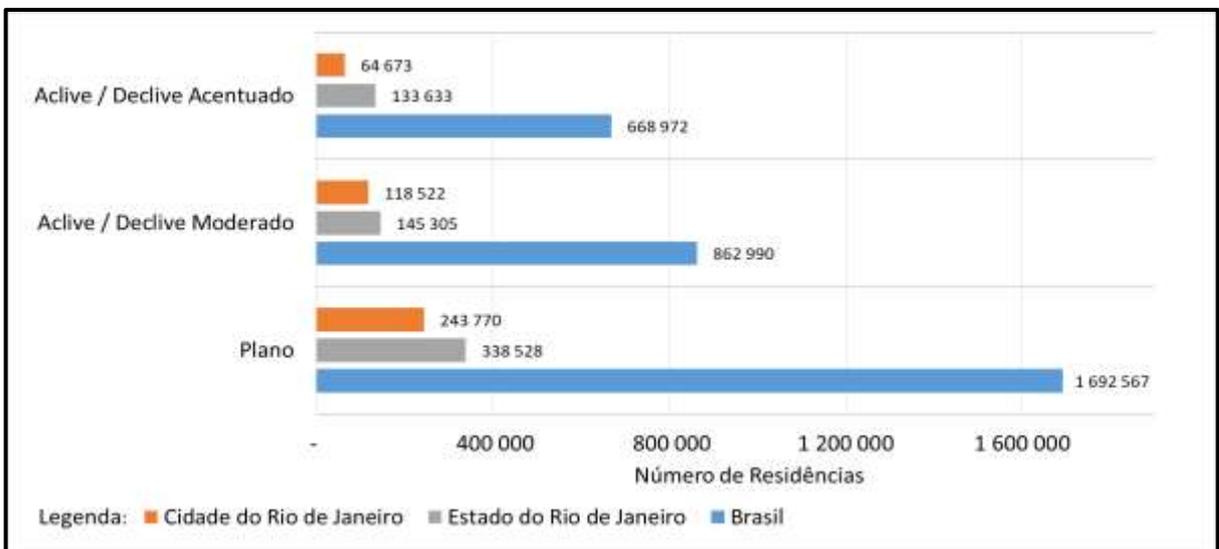
Toda as análises dos resultados observados no segmento saúde ambiental tiveram sua origem numa primeira informação de destaque, que diz respeito a uma nítida existência de um perfil nacional de aglomerações subnormais e onde este impacta o meio ambiente com maior prevalência, expondo suas populações a condições de vulnerabilidade. Tal condição pôde ser compilada após reorganização dos dados secundários do IBGE (2010) (Gráficos 5 e 6).

Gráfico 5 – Quantitativo de domicílios em aglomerados subnormais por características locais na cidade do Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro e no Brasil do ano de referência 2010



Fonte: Adaptada de IBGE, 2010

Gráfico 6 - Quantitativo de domicílios em aglomerados subnormais por características topográficas: na Cidade do Rio de Janeiro, no Estado do Rio de Janeiro e no Brasil do ano de referência 2010



Fonte: Adaptada de IBGE, 2010

Para melhor compreender a dinâmica e as condições sanitárias da localidade foi necessário questionar algumas informações que melhor a caracterizassem. Neste sentido, positivamente, 99 % dos 279 pesquisados possuíam ao menos um banheiro adequado em casa, adequação esta que significa, de acordo com os indicadores

propostos pelos ODS, aquelas onde a defecação não ocorre a céu aberto; haja segurança física dos usuários; os resíduos fecais sejam capturados e conduzidos de forma segura com isolamento no descarte (ou recebam tratamento dentro ou fora do local de uso); e haja instalações para lavagem das mãos com água e sabão internas ao imóvel (HUTTON; CHASE, 2016).

A pesquisa revelou que 96,4 % das instalações são internas, privativas e não compartilhadas. Cabe ressaltar que não houve relato de moradia sem acesso a banheiro interno, podendo se inferir que existe segurança higiênica quando ao uso interno de instalações sanitárias.

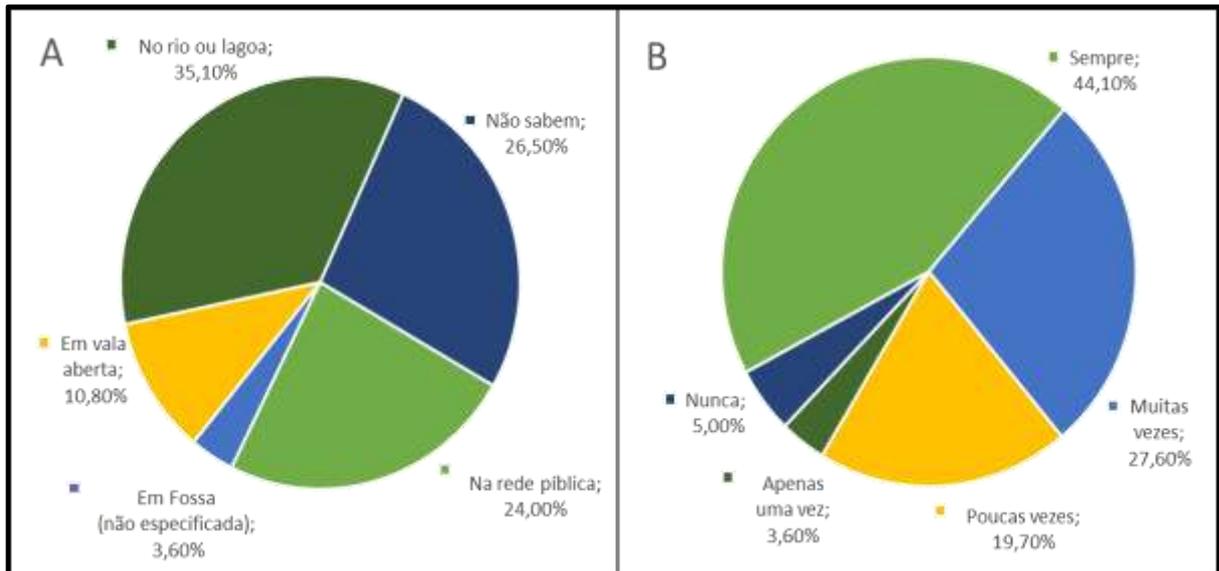
Em relação ao destino do efluente doméstico, mais de trinta e cinco por cento (35,10 %) dos respondentes afirmaram saber que seu efluente (esgoto doméstico) era despejado diretamente no rio (ou lagoa), acima de vinte seis por cento (26,50 %) desconheciam o destino do seu próprio efluente e acima de dez por cento (10,80 %) dos participantes afirmaram que seu efluente era lançado em vala aberta, o que demonstra um cenário de risco à população apesar da segurança higiênica dentro das residências. Somente 24 % dos participantes afirmaram estar ligados à rede pública de coleta de esgoto (Gráfico 7A).

Ademais, a maioria dos pesquisados, acima de quarenta por cento (44,10 %), afirmaram “sempre” ter contato por alagamento ou inundação, com águas inapropriadas durante ou após eventos chuvosos na região. Sendo próximo de vinte oito por cento (27,60 %) o percentual dos indivíduos que confirmaram já ter tido “muitas vezes” este mesmo contato (Gráfico 7B).

Neste ponto é importante reforçar que a localidade apresenta um ambiente suscetível a eventos de inundação, com um histórico de alagamentos e inundações urbanas frequentes nos últimos anos (CASTRO; DIAS, 2017), aliado a atual condição de degradação do rio que corta a comunidade, relatada na problematização da área de estudo.

Esse cenário tem como uma de suas consequências pontos de retenção de água que podem levar dias ou semanas para drenar, expondo a população local cotidianamente ao contato com tais águas supostamente contaminadas, seja devido a presença de efluentes domésticos brutos ou pela ampla presença de resíduos sólidos dispostos inadequadamente por diversos pontos da comunidade, principalmente nos períodos mais chuvosos do ano.

Gráfico 7 - Destino principal do efluente doméstico (A); Frequência de contato com águas inapropriadas durante ou após chuvas (B); relatados pelos respondentes da comunidade Rio das Pedras – RJ



Fonte: O autor, 2022.

Tais condições de saúde ambiental resultaram no fato de que quase vinte dois por cento (21,86 %) dos participantes afirmaram já ter contraído alguma doença posteriormente a este tipo de exposição direta ou indireta com águas supostamente impróprias (Tabela 10).

Tabela 10 - Percentual da população adoecido após contato com águas impróprias durante ou após eventos chuvosos na comunidade de Rio das Pedras - RJ.

<b>Ficaram doentes após contato com águas inadequadas após eventos chuvosos (alagamentos ou inundações)</b>	
Sim	21,86%
Não	57,35%
Não soube informar	20,79%

Fonte: O autor, 2022.

Segundo pesquisas sobre áreas favelizadas há uma associação de crescimento das comunidades em AUS, escassez de saneamento e crescimento da degradação ambiental, principalmente nos ecossistemas locais (MAHABIR et al., 2016; TAKYI et al., 2020).

Neste sentido, havia uma questão visando acessar qual seria a percepção da população local como possível agente poluidor deste ciclo e é possível afirmar que a ampla maioria dos respondentes (94,27 %) confirmaram ter consciência de que os impactos negativos (poluidores), provenientes da comunidade, podem amplificar os danos ao sistema ambiental local.

#### 4.1.3 Dados Sobre Saneamento

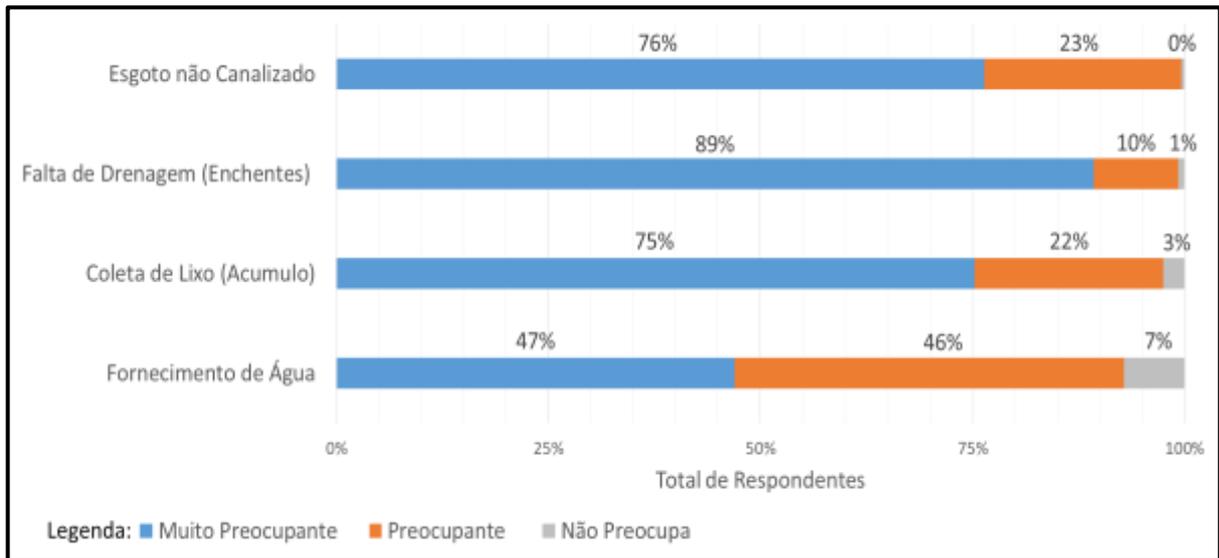
A deficiência no saneamento pode se tornar um risco prejudicial à saúde humana e ambiental da região, como sugerido no tópico anterior, porém a compreensão dos fatores prioritários desta condição de vulnerabilidade fica mais evidente após avaliarmos o grau de preocupação e percepção da população quanto ao saneamento local.

Neste sentido, foi formulada uma pergunta específica (número 17) que apresentava tópicos, em linguagem simples, para que fossem classificados em quatro níveis de preocupação (“muito preocupante”; “preocupante”; “menos preocupante”; e “não preocupante”), os principais tópicos eram: fornecimento de água potável; coleta de lixo urbano; enchentes (por falta de drenagem); e esgoto não canalizado. Cabe ressaltar que a opção “menos preocupante” não foi utilizada por nenhum respondente.

Considerando as respostas com a classificação “muito preocupante”, tem-se mais de oitenta por cento (80,29 %) dos respondentes considerando mais de um tópico do saneamento local, o que demonstra uma percepção da população bastante alarmista quanto a escassez dos serviços de saneamento na região.

Dentro deste panorama, as três principais preocupações da comunidade, em ordem de magnitude, foram (Gráfico 8): 1ª) os constantes alagamentos e inundações, por mais de oitenta e nove por cento dos respondentes (89,25 %); 2ª) a escassez de infraestrutura sanitária para coleta de efluentes (esgoto doméstico), apontada por mais de setenta e seis por cento dos participantes (76,34 %); 3ª) também sendo vista como de elevada preocupação estava à ineficiência nos serviços da coleta regular de resíduos sólidos urbanos, percebida através do acúmulo em variados pontos da comunidade, para mais de setenta e cinco por cento (75,27 %) da população pesquisada.

Gráfico 8 - Preocupação da população local quanto a prestação dos principais serviços de saneamento básico na comunidade de Rio das Pedras - RJ



Fonte: O autor, 2022.

Sobre a forma de descarte e o padrão de coleta dos RSU, a pesquisa revelou que 83,50 % depositavam seu resíduo comum em pontos de acumulação coletivos, dispostos pela comunidade, 15,70 % afirmaram ter coleta municipal regular no domicílio (Gráfico 9A).

Os pontos de acumulação, ou locais de coleta, foram contêineres ou simples demarcações no terreno para posterior remoção, a ser realizada pelo serviço municipal de limpeza urbana, percebido pela população como ineficiente. Esses resíduos dispostos sem qualquer controle estão, por vezes, expostos a variadas condicionantes ambientais adversas, como chuvas, enchentes e inundações, além de permitir o contato e manuseio direto, sem qualquer critério de proteção ou seleção prévia, pela população e por animais domésticos.

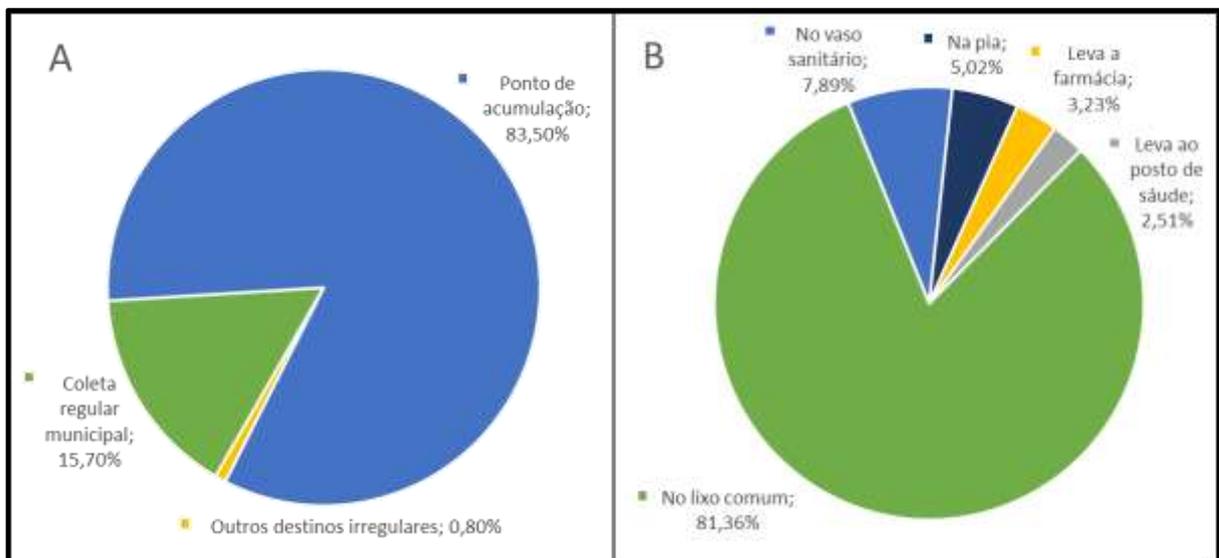
Análises recentes na região do complexo lagunar da baixada de Jacarepaguá e Barra da Tijuca indicaram novamente a presença de poluentes como os fármacos, e poluentes de outras classes como os metais, relacionados ao despejo de efluentes domésticos e industriais não devidamente tratados ou mesmo sem tratamento nas matrizes ambientais locais (CUNHA et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020; SILVA; OBRACZKA; SALOMÃO, 2020).

Para entender as possíveis rotas de entrada destes fármacos nos corpos hídricos diretamente correlatos a comunidade Rio das Pedras, foi formulada uma

questão mais objetiva relativa ao descarte de medicamentos, onde 81,36 % dos respondentes afirmaram descartar as sobras e/ou seus medicamentos vencidos no lixo comum.

Ademais, somaram mais de doze por cento (12,90 %) os pesquisados que indicaram descartar as sobras e/ou fármacos com validade expirada via esgotamento doméstico em suas pias ou vasos sanitários. Um correto destino foi apontado pela menor parcela de pesquisados (2,51 %), que indicaram levar os resíduos de medicamentos até uma farmácia ou posto de saúde (Gráfico 9B).

Gráfico 9 - Forma de descarte de resíduos (A) e destinação dos fármacos residuais ou fora da validade (B) na comunidade de Rio das Pedras - RJ

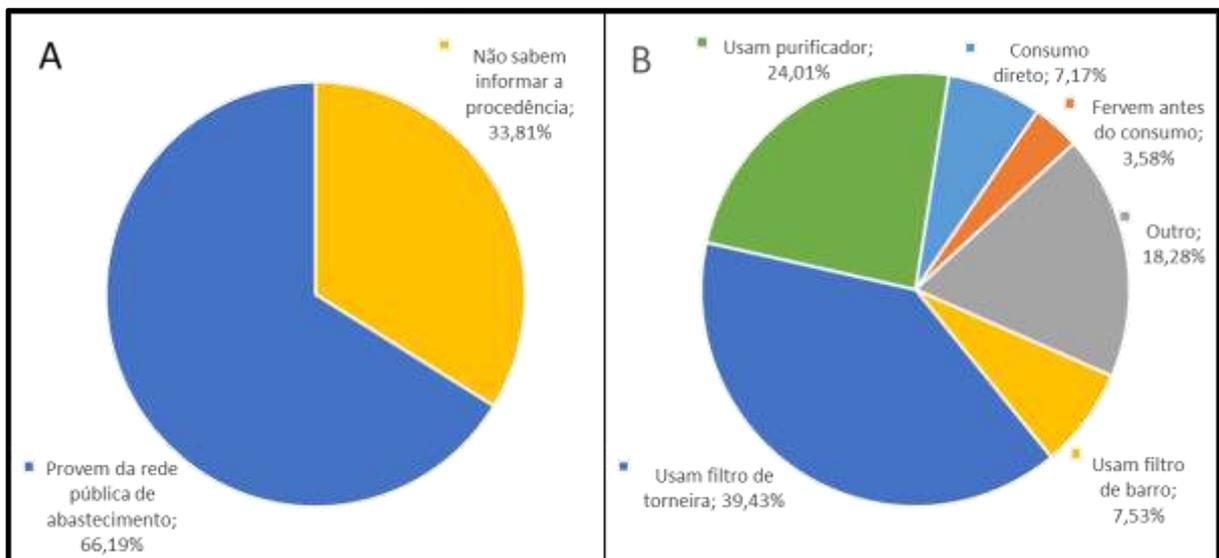


Fonte: O autor, 2022.

O índice de abastecimento com água potável na cidade do Rio de Janeiro, incluindo a região administrativa onde a comunidade Rio das Pedras está inserida, pode ser considerado alto (ITB, 2020). Pensando nisso, uma questão complementar caso este ponto não figurasse como de elevada preocupação à população local foi elaborada, questionando aos respondentes sobre a origem da água utilizada no abastecimento para consumo dos imóveis locais. Os resultados obtidos indicaram que mais de um terço dos respondentes não sabiam com clareza a origem da água que consumiam, o que pode incluí-los em uma posição de vulnerabilidade sanitária, enquanto a grande maioria do grupo afirmou saber que sua água potável provém do abastecimento público (Gráfico 10A).

A fim de complementar esta informação foi questionado, aos respondentes, como era realizado o consumo da água para uso alimentar (beber e/ou cozinhar) nos domicílios, revelando que a grande maioria dos pesquisados utilizava alguma forma de filtração, em variadas tipologias. Todavia, acima de dezoito por cento (18,28 %) dos respondentes utilizavam outra fonte de água para o consumo, enquanto acima de sete por cento (7,17 %) confirmaram fazer uso direto da água recebida. A menor parcela relatada foi daqueles que ferviam a água para consumi-la (Gráfico 10B).

Gráfico 10 - Conhecimento sobre a origem da água usada para abastecimento domiciliar (A); Tratamento mínimo aplicado a água para consumo alimentar (B) na comunidade de Rio das Pedras - RJ



Fonte: O autor, 2022.

Para concluir o questionário, havia uma pergunta, que buscou ratificar a percepção dos respondentes sobre a realidade condicional do saneamento local. Os respondentes foram perguntados se acreditavam que parte da poluição encontrada na lagoa da Tijuca tinha como origem o despejo de efluentes brutos e o descarte irregular de resíduos oriundos da comunidade. A resposta foi que mais de noventa e cinco por cento dos respondentes acreditavam que a comunidade tem uma influência direta na poluição da lagoa da Tijuca (Tabela 11).

Como ponderação importante, considerando o universo de domicílios pesquisados, para a percepção e diagnóstico local, quanto as condições de saneamento urbano, foi possível inferir que existe um elevado percentual de efluentes domésticos brutos, acima de setenta por cento, capazes de atingir os corpos hídricos

adjacentes à comunidade devido à escassez de saneamento, ao considerar um cenário unificando os dados levantados (Figura 21).

Tabela 11 - Percentual da população (%) que acredita colaborar com a poluição dos corpos hídricos diretamente ligados a comunidade Rio das Pedras - RJ

<b>Acreditam que parte da poluição da lagoa tem origem na comunidade</b>	
Sim	95,70%
Não	0,72%
Talvez	3,58%

Fonte: O autor, 2022.

Figura 21 – Percepção da população respondente sobre a porcentagem de efluentes brutos com potencial total de atingir aos corpos hídricos (rio e lagoa) diretamente ligados a comunidade Rio das Pedras - RJ



Fonte: O autor, 2022.

Visando macro escalar a realidade observada, referente ao acesso à saneamento, água e comportamento de higiene adequados, baseado numa abordagem global (“WASH” seguro), foi elaborada uma tabela comparativa entre os dados sociodemográficos da comunidade Rio das Pedras e um estudo publicado em 2022 na maior aglomeração urbana subnormal da Tailândia, na cidade de Bangkok chamada Khlong Toei (NGUYEN; PATTANARSI, 2022) de similar perfil, conforme Tabela 12.

Os dados foram estratificados por gênero, escolaridade e ocupação principal. Não foi possível realizar uma equiparação incluindo faixa etária devido a forma de divisão dos grupos ser distinta nos dois estudos. Existe compatibilidade entre o perfil

das áreas de estudo e condição ambiental nas duas comunidades, e discrepâncias entre as realidades locais em relação à segurança sanitária dos indivíduos.

Tabela 12 - Comparação internacional de “WASH” seguro

<b>Características Sociodemográficas x Acesso a WASH (com ou sem segurança)</b>	<b>WASH com acesso seguro</b> Rio das Pedras (Brasil)	<b>WASH com acesso seguro</b> Khlong Toei (Tailândia)	<b>WASH sem acesso seguro</b> Rio das Pedras (Brasil)	<b>WASH sem acesso seguro</b> Khlong Toei (Tailândia)
População Pesquisada	279	453	279	453
<b>Gênero</b>				
Feminino	33,12%	39,74%	27,38%	11,48%
Masculino	23,80%	37,09%	15,34%	11,48%
Outros	0,36%	0,22%	N/A	N/A
<b>Escolaridade</b>				
Não frequentou a escola	0,00%	9,71%	0,36%	7,73%
Até o Ensino Fundamental	3,80%	17,88%	8,39%	2,43%
Até o Ensino Médio	17,35%	18,54%	29,61%	6,18%
Ensino Superior Completo	9,03%	26,71%	9,61%	5,30%
Outros	8,32%	4,19%	13,55%	1,32%
<b>Ocupação</b>				
Comerciante / Empresariado	2,08%	11,48%	2,58%	2,87%
Autônomo / Diarista	12,40%	27,37%	19,86%	6,40%
Servidor Público	1,94%	0,22%	2,01%	N/A
Desempregado	5,73%	14,79%	11,83%	7,51%
Estudante	2,80%	14,13%	5,09%	3,75%
Emprego Formal	10,11%	4,64%	16,06%	0,44%
Outros	3,51%	4,42%	4,01%	1,99%

Fonte: O autor, 2022.

A comunidade tailandesa possui 49.225 domicílios e uma população superior a 100.000 moradores, está situada na região portuária da cidade as margens de um importante canal de ligação com o rio principal da região e parcialmente coberta por uma rodovia elevada da cidade. A amostra mínima local era de 383 respondentes e foram obtidas 453 respostas ampliando a confiança na realidade analisada. Estas informações trazem uma similaridade ao estudo na comunidade Rio das Pedras em função do porte e perfil do local estudado.

Após avaliação e comparação dos dados e informações pesquisadas algumas informações foram destacadas, como o fato de o gênero feminino sem acesso “WASH” seguro na comunidade Rio das Pedras ter números muito superiores ao gênero masculino na mesma condição, uma realidade distinta da encontrada na comunidade tailandesa que possui proporções equivalentes entre os dois gêneros nesta condição de vulnerabilidade, e mesmo com população maior apresentou percentual menor que a realidade brasileira, em Rio das Pedras.

Considerando o nível de escolaridade da população pesquisada, chama a atenção o dado sobre os indivíduos com nível de ensino superior completo que ainda vivenciam uma realidade sem acesso a “WASH” seguro. O percentual de pesquisados nesta condição na comunidade da Tailândia foi superior a cinco por cento e na comunidade Rio das Pedras, no Brasil, foi superior a nove por cento, da amostra de participantes das pesquisas.

Entretanto, algumas diferenças encontradas entre as duas comunidades foram melhor percebidas ao analisar a ocupação principal dos indivíduos pesquisados, como o percentual divergente do grupo de pessoas autônomas (diaristas e/ou informais) sem acesso a “WASH” seguro, que na comunidade Rio das Pedras representava 19,86 %. Já na comunidade tailandesa, o percentual foi de 6,40 %. Quanto ao grupo de desempregados avaliados, em condição de insegurança sanitária, a comunidade brasileira Rio das Pedras teve um percentual de 11,83 %, tendo a comunidade Khlong Toei um percentual de 7,51 % de indivíduos nesta condição.

O destaque negativo mais preponderante observado vem dos indivíduos com emprego formal sem acesso a “WASH” seguro, onde na comunidade Khlong Toei, os valores pesquisados foram inferiores a meio por cento. Já na comunidade Rio das Pedras este percentual foi superior a dezesseis por cento. Uma demonstração de que o emprego formal para os pesquisados na comunidade em Bangkok promovia um relevante distanciamento da vulnerabilidade ambiental, o que não foi percebido na comunidade Rio das Pedras, no Rio de Janeiro.

#### **4.2 Discussão Baseada na Interação dos ODS**

Seguindo o critério elencado no item 3.3, observou-se na RB que duas trilhas de interligações dos ODS apresentaram melhor aderência ao estudo. Então foram destacadas, compondo os objetos de análise a serem apresentados a seguir. Tais

trilhas estão dispostas nas figuras 22 e 23, seguidas pelas discussões e resultados de suas análises de correlação.

#### 4.2.1 Principais Correlações Aplicáveis à Realidade Local

A primeira trilha (T1) foi analisada com base na leitura de direcionamento serial, onde o nó inicial (pai) referente à meta 6.a.1 do ODS-6, que trata dos investimentos financeiros oficiais ou incentivos a ele, pontos mencionados como baixos na contextualização, mas coerentes ao tema na correlação com as respostas dadas pela comunidade ao questionário, principalmente quanto as preocupações locais que tratam essencialmente da escassez de infraestrutura sanitária (Figura 22).

Figura 22 - Primeira Trilha (T1) extraída da rede bayesiana das correlações dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, com base na percepção do saneamento ambiental da comunidade Rio das Pedras-RJ, guiada pela relação investimentos em água e saneamento e a população em aglomerados urbanos subnormais



Fonte: O autor, 2022.

Outra correlação foi encontrada na inferência sobre o percentual de efluentes domésticos com potencial de atingir aos corpos hídricos, ambas as questões que necessitam de investimento financeiro direto para mitigação de riscos e vulnerabilidades ambientais, na criação de resiliência local.

Ainda na figura 22, pode-se observar que interligado diretamente ao ponto inicial tem-se o primeiro nó filho, de ligação direta (forte) ao nó anterior, item referente à meta 11.6.1 (sobre a gestão dos RSU) do ODS-11, onde foi possível observar na análise local uma ineficiência na gestão dos RSU, corroborada pelos resultados da pesquisa, uma vez que 83,50 % dos moradores afirmaram depositar seus RSU em pontos de acumulação com coleta irregular e acima de 75 % dos pesquisados apontaram como muito preocupante o acúmulo de resíduos na comunidade.

Na subsequência da Trilha (T1), a partir do primeiro nó filho, chegamos ao nó referente à meta 7.1.1 (sobre acesso a eletricidade) do ODS-7. Neste ponto se fez necessário ampliar a escala de observação para uma análise de visão macro (regional e/ou nacional) relacionada à energia elétrica. Primeiramente justificada devido a nossa matriz energética ser baseada, em sua essência, por matrizes que utilizam água, seguida do fator tratamento das águas, uma operação de alto consumo energético e elevado custo financeiro, demandante de grandes investimentos para as cidades (CAGECE, 2020). Questões estas sensíveis aos impactos das mudanças climáticas, expondo o nexo água-saneamento-energia como preocupação de governança plena (ONU-BR, 2018) .

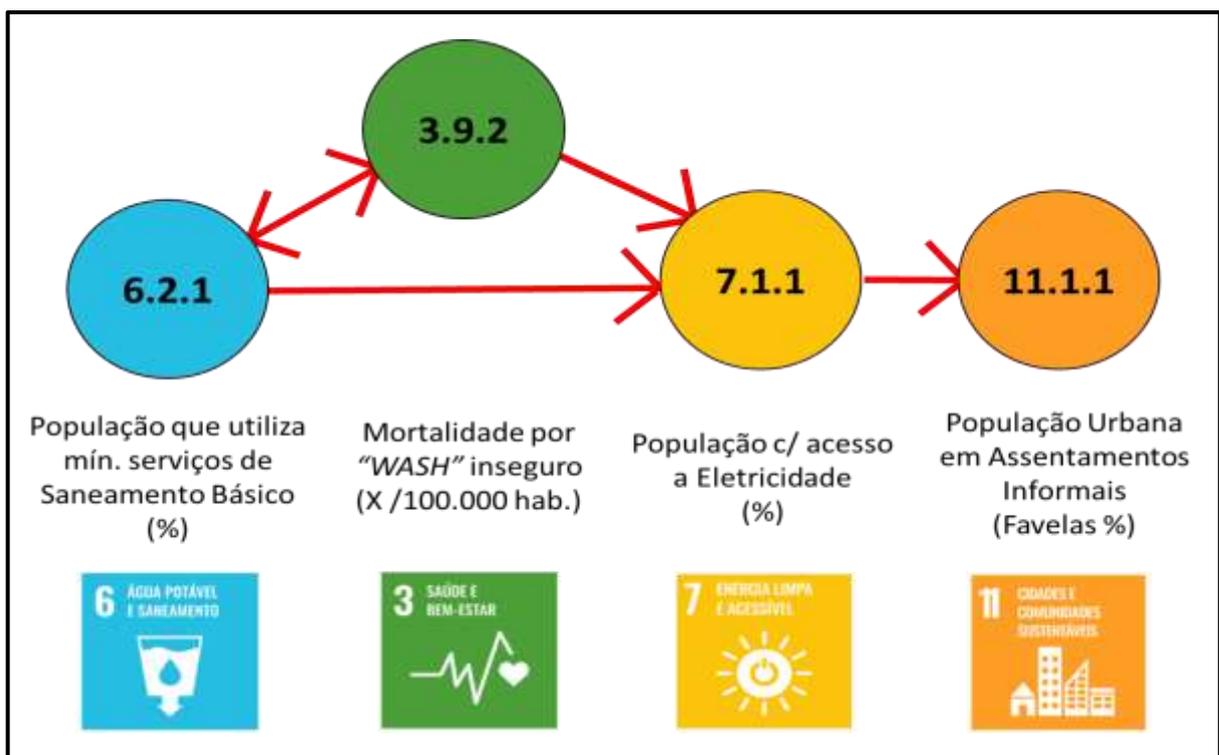
Logo, considerando o perfil nacionalmente típico da comunidade, se faz necessário destacar que a poluição dos rios e lagoas aumenta a pressão sobre as bacias hidrográficas, prejudicando a gestão, custos e planejamentos do fornecimento energético (GUIMARÃES, 2015). Outras considerações podem ser exploradas neste ponto, uma vez que o acesso à energia elétrica é um tema pertinente às aglomerações subnormais, mas não foi o foco aplicado neste trabalho.

Finalizando a trilha apresentada na Figura 22, é possível ver que todos os pontos da Trilha (T1) culminam no nó extremo relativo à população em assentamentos urbanos subnormais em situação de vulnerabilidade (favelas), referente à meta 11.1.1 do ODS-11, ao qual segundo a literatura são localidades que expõem parte (ou a totalidade) da população a um ou mais riscos à saúde (FRIESEN et al., 2020).

A análise deste item destacou que o crescimento local vivenciado na última década reforça indicadores negativos de questões socioeconômicas e ambientais tratados em nível global e presentes na comunidade, podendo ser confirmados pela exposição de parte da população a frequentes inundações, uma das principais preocupações mundiais quanto aos efeitos dos extremos climáticos (CORBURN; SVERDLIK, 2017) e o convívio inadequado com RSU como levantados na pesquisa.

A Figura 23 traz a segunda trilha destacada (T2), que possui uma leitura inicial na RB de maior complexidade que a trilha anterior (T1). T2 contém elementos de conexão múltipla, mas para favorecer um melhor entendimento e considerando a observância metodológica a qual sugere que os nós não aderentes ao estudo podem ser suprimidos, faz-se necessário informar que o nó referente a meta 7.1.2 que trata do consumo doméstico de combustíveis e tecnologia limpa do ODS-7 é considerado atendido pelo Brasil, devido ao acesso estatisticamente satisfatório, onde mais de 95 % da população faz uso de gás encanado ou envazado, em suas residências (ODS BRASIL, 2015).

Figura 23 - Segunda trilha (T2) extraída da rede bayesiana das correlações dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, com base na percepção do saneamento ambiental da comunidade Rio das Pedras-RJ, guiada pela relação dos mínimos serviços de saneamento básico e a população em aglomerados urbanos subnormais



Fonte: O autor, 2022.

Desta forma, a Figura 23, por meio da leitura de direcionamento conectado, analisou a T2 iniciada pela ligação de maior relevância, onde o nó pai (inicial) que diz respeito a meta 6.2.1 do ODS-6, sobre a população que utiliza mínimos serviços de saneamento básico interligado ao nó da meta 3.9.2 do ODS-3, que trata da

mortalidade por “WASH” inseguro. Tendo sido esclarecida a forma de leitura da segunda trilha foram realizadas as análises pontuais.

A análise do nó pai, 6.2.1 do ODS-6 foi associada a variadas questões da pesquisa, como a que retornou um percentual acima de dez por cento da população que fazia o descarte de seu efluente doméstico em vala aberta. Assim como ao resultado da pesquisa que relatou que somente cerca de quinze por cento dos pesquisados são assistidos por coleta regular municipal dos RSU.

Além disso, a drenagem urbana, associada a inundações (ou enchentes), foi o fator de maior preocupação dentre os respondentes, fundamentada pela alta população que respondeu ter repetidos contatos com águas supostamente impróprias. Expondo uma condição de vulnerabilidade devido à escassez de serviços mínimos de saneamento básico, com maior enfoque na infraestrutura de esgotamento sanitário.

Interligado diretamente a estas informações, na sequência direta, chegou-se ao nó da meta 3.9.2 do ODS-3, um nó filho com atributos de nó pai, por sua forte interligação com outros pontos da RB originária e por promover uma retroalimentação dos problemas, uma vez que a insegurança sanitária distancia os indivíduos da utilização mínima dos serviços de saneamento de forma adequada e a não utilização destes serviços aproxima indivíduos da vulnerabilidade e distancia de uma condição aceitável de saúde e bem-estar. Sendo assim, neste ponto foi necessária uma análise da correlação associada à importância da relação saneamento e saúde pública, de forma ampla (global). Uma vez que a pesquisa não possuía uma pergunta capaz de suprir diretamente a essa questão. Contudo, foi capaz de colaborar com o apontamento que interliga a faixa da população mais exposta a riscos que podem levar ao óbito.

Considerando que as doenças de veiculação hídrica e diarreicas são correlatas a insegurança sanitária e responsáveis por centenas de mortes por ano em grande parte dos países de baixa e média renda, podemos atribuir uma fração importante do total das mortes diárias nestas nações ao “WASH” inseguro (PRÜSS-USTÜN et al., 2019). Essa associação também pode ser feita para aglomerações urbanas subnormais no Brasil, principalmente nas regiões de menor circulação econômica (ALMEIDA, 2019), expondo uma visão geral convergente a análise local.

Prosseguindo na análise de correlações, novamente tem-se uma passagem pelo nó 7.1.1 do ODS-7, sobre acesso à energia elétrica, mas nesta trilha foi feita uma avaliação diferenciada desta correlação, sabendo que a insegurança sanitária afeta

principalmente aos mais vulneráveis socioeconomicamente, verificado na presente pesquisa, onde oito por cento dos respondentes informaram não possuir rendimento financeiro mensal e quase vinte e três por cento apresentavam renda mensal de até um salário mínimo. Tal fato, acarreta numa maior dificuldade de pagamento por serviços públicos essenciais, tendo como consequência uma via alternativa (irregular) de obtenção destes serviços, mais uma vez fomentando o nexo água-saneamento-energia, porém por outro processo.

Cabe ressaltar que o IBGE, para classificar uma região como aglomeração subnormal, considera ao menos uma característica referente a carência ou dificuldade de acesso a serviços públicos essenciais, pertinente a meta 7.1.1 do ODS-7, que aborda o acesso adequado a energia elétrica e/ou iluminação pública. O Banco Mundial, por sua vez, caracteriza pobreza socioeconômica como: a vulnerabilidade a eventos adversos; a exposição a riscos; e a falta de recursos para provimento de necessidades básicas, neste caso como a energia elétrica (TOLEDO, 2018).

No direcionamento final da segunda trilha, chegasse ao nó da meta 11.1.1 do ODS-11, como consequência pré-anunciada pelo nó anterior. A análise relativa a este ponto em T2 sugere uma intercorrelação de maior dependência entre os nós envolvidos na trilha, levando à uma percepção integrada da realidade local, envolvendo percentual populacional vivendo sob múltiplos riscos.

Sobre a percepção da população local, foi possível levantar que boa parte dos pesquisados (80,29 %) tem alta preocupação com as condições dos serviços de saneamento disponíveis na região. O aumento da população nos últimos anos mostrou que a escassez de acesso aos serviços básicos de saneamento atingiu uma faixa cada vez maior de indivíduos com diferentes níveis de formação e condição financeira, promovendo aos mais vulneráveis economicamente, dentro do grupo dos que já apresentavam alguma condição de vulnerabilidade, uma percepção de insegurança sanitária ainda maior.

A múltipla condição de vulnerabilidade ambiental foi inferida com as respostas afirmativas de adoecimento, após exposição às águas supostamente inapropriadas, com uma nítida correlação a “WASH” inseguro por parte dos moradores de Rio das Pedras. Estratificando os quase vinte e um por cento (20,78 %) de respondentes adoecidos por faixa de renda dos pesquisados, ficou constatado que os adoecidos estavam divididos justamente entre as faixas de menor renda. Considerando o universo total da população pesquisada, isto seria equivalente a dizer que os

adoecidos pertenciam as seguintes classes de salário: 11,11 % possuíam renda entre um e três salários-mínimos; 6,09 % ganhavam menos de um salário-mínimo; e 3,58 % referentes aos que não possuíam renda mensal. Tal fato exemplifica a múltipla intercorrelação exposta por T2.

#### 4.2.2 Pontos Críticos das Intercorrelações Avaliadas

As duas trilhas possuem diferentes abordagens de correlação com a localidade podendo ser destacado que em T1 a relação das condicionantes pode ser observada de forma sequencial, como causa e efeito (inferência causal). Todavia, em T2 tem-se uma inerente interpenetração das correlações de cada ponto para com os demais, sendo mais difícil estabelecer uma linearidade causal, mas sim um balanço de condições capazes de afetar as vulnerabilidades expostas e grau de severidade dos riscos, percebidos de maneira variada ao longo da análise.

Após discorrida análise intercorrelacional das metas do ODS-6 com as demais metas contidas em T1 (Figura 22) e T2 (Figura 23) a luz da realidade percebida na comunidade e visando transpor a perspectiva local para um panorama de macro visão, foi destacado os pontos críticos avaliados de uma forma mais resumida e conclusiva.

Em T1, a intercorrelação da meta 6.a.1 com o ponto 11.6.1 destacou que, baixos investimentos nos setores de água e saneamento urbano acarretam uma ineficiência na prestação dos serviços de coleta dos RSU pela municipalidade, levando a despejo incorreto e acúmulo inadequado ao longo da comunidade.

A intercorrelação da meta 6.a.1 com o ponto de leitura a meta 7.1.1 destacou que, aliado ao baixo investimento em infraestrutura sanitária há um aumento na pressão por demanda energética. Estes fatores impactam nos custos de vida e de fornecimento energético às cidades, influenciando no aumento de pessoas com acesso precário e irregular à energia elétrica.

Quanto a intercorrelação entre a meta 6.a.1 e o ponto extremo da trilha, meta 11.1.1 ficou destacado que o crescimento muito acima da média municipal da população vivendo na localidade, em condições subnormais, acompanhado por lento avanço em saneamento urbano amplia o grau de vulnerabilidade ambiental dos indivíduos e dos ecossistemas naturais evolvidos;

Já em T2, a intercorrelação entre a meta 6.2.1 e o primeiro ponto de importância na leitura utilizada, a meta 3.9.2 foi destacado que a população local está inserida

num contexto de baixa drenagem urbana (topográfica e de serviços públicos) e elevado percentual de moradias não conectadas ao sistema de esgotamento sanitário, com evidências de risco a saúde, processo que potencializa as chances de mortalidade por “WASH” inseguro.

Na intercorrelação entre meta 6.2.1 e o ponto 7.1.1 foi avaliado que a insegurança sanitária vivenciada pela população local aumenta a vulnerabilidade dos indivíduos mais pobres, habitando moradias de baixa resiliência, potencialmente incapazes de arcar com custos dos serviços essenciais, como de energia elétrica, fomentando a pressão ao nexo água-saneamento-energia.

Já a intercorrelação entre a meta 6.2.1 e o ponto extremo de interesse na trilha foi avaliado que independente da formação ou condição socioeconômica, elevado percentual de moradores convive, por meio de inundações e despejo inadequado de RSU, com a escassez dos serviços de saneamento básico. Além disso, essa mesma população tem consciência dos riscos da relação direta de aumento da comunidade com a evolução da degradação ambiental nos corpos hídricos adjacentes.

### **4.3 Discussão das Vulnerabilidades**

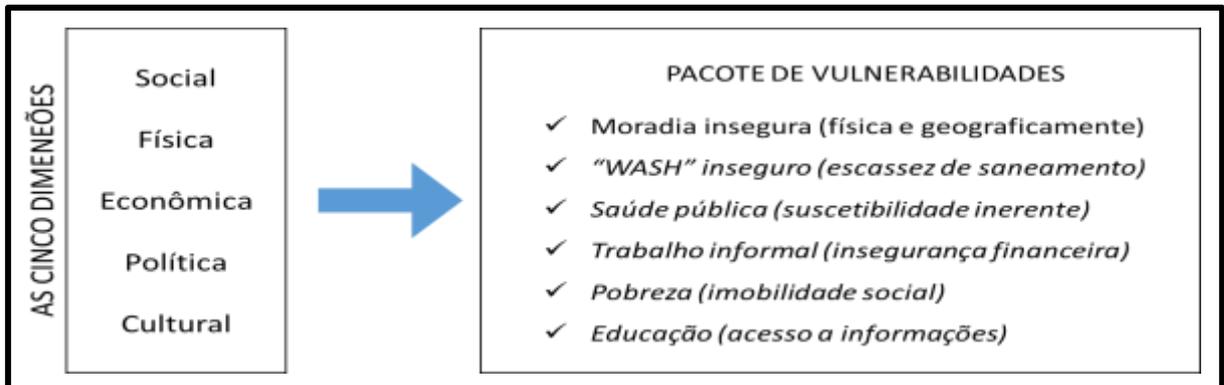
Morar em áreas de assentamentos informais agrava os riscos de ocorrência de desastres às populações estabelecidas nestes locais, tornando-se fundamental compreender as condições de vida e como estas são afetadas, de maneira a conduzir diferentes fatias da população urbana a uma diversificada gama de vulnerabilidades, que envolvem questões socioeconômicas e ambientais. As vulnerabilidades relacionadas ao entendimento das condições de saneamento em aglomerados urbanos subnormais são fundamentais para ampliação da capacidade deste grupo de se antecipar, enfrentar e se recuperar do impacto causado por múltiplos fatores, na correlação entre pobreza e saúde ambiental (BHATTACHARJEE; BEHERA, 2018; MUANDA; GOLDIN; HALDENWANG, 2020).

#### **4.3.1 Pacote de Vulnerabilidades Elencadas**

A metodologia adotada auxiliou elencar, sob a abordagem das cinco dimensões, um pacote de vulnerabilidades aplicáveis a realidade local, expostas com

base no questionário realizado em associação aos ODS envolvidos, conforme apresentado na figura 24.

Figura 24 - Pacote de vulnerabilidades percebidas e elencadas sob a visão das cinco dimensões da resiliência



Fonte: O autor, 2022.

Tendo em vista o resultado encontrado para o pacote de vulnerabilidades, foram apontadas quais recomendações do MSRRD (Marco de Sendai) são afetadas negativamente, ou prejudicadas de alguma forma, em função dos pontos elencados.

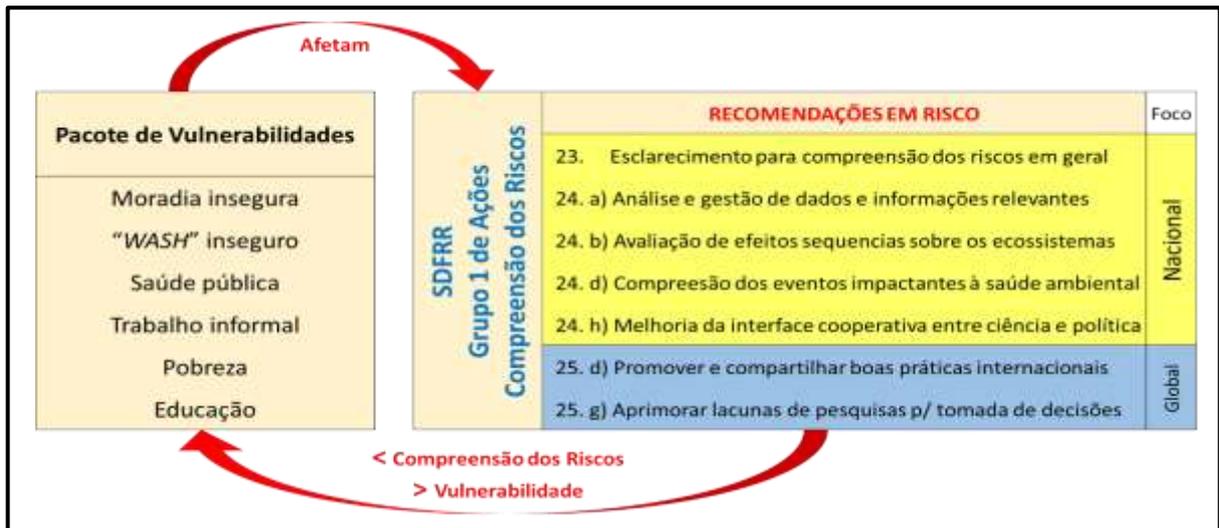
Considerando as condições metodológicas estabelecidas, foi feita a análise especificamente no grupo 1 (um) de ações prioritárias sugeridas pelo MSRRD, no âmbito da compreensão para redução dos riscos de desastres. Foram listados itens do ponto 23 de caráter geral, do ponto 24 de contextualização local e do ponto 25 de contextualização regional e global. O Anexo 2 traz a lista completa de ações prioritárias do grupo 1, conforme descritas no documento oficial.

A lista de recomendações apuradas do MSRRD expõe, de forma coerente aos objetivos específicos deste estudo, a importância da compreensão dos riscos em função da identificação das vulnerabilidades locais.

Pautado nesta clareza de entendimento, foi possível construir um modelo de mapa mental esquemático, apresentado na Figura 26, de como as ações sugeridas pelo Marco de Sendai mantém uma relação de interdependência com os objetivos da Agenda 2030 (ODS), indicando com base nos resultados das etapas metodológicas anteriores deste trabalho qual ODS melhor influencia cada item do pacote de vulnerabilidades para o progresso ou retrocesso da localidade quanto ao objetivo final em questão relativo ao ODS-11, que visa tornar as cidades e os assentamentos

humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, representado neste estudo pela meta 11.1.1 de populações vivendo em aglomerados subnormais.

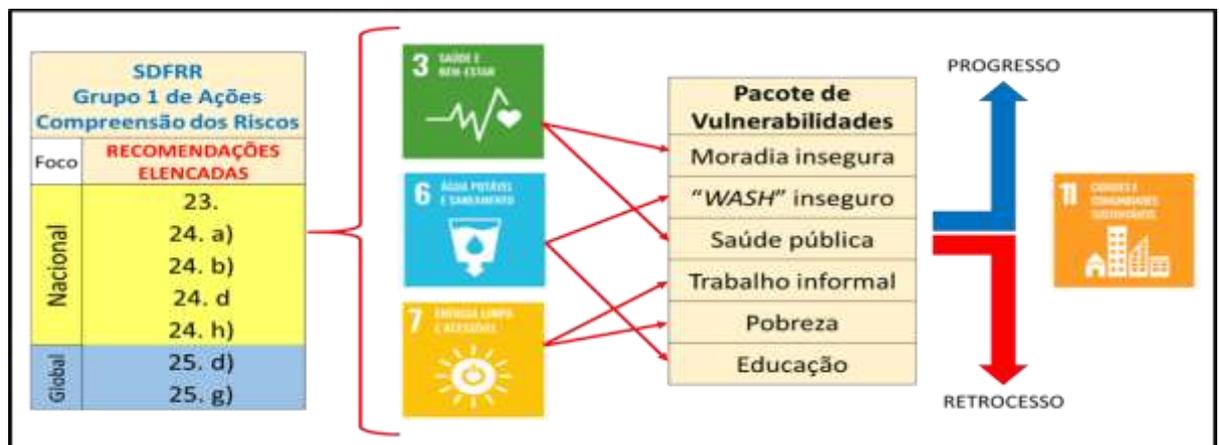
Figura 25 – Mapa esquemático de ações do Grupo I do Marco de Sendai colocadas em risco devido ao pacote de vulnerabilidades encontradas pela pesquisa na comunidade Rio das Pedras – RJ



Fonte: O autor, 2022.

Após maior clareza de entendimento dos riscos com base na exposição do pacote de vulnerabilidades, as interações sob influência dos ODS ao progresso ou retrocesso da sustentabilidade ambiental aos quais uma região de AUS estão expostas ficam mais bem delimitados, conforme figura 27.

Figura 26 - Relação de interdependência das ações sugeridas pelo Marco de Sendai com os ODS para avanço da resiliência urbana na comunidade Rio das Pedras - RJ



Fonte: O autor, 2022.

Muitas dessas vulnerabilidades socioambientais passam inicialmente por alguma abordagem educativa, seja pelo não acesso ou desconhecimento da população dos riscos atrelados a degradação ambiental local, ou pela desconectada percepção da gestão pública sobre as vulnerabilidades locais.

Como fundamento das questões limitantes ao avanço da sustentabilidade ambiental, ou lentidão para seu progresso, tem-se a pobreza como vulnerabilidade que neste estudo está relacionada com aumento populacional de moradias em AUS, aumento do percentual de pessoas desempregadas e sem renda, que transcorre em moradias de baixa resiliência e cotidiano em ambiente de saneamento inseguro a saúde, mesmo que não em totalidade, mas ainda sim uma realidade presente para uma parcela significativa da população local.

A moradia insegura neste caso é uma vulnerabilidade atrelada a uma condicionante ambiental, devido à forte relação com as inundações ou enchentes, que associadas a escassez de saneamento trazem inúmeras interações negativas a saúde ambiental, por meio de um ciclo de descarte irregular de RSU, lançamento de efluentes não tratados e consequente ampliação da degradação dos corpos hídricos. Essa vulnerabilidade também se relaciona com as perdas econômicas dos indivíduos, que devido à baixa resiliência financeira atribuída a informalidade e condição de pobreza, acabam por ocupar os espaços mais inseguros do ambiente urbano.

Um ciclo de vulnerabilidades por insegurança sanitária (“WASH” inseguro) que prejudica a qualidade ambiental dos corpos hídricos, potencializa a proliferação de zoonoses aos seres humanos, com doenças como a Dengue, Chikungunya e até a Covid-19, questões que colocam em risco a saúde pública, todas associadas a degradação ambiental, sendo uma consequência das ocupações junto aos rios, lagoas e outros corpos d’água.

A degradação ambiental em áreas urbanas favelizadas, com perfil brasileiro destacado, amplificam a pressão a outros sistemas, como o de energia elétrica e transportes, em função dos impactos causados pela inflada demanda de serviços, como coleta e destinação adequada dos RSU, maior fornecimento de água potável e maior demanda por coleta e tratamento de efluentes domésticos, pontos que demandam gastos públicos e investimentos que não acompanham a velocidade da degradação ambiental causada pelo não atendimento adequado destes serviços sanitários.

## CONCLUSÕES

A pesquisa inicial por questionário revelou que os moradores entendem que as condições de saneamento básico na localidade são muito preocupantes, justamente pela relação de desequilíbrio ambiental e escassez sanitária encontrada, colaborando para o avanço da degradação dos corpos hídricos locais.

A escassez de saneamento local é resultado de múltiplas variáveis como a gestão governamental ineficiente e os baixos investimentos em saneamento. A localidade possui uma dinâmica populacional de forte e contínuo crescimento nos últimos anos, inserida numa sub-bacia propícia a inundações, o que aumenta a preocupação quanto aos riscos à saúde. Preocupação resultante da frequência de exposição relatada por parte relevante da população com águas inapropriadas, após eventos chuvosos seguidos de inundações.

A percepção da população com relação a falta de coleta de esgoto e dos RSU pode orientar tanto a comunidade científica quanto os gestores públicos sobre a necessidade de análises mais adequadas ao perfil local e os efeitos dos impactos dos poluentes sendo descartados *in natura* no ambiente lagunar e a implementação de ações estruturantes, participativas e educativas do saneamento urbano.

O entendimento desta dinâmica foi fundamental para a contextualização global proporcionada pela intercorrelação dos ODS. A correlação das metas destacadas nas Trilhas 1 e 2 abordam questões intrínsecas a comunidade, mas também extrapolam a escala local, trazendo a luz uma abordagem global de insegurança sanitária (“WASH” inseguro). Os resultados apontaram que parte da população local se encontra inserida em variadas condições de vulnerabilidade e os mais pobres são os que se encontram em maior risco.

As interações do ODS-6 (água e saneamento) serviram para validar as percepções e inferências da realidade sanitária local destacando que investimentos para melhoria da saúde ambiental local devem ser feitos no campo da gestão dos resíduos sólidos urbanos, ampliação da rede de coleta de efluentes e melhoria da drenagem, para reduzir o impacto da comunidade nos corpos hídricos locais e reduzir os riscos de desastres a população local.

Uma importante questão revelada pela análise das correlações dos ODS foi o fato de ambas as trilhas (T1 e T2) apontarem a existência de relação causal indireta

de aumento populacional em áreas favelizadas somada a escassez de saneamento resultarem em impactos ao setor energético, mas que só pode ser observado ao se ampliar a escala de observação para além da visão local, fomentando a importância do uso da Rede Bayesiana para inferência causal no apontamento de problemas ambientais complexos.

O pacote de vulnerabilidades, formulado com os limites deste estudo somado as mudanças climáticas, apresenta baixa capacidade de promover avanços à sustentabilidade ambiental da localidade e para com a cidade, uma vez que colabora com a escassez hídrica pressionando onexo água-saneamento-energia. Desta maneira, o resultado encontrado induz a busca por soluções que promovam a redução das vulnerabilidades elencadas, como forma de mitigar os impactos ambientais limitantes aos avanços da agenda de sustentabilidade, proposta pelos marcos internacionais, como o de Sendai, coerentes ao planejamento nacional no setor.

Uma característica socioeconômica de parte da população local pesquisada destaca-se em relação ao principal questionamento dos ODS, quanto à necessidade de redução da pobreza. Ressalta-se que a maior fatia de pesquisados atuava em trabalhos informais, variável que figura nos resultados do método das cinco dimensões da resiliência como fator de vulnerabilidade capaz afetar a compreensão dos riscos e contribuir para baixa resiliência de regiões favelizadas.

A interpretação dos recortes da Rede Bayesiana do ODS-6 (água e saneamento) indicaram a necessidade de se interpretar as variáveis da sustentabilidade ambiental de forma multidisciplinar, com um olhar além das análises ambientais diretas ao ecossistema local, pois ao acessar e interpretar as informações primárias da população local conclui-se que a informalidade ocupacional foi a principal variável socioeconômica a colaborar para que a aglomeração urbana subnormal seja um agente poluidor do meio.

A Comunidade Rio das Pedras terceiro maior AUS do Brasil, reflete um perfil nacional de condições ambientais, urbanas e sociais, podendo auxiliar na interpretação de contextos similares, sendo fundamental para compreensão e comparação de dados na busca por soluções mais adequadas, muitas vezes já propostas na literatura, mas não tipificadas a realidade de aglomerados urbanos, para avanços na sustentabilidade ambiental, redução da insegurança sanitária e gradativo afastamento de condições de vulnerabilidade.

## RECOMENDAÇÕES

Uma atuação mais efetiva e convergente as demandas locais por parte dos atores governamentais, principalmente em esforços de educação ambiental e compressão de vulnerabilidades, divulgação de informações científicas e incentivo na promoção de investimentos que proporcionem variadas devolutivas a sociedade por parte dos pesquisadores.

Além de buscar meios para uma melhor e maior participação da população, que vive e atua em aglomerações urbanas subnormais, nos estudos e projetos de sustentabilidade. Como ferramenta essencial para ampliar a percepção e educação ambiental dos moradores, pois no presente trabalho concluiu-se que a população estudada foi capaz de entender sua parcela de contribuição na degradação do ambiente, porém somente este fator não foi suficiente para criar uma consciência local coletiva de redução dos riscos de desastres, mantendo a população num ciclo de vulnerabilidades e poluição ambiental.

## REFERÊNCIAS

- AGUILERA, P. A.; FERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ, R.; RUMÍ, R.; SALMERÓN. Bayesian networks in environmental modelling. *Environmental Modelling and Software*, v. 26, n. 12, p. 1376–1388, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.06.004>>.
- AKOTEYON, I. S.; ALIU, I. R.; SOLADOYE, O. Household levels of deprivation to wash and residential conditions in slum settlements of Lagos, Nigeria. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, v. 11, n. 1, p. 60–74, 2021.
- ALMEIDA, I. R. *Análise de vulnerabilidade à carência de esgotamento sanitário e sua gestão em municípios do rio grande do sul*. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, f.139, 2019.
- ALMEIDA, R.; HAYASHI, C. R. M. Avaliação empírica de um instrumento de pesquisa socioambiental: a relevância do diagnóstico participativo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 53, p. 5–24, 2020.
- ALVES, H. P. da F. Vulnerabilidade socioambiental nas três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista: uma análise de indicadores socioambientais. *Ambiente & Sociedade*, v. 24, 2021. Disponível em: <<http://www.scielo.br/ij/asoc/a/sSmMZFvG9pzXpG7zPMHx6Pd/abstract/?lang=pt>>.
- ANA. *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores*. Brasília DF: Agência Nacional de Águas (ANA), 2019.
- ANA. *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores*. 2º Edição, Brasília DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2022.
- ASDMA NESAC. *Remote sensing and GIS based inputs for hazard risk vulnerability assessment of Guwahati city, Silchar, Dibrugarh towns and Dhemaji district, Assam - Volume II*, Guwahati, Assam State Disaster Management Authority (ASDMA), 2014. Disponível em: <<https://nesac.gov.in/publications/research-publications/>>.
- ASSARKHANI, Z.; RAJABIFARD, A.; SABRI, S. The conceptualisation of resilience dimensions and comprehensive quantification of the associated indicators: A systematic approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 51, n. September, 101840, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101840>>.
- BANCO MUNDIAL. Population living in slums (% of urban population) / População vivendo em favelas (% da população urbana). *Indicadores de Desenvolvimento Mundial*. 2022. Disponível em: <<https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037712/World-Development-Indicators>>.
- BAYU, T.; KIM, H.; OKI, T. Water governance contribution to water and sanitation

access equality in developing countries. *Water Resources Research*, v. 56, n. 4, 2020.

BAZAZ, A.; BERTOLDI, P.; BUCKERIDGE, M.; CARTWRIGHT, A.; CONINCK, H.; ENGELBRECHT, F.; JACOB, D.; HOURCADE, J.; KLAUS, I.; KLEIJNE, K.; LWASA, S.; MARKGRAF, C.; NEWMAN, P.; REVI, Ar.; ROGELJ, J.; SCHULTZ, S.; SHINDELL, D.; SINGH, C.; SOLECKI, W.; WAISMAN, H. Summary for urban policy makers - What the IPCC special report on global warming of 1.5°C means for cities. n. December, p. 1–30, 2018. Disponível em: <[https://iihs.co.in/knowledge-gateway/wp-content/uploads/2018/12/Summary-for-Policy-Makers\\_online\\_citation.pdf](https://iihs.co.in/knowledge-gateway/wp-content/uploads/2018/12/Summary-for-Policy-Makers_online_citation.pdf)>.

BHATTACHARJEE, K.; BEHERA, B. Determinants of household vulnerability and adaptation to floods: Empirical evidence from the Indian state of West Bengal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 31, n. January, p. 758–769, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.07.017>>.

BRASIL. Decreto nº 7.513 de 1º de Julho de 2011. Altera a estrutura regimental e o quadro de cargos do Ministério da Ciência e Tecnologia. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, p. 15, 1 jul. 2011.

BRASIL. Decreto nº 8.892, de 27 de Outubro de 2016. Cria a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, p. 1, 31 out. 2016.

BRASIL. Decreto nº 9.759, de 11 de Abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, p. 4, 11 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de Abril de 2012. Institui a política nacional de proteção e defesa civil - PNPDEC. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, p. 11, 11 abr. 2012.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, p. 28, 16 jul. 2020.

BRUECKNER, J. K.; MATION, L.; NADALIN, V. G. Slums in Brazil: Where are they located, who lives in them, and do they 'squeeze' the formal housing market? *Journal of Housing Economics*, v. 44, n. March, p. 48–60, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhe.2019.02.003>>.

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará. *Padrão de projetos e obras rurais: Sistemas de abastecimento de água – SAACeará*, 2020.

CASTRO, D. R.; GARRIGA, R. G.; FOGUET, A. P. Exploring the interlinkages of water and sanitation across the 2030 Agenda: a Bayesian Network approach. *24th International Sustainable Development Research Society Conference*, p. 1-15, 2018. Disponível em: <<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/120615/23309505.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

CASTRO, D. R.; GARRIGA, R. G.; FOGUET, A. P. Data-driven Bayesian network modelling to explore the relationships between SDG 6 and the 2030 Agenda. *Science of the Total Environment*, v. 710, 136014, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136014>>.

CASTRO, A. O. C. de; DIAS, L. R. Urbanização e a problemática socioambiental na baixada de Jacarepaguá: estudo da bacia hidrográfica do Rio das Pedras. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, p. 687–698, 2017.

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos. *Programa de saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá*. Rio de Janeiro, CEDAE-RJ, 2016. Disponível em: <[https://www.cedae.com.br/saneamento\\_barra\\_recreio\\_jacarepagua](https://www.cedae.com.br/saneamento_barra_recreio_jacarepagua)>.

CHEN, W. Y.; LI, X.; HUA, J. Environmental amenities of urban rivers and residential property values: A global meta-analysis. *Science of the Total Environment*, v. 693, 133628, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133628>>.

CIDADES, I. *IBGE | Cidades@ | Brasil | Pesquisa | Censo | Sinopse*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/23/27652?detalhes=true>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama Nº 357, de 17 de Março de 2005. p. 22 p, 2005.

CORBURN, J.; SVERDLIK, A. Slum upgrading and health equity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 14, n. 4, p. 1–12, 2017.

COUTO, C. S. do; JURUENA, C. G. A Participação dos usuários no novo marco legal do saneamento básico. *Revista de Direito Administrativo, Infraestrutura, Regulação e Compliance - RDAI*, v. 21, p. 51–75, 2022.

CRUZ, A. B. de S.; CAMPOS, A. F.; CAMPOS, M. C. D. O. A pressão imobiliária e a insustentabilidade na arquitetura habitacional brasileira. *Projectus*, v. 2, n. 3, p. 1–13, 2017.

CUNHA, P. M. de O. M.; SALOMÃO, A. L. de S.; DAMICO, J. S.; COUTINHO, R.; DOMINGOS, P.; KREPSKY, N.; MARQUES, M. Ecological risk assessment for a tropical urban aquatic ecosystem: jacarepaguá lagoon. *Iranian Journal of Energy and Environment (ECO-TECH 2020)*, v. 11, 89081, 2020.

DATA-RIO. *Rio em Síntese - Características do território*. Rio de Janeiro, Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos da Prefeitura do Rio de Janeiro - IPP, 2020.

DICKIN, S.; BAYOUMI, M.; GINÉ, R.; ANDERSSON, K.; JIMÉNEZ, A. Sustainable sanitation and gaps in global climate policy and financing. *NPJ Clean Water*, v. 3, n. 1, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41545-020-0072-8>>.

DLAMINI, W. M. A Bayesian belief network analysis of factors influencing wildfire occurrence in Swaziland. *Environmental Modelling and Software*, v. 25, n. 2, p. 199–208, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.08.002>>.

ELSEVIER. The power of data to advance the SDGs. Mapping research for the sustainable development goals. *ONU Desarrollo Sustentable*, p. 51, 2020.

FONSECA, C. G. da; KOBIYAMA, M. A integração das políticas públicas Pnpdec, Pnrh, Ldnsb através dos seus instrumentos na redução dos riscos de desastres hidrológicos com ênfase no nível municipal. *Revista Geonorte*, v. 13, n. 41, p. 60–82, 2022.

FREITAS, A. M. de; ROSSO, T. C. de A.; BILA, D. M. Qualidade das águas fluviais: Estudo de caso da bacia hidrográfica de Jacarepaguá-RJ, *26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. IV-226, p. 1-22, 2011.

FRIESEN, J.; FRIESEN, V.; DIETRICH, I.; PELZ, P. F. Slums, space, and state of health a link between settlement morphology and health data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 6, 2020.

GARCIA, M. I. M.; JARA, S. D. M.; SCHLEE, M. B.; JÚNIOR, O. P. da S.; NETTO, A. L. C. Uso do solo e vulnerabilidade socioambiental na sub-bacia do alto rio das Pedras (Rio de Janeiro/RJ): subsídios para regeneração de rios neotropicais. *Geography Department University of Sao Paulo*, v. 32, p. 29, 2016.

GRADY, C. A.; VAN NGUYEN, K.; VAN NGUYEN, T.; BLATCHLEY, E. R. Who is being left behind? An analysis of improved drinking water and basic sanitation access in the vietnamese mekong delta. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, v. 8, n. 3, p. 508–519, 2018.

GUIMARÃES, E. F. *Modelo inclusivo para a universalização do saneamento básico em áreas de vulnerabilidade social. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo*. São Paulo, f. 426, 2015.

GÜNTHER, H. *Como elaborar um questionário. Planejamento de pesquisa nas ciências sociais*. Brasília-DF. Laboratório de Psicologia Ambiental, Universidade de Brasília - UnB, 2003. Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~wainer/cursos/2s2006/epistemico/01Questionario.pdf>>.

HAMILTON, K.; DEMANT, D.; PEDEN, A. E.; HAGGER, M. S. A systematic review of human behaviour in and around floodwater. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 47, n. September 2019, 101561, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101561>>.

HONINGH, D.; VAN EMMERIK, T.; UIJTTEWAAL, W.; KARDHANA, H.; HOES, O.; VAN DE GIESEN, N. Urban river water level increase through plastic waste accumulation at a rack structure. *Frontiers in Earth Science*, v. 8, n. February, p. 1–8, 2020.

HUTTON, G.; CHASE, C. The knowledge base for achieving the sustainable development goal targets on water supply, sanitation and hygiene. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, n. 6, p. 1–35, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Aglomerados subnormais 2019. v. 0708, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores brasileiros para os objetivos de desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/home/NewHome>>. Acesso em: 14 set. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010: Aglomerados subnormais - informações territoriais. *Censo demográfico, Rio de Janeiro*, p. 1–251, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010 - Aglomerados Subnormais - Primeiros Resultados. p. 270, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Aglomerados subnormais 2019: Classificação preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à COVID-19. 2019. Disponível em: <[https://covid19.ibge.gov.br/.%0Ahttps://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://covid19.ibge.gov.br/.%0Ahttps://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101717_notas_tecnicas.pdf)>.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. Lagoas de Jacarepaguá - Boletim nº 1 - Janeiro de 2018. v. 2018, n. 3, 2018. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwff/mda5/~edisp/inea\\_009596.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwff/mda5/~edisp/inea_009596.pdf)>.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Sistema lagunar de Jacarepaguá*. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Qualidadedaagua/Lagoas/SistemaLagunardeJacarepagua/PrincipalSLJ/index.htm>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Boletim consolidado de qualidade das águas das lagoas de Jacarepaguá 2018*.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Boletim consolidado de qualidade das águas das lagoas de Jacarepaguá 2019*.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Boletim consolidado de qualidade das águas das lagoas de Jacarepaguá 2020/2021*.

IPP - Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos da Prefeitura do Rio de Janeiro. *População residente e estimada - Brasil, Estado do Rio de Janeiro e Município do Rio de Janeiro - 2000/2010/2013-2016/2020*, Coleção Estudos Cariocas - Data Rio, 2018.

IPCC. Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014*. Disponível em: <<papers2://publication/uuid/B8BF5043-C873-4AFD-97F9-A630782E590D>>.

ITB - Instituto Trata Brasil. Ranking do saneamento 2020. v. 2020, n. Snis 2018, p. 133, 2020. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2020/>>.

JENSEN, F. V. Bayesian Networks and decision graphs statistics for engineering and

information science. Springer Science + Business Media, LLC. New York, Vol. 13, p. 1-279, 2001.

JUNIOR, E. F. de L. O Saneamento básico da área de planejamento 4 (A.P. 4): um estudo sobre a precariedade do serviço de coleta e tratamento de esgoto. UFF/ICHS - Relatório Técnico, 2017.

KEMPERMAN, A.; TIMMERMANS, H. Green spaces in the direct living environment and social contacts of the aging population. *Landscape and Urban Planning*, v. 129, p. 44–54, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.05.003>>.

KLEEMANN, J.; CELIO, E.; FÜRST, C. Reprint of “Validation approaches of an expert-based Bayesian Belief Network in northern Ghana, West Africa”. *Ecological Modelling*, v. 371, p. 101–118, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.12.021>>.

KRÜGER, C.; LAKES, T. Bayesian belief networks as a versatile method for assessing uncertainty in land-change modeling. *International Journal of Geographical Information Science*, v. 29, n. 1, p. 111–131, 2015.

LI, M.; HONG, M.; ZHANG, R. Improved Bayesian Network-Based Risk Model and Its Application in Disaster Risk Assessment. *International Journal of Disaster Risk Science*, v. 9, n. 2, p. 237–248, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13753-018-0171-z>>.

MACHADO, A. B.; RIBEIRO, L. P. Indagando os “modos de ver” da política urbana: o problema público do crescimento urbano na cidade do Rio de Janeiro. *GEOgraphia*, v. 21, n. 46, p. 32, 2019.

MAHABIR, R.; CROOKS, A.; CROITORU, A.; AGOURIS, P. The study of slums as social and physical constructs: Challenges and emerging research opportunities. *Regional Studies, Regional Science*, v. 3, n. 1, p. 399–419, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/21681376.2016.1229130>>.

MAIA, H. J. L.; CAVALCANTE, L. P. S.; OLIVEIRA, A. G. de; SILVA, M. M. P. Educação ambiental : instrumento de mudança de percepção ambiental de catadores de materiais recicláveis organizados em associação. *Revista Monografias Ambientais - REMOA*, v. 13n, p. 2797–2806, 2013.

MALTA, F. S.; COSTA, E. M. da; MAGRINI, A. Índice de vulnerabilidade socioambiental: Uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 22, n. 12, p. 3933–3944, 2017.

MARCOT, B. G. Common quandaries and their practical solutions in Bayesian network modeling. *Ecological Modelling*, v. 358, p. 1–9, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.05.011>>.

MARCOT, B. G.; PENMAN, T. D. Advances in Bayesian network modelling: Integration of modelling technologies. *Environmental Modelling and Software*, v. 111, n. March 2018, p. 386–393, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.09.016>>.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 4, p. 21–33, 2000.

MATSUOKA, Y.; ROCHA, E. G. The role of non-government stakeholders in implementing the Sendai Framework: A view from the voluntary commitments online platform. *Progress in Disaster Science*, v. 9, p. 100142, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100142>>.

MUANDA, C.; GOLDIN, J.; HALDENWANG, R. Factors and impacts of informal settlements residents' sanitation practices on access and sustainability of sanitation services in the policy context of free basic sanitation. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, v. 10, n. 2, p. 238–248, 2020.

NAGABHATLA, N.; HUNG, N. T.; TUYEN, L. T.; CAM, V. T. N.; DHANRAJ, J.; THIEN, N. T.; SWIERCZEK, F. W. Ecosystem-based approach for planning research and capacity development for integrated coastal zone management in Southeast Asia. *APN Science Bulletin*, v. 9, n. 1, p. 3–9, 2019.

NASCIMENTO, P. W. F. do; CARVALHO, R. P. B. de; COSTA, V. C. da. Avaliação do potencial de infiltração relativo das bacias hidrográficas urbanas do rio Anil e do rio Grande (município do Rio de Janeiro). *Geo UERJ*, n. 30, p. 364–390, 2017.

NETTO, A. L. C.; SCHLEE, M. B.; JARA, S. D. M.; MARTINEZ, M. I.; JÚNIOR, O. P. da S. Gestão ambiental e regeneração de rios urbanos, estudo de caso Sertão do rio das Pedras, no Rio de Janeiro. n. October, 2015.

NGUYEN, T. P. L.; PATTANARSI, S. WASH, vulnerability, severity, and the response of urban slum dwellers to the COVID-19 pandemic. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, v. 12, n. 8, p. 600–611, 2022.

ODS BRASIL. Objetivo 7 - Energia limpa e acessível: Indicador 7.1.2 - Percentagem da população com acesso primário a combustíveis e tecnologias limpos. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/objetivo7/indicador712>>. Acesso em: 15 maio. 2022.

OKAKA, F. O.; ODHIAMBO, B. D. O. Relationship between flooding and out break of infectious diseases in Kenya: A review of the literature. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018.

OMOBOYE, I. F.; FESTUS, I. A. Urban slums: environmental sustainability at a cross road. *Saudi Journal of Humanities and Social Sciences*, v. 05, n. 03, p. 172–176, 2020.

ONU-BR. Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Traduzido pelo centro de informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>>.

ONU-BR. Documentos Temáticos - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 6-7-11-12-15 Brasil. Brasília, 2018.

PATEL, R. B.; GLEASON, K. M. The association between social cohesion and community resilience in two urban slums of Port au Prince, Haiti. *International*

*Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 27, n. June 2017, p. 161–167, 2018.  
Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.10.003>>.

PEARL, J.; MACKENZIE, D. *The Book of Why: the new science of cause and effect*. Nova York: Basic Books, 2018.

PELLEGRINI, A. B. S. Estudo sobre a degradação do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos últimos 30 anos. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, f.141, 2016.

PÉREZ, S.; GERMAN-LABAUME, C.; MATHIOT, S.; GOIX, S.; CHAMARET, P. Using Bayesian networks for environmental health risk assessment. *Environmental Research*, v. 204, n. Part B, 2022.

POLASTRO, R. B. Lógica probabilística baseada em redes bayesianas relacionais com inferência em primeira ordem. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), São Paulo, f. 105, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3152/tde-13062013-163105/>>.

PRÜSS-USTÜN, A.; WOLF, J.; BARTRAM, J.; CLASEN, T.; CUMMING, O.; FREEMAN, M. C.; GORDON, B.; HUNTER, P. R.; MEDLICOTT, K.; JOHNSTON, R. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 222, n. 5, p. 765–777, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.05.004>>.

PSUP-UN. SLUM ALMANAC 2015-2016: Tracking Improvement in the lives of slum dwellers. In: *Slum Almanac - UN Habitat*, Nairobi, p. 1-98, 2016.

QUADRA, G. R.; SILVA, P. S. A.; PARANAÍBA, J. R.; JOSUÉ, I. I. P.; SOUZA, H.; COSTA, R.; FERNANDEZ, M.; VILAS-BOAS, J.; ROLAND, F. Investigation of medicines consumption and disposal in Brazil: A study case in a developing country. *Science of the Total Environment*, vol. 671, p. 505–509, 2019. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.03.334.

RODRIGUES, I. Y. D. C.; CAMPOS, J. D. C.; CAVALCANTE, R. M.; COUTINHO, A. C.; NETTO, A. T.; SALOMÃO, A. L. S. Ecological risk assessment in sediments from the urbanized lagoon of the olympic. *Iranian (Iranica) Journal of Energy & Environment*, v. 11, n. 4, p. 287–291, 2020.

SAAD, R. Women and DRR in urban slums – building resilience through development. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 60, n. April 2020, p. 102264, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102264>>.

SANTOS, M. R. dos. Evolução Temporal da Eutrofização no Complexo Lagunar de Jacarepaguá. Dissertação (Graduação) - Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro, f. 126, 2014.

SANTOS, S. M. C.; PINTO, F. R.; MORAIS, J. S. D.; CLAUDINO-SALES, V. Saneamento básico no nordeste: metas, desafios e investimentos. *Revista Ciência Geográfica*, v. 26, n. 01, p. 155–180, 2022.

SARMAH, T.; DAS, S.; NARENDR, A.; AITHAL, B. H. Assessing human vulnerability to urban flood hazard using the analytic hierarchy process and geographic information system. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 50 (August), 101659, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101659>>.

SATTERTHWAITE, D.; ARCHER, D.; COLENBRANDER, S.; DODMAN, D.; HARDOY, J.; MITLIN, D.; PATEL, S. Building resilience to climate change in informal settlements. *One Earth*, v. 2, n. 2, p. 143–156, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.002>>.

SCLAR, G. D.; PENAKALAPATI, G.; AMATO, H. K.; GARN, J. V.; ALEXANDER, K.; FREEMAN, M. C.; BOISSON, S.; MEDLICOTT, K. O.; CLASEN, T. Assessing the impact of sanitation on indicators of fecal exposure along principal transmission pathways: A systematic review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 219, n. 8, p. 709–723, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.09.021>>.

SCOULLOS, I. M.; VAZQUEZ, C. M.; VAN DE VOSSENBERG, J.; BRDJANOVIC, D. Die-off of *E. coli* as fecal indicator organism on different surfaces after urban floods. *Journal of Environmental Management*, v. 250, n. May, 2019.

SCOULLOS, I. M.; ADHIKARI, S.; VAZQUEZ, C. M. L.; VAN DE VOSSENBERG, J.; BRDJANOVIC, D. Inactivation of indicator organisms on different surfaces after urban floods. *Science of the Total Environment*, v. 704, p. 135456, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135456>>.

SERRA, J. M. L.; SAITO, C. H. Diagnóstico da gestão de risco de desastres de origem hidrológica no Distrito Federal, Brasil. *Revista Caminhos de Geografia*, v. 23, n. 85, p. 204–222, 2022. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/%0AISSN>>.

SILVA, G. O processo de ocupação urbana da Barra da Tijuca (RJ): problemas ambientais, conflitos sócio-ambientais, impactos ambientais urbanos. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, v. 1, n. 1, p. 65, 2006.

SILVA, P. R.; OBRACZKA, M.; SALOMÃO, A. L. de S. Sanitary conditions of neighborhoods near the olympic park and the olympic village of Rio de Janeiro. *Iranian Journal of Energy and Environment (ECO-TECH 2020)*, v. 11, 2020.

SONDOTÉCNICA Engenharia de Solos S.A; Estudo de impacto ambiental para o projeto de recuperação ambiental da macrobacia de jacarepaguá. *Diagnóstico do meio biótico integrante do estudo de impacto ambiental do projeto de recuperação ambiental da macrobacia de Jacarepaguá. Contrato Nº77/97*, v. 3, 33 p., 1998.

SOUZA, F. P. de; AZEVEDO, J. P. S. An overview of urban lagoons in Rio de Janeiro: Relevant aspects in the management of Rodrigo de Freitas and Araruama Lagoons and the Jacarepaguá Lagoon system. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 25, n. 1, p. 197–204, 2020.

SPEROTTO, A.; MOLINA, J. L.; TORRESAN, S.; CRITTO, A.; MARCOMINI, A. Reviewing Bayesian Networks potentials for climate change impacts assessment and management: A multi-risk perspective. *Journal of Environmental Management*, v.

202, p. 320–331, 2017.

STARLING, M. C. V. M.; AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D. Occurrence, control and fate of contaminants of emerging concern in environmental compartments in Brazil. *Journal of Hazardous Materials*, v. 372, n. October 2017, p. 17–36, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.04.043>>.

SUN, Y.; TAN, S.; HE, Q.; SHEN, J. Influence mechanisms of community sports parks to enhance social interaction: A Bayesian belief network analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 3, 2022.

SURVEY MONKEY. Calculadora de tamanho de amostra. Disponível em: <<https://pt.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

TAFFARELLO, D.; BITTAR, M. S.; SASS, K. S.; CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G.F.; MENDIONDO, E. M. Ecosystem service valuation method through grey water footprint in partially-monitored subtropical watersheds. *Science of the Total Environment*, v. 738, 139408, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139408>>.

TAKYI, S. A.; AMPONSAH, O.; YEBOAH, A. S.; MANTEY, E. Locational analysis of slums and the effects of slum dweller's activities on the social, economic and ecological facets of the city: insights from Kumasi in Ghana. *GeoJournal*, v. 86, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10708-020-10196-2>>.

TOLEDO, B. B. A formação das favelas na cidade do rio de janeiro: uma análise baseada na segregação populacional e exclusão social. *Encontro Nacional de Pesquisadores em Serviço Social*, v. 16º, p. 1–19, 2018.

TOLEDO, G. de A.; COHEN, S. C.; KLIGERMAN, D. C.; SAGGIORO, E. M. Cidade do Rio de Janeiro (RJ) sustentável? Análise da evolução do planejamento para o esgotamento sanitário. *Saúde em Debate*, v. 44, n. 124, p. 234–250, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012417>.

TUCCI, C. E. M. Água no Meio Urbano - Cap. 14. *Águas Doces no Brasil*. São Paulo. Escrituras, v.1ed., p. 475-508, 1999.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org.) Inundações e drenagem urbana. *Inundações Urbanas na América do Sul*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Porto Alegre, v. 1, p. 15–29, 2003.

UN-HABITAT. World Cities Report 2022 - Envisaging the future of cities. (UN-Habitat, Ed.), Anais, Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022.

UNDESA. The Sustainable Development Goals Report 2020. *Department of Economic and Social Affairs*. United Nations Publications. New York, 66 p, 2020. Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/>>.

UNDESA. The sustainable development goals report 2022. *Department of Economic and Social Affairs*. United Nations Publications. New York, 68 p, 2022. Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>>.

UNESCO; UN-WATER. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2020: Água e Mudança Climática - Resumo Executivo. *WWAP - World Water Assessment Programme*. Perúgia/Itália, 11 p, 2020.

UNESCO; UN-WATER. The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change. *WWAP - World Water Assessment Programme*. Paris/France, 219 p, 2020.

UNITED NATIONS. Report of the Secretary-General on SDG Progress 2019: Special Edition. United Nations Publications. New York, p. 1–64, 2019. Disponível em: <[https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24978Report\\_of\\_the\\_SG\\_on\\_SDG\\_Progress\\_2019.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24978Report_of_the_SG_on_SDG_Progress_2019.pdf)>.

UNSD. ODS 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. *United Nations Statistics Division*, Nova York, 2019. Disponível em: <[https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-11/#:~:text=The absolute number of people,Southern Asia \(227 million\)](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-11/#:~:text=The absolute number of people,Southern Asia (227 million))>. Acesso em: 30 maio. 2022.

UNSD. ODS 6 - Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos. Cadernos ODS, 2019. Disponível em: <<https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-06/>>. Acesso em: 30 maio. 2022.

UNSD. SDG 6 - Clean Water and Sanitation: Why it matters. Nova York, United Nations Statistics Division, 2020.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. At risk: natural hazards, peoples vulnerability and disasters. Routledge (Taylor & Francis Group). London and New York, 2 Ed., vol. eBook, 471 p., 2014. <https://doi.org/10.4324/9780203714775>.

XIMENES, L. A.; JAENISCH, S. T. As favelas do Rio de Janeiro e suas camadas de urbanização. Vinte anos de políticas de intervenção sobre espaços. *Anais do XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ENANPUR*. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

ZHANG, X.; CHEN, N.; SHENG, H.; IP, C.; YANG, L.; CHEN, Y.; SANG, Z.; TADESSE, T.; LIM, T. P. Y.; RAJABIFARD, A.; BUETI, C.; ZENG, L.; WARDLOW, B.; WANG, S.; TANG, S.; XIONG, Z.; LI, D.; NIYOGI, D. Urban drought challenge to 2030 sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, v. 693, 133536, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.342>>.

## APÊNDICE 1

### Questionário destinado a Comunidade Rio das Pedras

#### Pesquisa sobre as condições de Saneamento Básico e Saúde Ambiental da Comunidade Rio das Pedras – Rio de Janeiro/RJ (Processo nº 4.717.220 de 2021)

#### TERMO DE CONSENTIMENTO E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “Pesquisa sobre as condições de Saneamento Básico e Saúde Ambiental da Comunidade Rio das Pedras – Rio de Janeiro” conduzida pelo Professor Dr. André Salomão e o Mestrando Fernando Castro do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PEAMB da UERJ. Este estudo tem por objetivo entender melhor a percepção das pessoas da Comunidade Rio das Pedras sobre os aspectos do saneamento básico e saúde ambiental.

Sua participação voluntária é muito importante. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo. Sua participação não lhe traz qualquer tipo de risco (não é necessário se identificar), assim como, por se tratar de estudo universitário não será remunerada e nem implicará em custos a nenhuma das partes.

A sua colaboração com essa pesquisa será apenas em responder a um questionário com duração de aproximadamente 5 minutos. E nenhuma outra informação será solicitada além das repostas. Não ficando nenhum registro seu em qualquer base de dados.

Seu auxílio em responder ajudará a identificar pontos de melhoria que podem contribuir para toda a região, visando levantar dados importantes para tomadas de decisões futuras que envolvem: Tratamento de esgotos recebidos no complexo de rios, córregos e nas lagoas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, visando a saúde da comunidade e do meio ambiente.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais, assegurando o sigilo de sua participação. O pesquisador responsável se compromete em produzir estudos nos meios acadêmicos e científicos com os resultados obtidos de forma

consolidada, sem qualquer maneira de identificar os grupos ou indivíduos participantes.

Informações importantes ou dúvidas contactar os pesquisadores responsáveis: Professor André Salomão e Professora Alena Netto, End. Rua São Francisco Xavier, 524, sala 5024 - bloco E, 5º andar / Maracanã, Rio de Janeiro - RJ / e-mail: fc.peamb2020.uerj@gmail.com / tel.: (021) 2334-0959 ou a Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018 - bloco E, 3º andar / Maracanã, Rio de Janeiro – RJ / e-mail: etica@uerj.br / tel.: (021) 2334-2180.

Ao clicar em "Próxima", você declara que entende os objetivos e benefícios de sua participação na pesquisa e que concorda em participar.

## QUESTIONÁRIO

Questionário aos moradores, comerciantes e trabalhadores da Comunidade Rio das Pedras – Rio de Janeiro, sobre condições de Saneamento Básico e Saúde Ambiental. Pesquisa realizada pelo Centro de Pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia Ambiental.

Professor Responsável: André Salomão / Mestrando: Fernando Castro

### **Aspectos socioeconômicos e demográficos**

1) Você sabia que a Comunidade Rio das Pedras é a segunda maior do Estado do Rio de Janeiro e está entre as dez maiores do Brasil, em número total de habitantes?

Sim

Não

2) Qual a sua principal relação com a Comunidade Rio das Pedras?

Morador

Comerciante (Lojista, Restaurante, Bar etc.)

Prestador de Serviços (Manicure, Mecânico etc.)

Trabalhador (Professor, Vendedor, Dentista etc.)

Estudante (nas escolas da Comunidade)

Outros

3) Há quanto tempo mora ou convive na Comunidade Rio das Pedras?

- Entre 1 e 2 anos
- Entre 3 e 4 anos
- Entre 5 e 9 anos
- Entre 10 e 14 anos
- Mais de 15 anos

4) Gênero:

- Masculino
- Feminino
- Outros

5) Qual sua Faixa etária?

- 18 a 29 anos
- 30 a 39 anos
- 40 a 49 anos
- 50 a 59 anos
- 60 anos ou mais

6) Estado Civil:

- Solteiro(a)
- Casado(a)
- Viúvo(a)
- Divorciado(a)
- União Estável (ou Mora Junto)

7) Nível de escolaridade:

- Não frequentei a escola
- Até o Ensino Fundamental
- Até o Ensino Médio
- Ensino Superior Incompleto ou Cursando
- Ensino Superior Completo

8) Qual sua situação de trabalho atual?

- Trabalho Formal CLT (carteira assinada)
- Funcionário Público
- Empresário
- Autônomo
- Diarista
- Estudante
- Aposentado
- Desempregado
- Outro: \_\_\_\_\_

9) Qual a sua renda familiar mensal? Considerando o salário-mínimo de R\$ 1045,00.

- Nenhuma renda
- Menos de 1 salário-mínimo

- 1 a 3 salários-mínimos
- 4 a 6 salários-mínimos
- 7 a 9 salários-mínimos
- 10 ou mais

10) Quantas pessoas, incluindo você, moram na sua casa?

- Moro sozinho
- 2 pessoas
- 3 pessoas
- 4 pessoas
- 5 pessoas
- Mais de 5 pessoas

11) Qual andar você mora?

- Térreo (ou 1º)
- 2º andar
- 3º andar
- 4º andar
- 5º andar
- Outro...

12) Quantos cômodos (ambientes) têm sua casa ou comércio?

- 1
- 2
- 3
- 4 ou mais

13) Quantas Janelas existem na sua casa ou comércio?

- Nenhuma
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5 ou mais

14) Quantos banheiros existem na sua casa ou comércio?

- Nenhum
- 1
- 2
- 3 ou mais

15) Sua casa possui “banheiro compartilhado” com outra casa ou apartamento?

- Sim
- Não

**Condições e percepções sobre o saneamento básico**

16) Você acredita que o crescimento da comunidade nos últimos 10 anos fez crescer os problemas de saneamento e danos ao meio ambiente?

Sim

Não

17) Classifique os itens que mais preocupam você em relação ao Saneamento Básico da comunidade em: muito preocupante; preocupante; menos preocupante; não preocupante.

Fornecimento de Água

Coleta de Lixo

Enchentes (falta de drenagem)

Esgoto não canalizado

Poluição do Ar (Fumaça, Cheiro, Poeira)

18) Você sabe para onde vai seu esgoto após utilizar o banheiro?

Rede pública de esgoto

Fossa

Valão (ou Corte)

Rio (ou Lagoa)

Não sabe informar

19) Quantas lixeiras existem na sua casa ou comércio?

Nenhuma

1

2

3 ou mais

20) Qual o destino do lixo (forma de descarte) em sua residência ou comércio?

Coleta municipal em domicílio

Ponto de coleta coletivo

Queimado

Enterrado

Descarte em terreno baldio

Não é coletado

21) Onde você joga fora (descarta) os remédios vencidos ou sobras?

No lixo comum

No vaso sanitário

Na pia

Levo até um ponto de coleta na Farmácia

Levo até um ponto de coleta no Posto de Saúde

22) Você precisa utilizar bomba elétrica para abastecer seu reservatório (ou caixa d'água)?

- Sim, preciso puxar água da rua todos os dias
- Sim, somente no verão ou dias quentes
- Sim, puxo água do poço
- Não, minha água chega com boa pressão
- Não tenho bomba, nem reservatório (caixa d'água)

23) Você sabe de onde vem a água que abastece a sua casa, prédio ou comércio?

- Não sei corretamente de onde vem
- Pego do rio, córrego ou lagoa próximo
- Vem da rede pública de abastecimento
- Vem de um poço artesiano

24) Você possui ou conhece algum vizinho que tenha poço artesiano na Comunidade?

- Sim
- Não

25) Sua casa, prédio ou comércio possui algum tipo de reservatório de água? Caixa D'água ou Cisterna.

- Sim
- Não
- Não sei informar

26) Qual tipo de tratamento na água para consumo (beber e cozinhar) é realizado na sua residência ou comércio?

- Bebo direto da torneira
- Fervo a água
- Tenho filtro de barro
- Tenho filtro de torneira
- Tenho filtro purificador (marcas diversas)
- Outro: \_\_\_\_\_

27) Você já teve contato direto com água suja (imprópria) durante os alagamentos frequentes, causados pelas fortes chuvas na região da comunidade?

- Sim, sempre que chove.
- Sim, diversas vezes.
- Sim, poucas vezes.
- Sim, somente uma vez.
- Não, nunca tive.

28) Você já ficou doente devido a problemas relacionados ao contato com esgoto, lixo, alagamentos ou por ter bebido água possivelmente contaminada na Comunidade?

Sim  
Não  
Não sei informar

29) Qual a sua sensação de ventilação natural na comunidade próximo a sua residência ou comércio?

Não sinto vento  
Sinto muito pouco vento  
Sinto vento de vez em quando  
Venta bastante

30) Você acredita que exista poluição na Lagoa gerada pelo vazamento de esgoto e lixo da comunidade?

Sim  
Talvez  
Não

A UERJ e o Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – PEAMB (Mestrado Profissional) agradecem a sua ajuda!

## ANEXO 1

## Censo Demográfico 2010 - IBGE

## Tabelas dos Resultados do Universo - Aglomerados Subnormais (Parte)

## Censo Demográfico 2010 - Resultados do Universo - Aglomerados Subnormais

Tabela 2 - Número de setores censitários e de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais e a área, por características topográficas predominantes, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e os municípios - 2010

(continuação)

Grandes Regiões, Unidades da Federação e municípios	Número de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais		
	Plano	Aclive / Declive Moderado	Aclive / Declive Acentuado
<b>Brasil</b>	<b>1 692 567</b>	<b>862 990</b>	<b>668 972</b>
<b>Rio de Janeiro (RJ)</b>	<b>338 528</b>	<b>145 305</b>	<b>133 633</b>
Rio de Janeiro (Cidade)	243 770	118 522	64 673

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

## Censo Demográfico 2010 - Resultados do Universo - Aglomerados Subnormais

Tabela 3 - Número de setores censitários e de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais e a área, por características e localização predominantes do sítio urbano, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e os municípios - 2010

(continuação)

Grandes Regiões, Unidades da Federação e municípios	Número de domicílios particulares ocupados em setores censitários de aglomerados subnormais				
	Margem de córregos, rios ou lagos/lagoas	Sobre rios, córregos, lagos ou mar (palafitas)	Praia/dunas	Manguezal	Unidade de conservação
<b>Brasil</b>	<b>403 246</b>	<b>38 094</b>	<b>26 052</b>	<b>22 099</b>	<b>23 757</b>
<b>Rio de Janeiro (RJ)</b>	<b>39 969</b>	<b>108</b>	<b>2 780</b>	<b>3 032</b>	<b>2 209</b>
Rio de Janeiro (Cidade)	19 147	-	95	304	243

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

## ANEXO 2

### Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030

#### Ações Prioritárias

(Resumido)

#### Prioridade 1 - Compreensão do risco de desastres

Numeração conforme documento oficial

(UNDRR - UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION, 2015).

23. As políticas e práticas para a gestão do risco de desastres devem ser baseadas em uma compreensão clara do risco em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente. Tal conhecimento pode ser aproveitado para realizar uma avaliação de riscos pré-desastre, para prevenção e mitigação e para o desenvolvimento e a implementação de preparação adequada e resposta eficaz a desastres.

#### Contexto nacional e local

24. Para conseguir isso, é importante:

(a) Realizar coleta, análise, gestão e uso de dados e informações práticas relevantes. Garantir sua divulgação, tendo em conta as necessidades das diferentes categorias de usuários, conforme apropriado;

(b) Incentivar o uso e o fortalecimento de parâmetros de referência e avaliar periodicamente os riscos de desastres, vulnerabilidade, capacidade, exposição, características dos perigos e seus possíveis efeitos sequenciais, na escala social e espacial relevante, sobre os ecossistemas, de acordo com as circunstâncias nacionais;

(d) Sistemáticamente avaliar, registrar, compartilhar e prestar contas públicas de perdas por desastres e compreender os impactos sobre o patrimônio econômico, social, de saúde, educação, ambiental e cultural, conforme o caso, no contexto de informações sobre vulnerabilidades e exposição a perigos específicas para cada evento;

(h) Promover e melhorar o diálogo e a cooperação entre comunidades científicas e tecnológicas, outras partes interessadas e elaboradores de políticas relevantes, a fim de facilitar uma interface ciência-política para a tomada de decisões eficientes na gestão do risco de desastres;

### Contexto global e regional

25. Para conseguir isso, é importante:

(d) Promover esforços comuns, em parceria com a comunidade científica e tecnológica, a academia e o setor privado para criar, divulgar e compartilhar boas práticas em nível internacional;

(g) Aprimorar o trabalho científico e técnico sobre a redução do risco de desastres e sua mobilização através da coordenação de redes existentes e de institutos de pesquisa científica em todos os níveis e regiões, com apoio do Grupo Consultivo Científico e Técnico do UNISDR, a fim de: reforçar a base de evidências para apoiar a implementação deste marco; promover a pesquisa científica sobre padrões, causas e efeitos dos riscos de desastres; divulgar informações sobre os riscos com o melhor uso da tecnologia da informação geoespacial; fornecer orientações sobre metodologias e normas de avaliação de riscos, modelagem de risco de desastres e uso de dados; identificar as lacunas de pesquisa e tecnologia e estabelecer recomendações para as áreas prioritárias de pesquisa para a redução do risco de desastres; promover e apoiar a disponibilidade e a aplicação de ciência e tecnologia para a tomada de decisões; contribuir para a atualização da Terminologia de 2009 do UNISDR sobre a Redução do Risco de Desastres; usar avaliações pós-desastre como oportunidades para melhorar a aprendizagem e as políticas públicas; e divulgar estudos;

### Prioridade 2 - Fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres.

26. A governança do risco de desastres nos níveis nacional, regional e global tem grande importância para uma gestão eficaz e eficiente dos riscos de desastres. É necessário ter visão clara, planos, competências, orientação e coordenação intra e intersetorial, bem como a participação das partes interessadas. O fortalecimento da governança do risco de desastres para prevenção, mitigação, preparação, resposta, recuperação e reabilitação é, portanto, necessário e promove colaboração e parceria entre mecanismos e instituições para a implementação de instrumentos relevantes para a redução do risco de desastres e para o desenvolvimento sustentável.

### Prioridade 3 - Investir na redução do risco de desastres para a resiliência.

29. O investimento público e privado na prevenção e na redução de riscos de desastres através de medidas estruturais e não estruturais é essencial para melhorar a resiliência econômica, social, cultural e de saúde de pessoas, comunidades, países e ativos, bem como do meio ambiente. Esses podem ser fatores de estímulo para inovação, crescimento e criação de empregos. Tais medidas são custo-eficientes e fundamentais para salvar vidas, prevenir e reduzir perdas e garantir a recuperação e reabilitação eficaz.

Prioridade 4 - Aumentar a preparação para desastres para uma resposta eficaz e para "reconstruir melhor" na recuperação, reabilitação e reconstrução.

32. O crescimento constante do risco de desastres, incluindo o aumento da exposição de pessoas e ativos, combinado com as lições aprendidas com desastres do passado, indica a necessidade de reforçar ainda mais a preparação para resposta a desastres, tomar medidas com base na previsão de eventos, integrar a redução do risco de desastres na preparação para resposta e assegurar que exista capacidade para resposta e recuperação eficazes em todos os níveis. É fundamental promover o empoderamento das mulheres e das pessoas com deficiência para liderar publicamente e promover abordagens de resposta, recuperação, reabilitação e reconstrução com igualdade de gênero e acesso universal. Os desastres demonstram que a fase de recuperação, reabilitação e reconstrução, que deve ser preparado antes que ocorra um desastre, é uma oportunidade fundamental para reconstruir melhor, inclusive pela integração da redução do risco de desastres em medidas de desenvolvimento, construindo nações e comunidades resilientes aos desastres.