



# Esgoto e Saneamento Básico

---

Melhorias e Transformações para o Rio

**Autores:**

Juan Ribeiro

Lucas Mandelblatt

Pâmella Fernanda

Esse estudo é parte do **ThinkTank – Caminhos para o Rio**, projeto conduzido por alunos de graduação em Administração da PUC-Rio. Como parte da sua formação em empreendedorismo, os estudantes se organizam em grupos de pensadores que, sob a orientação de docentes, desenvolvem estudos sobre problemas e tendências relevantes para o Rio de Janeiro.

## **Introdução**

O saneamento básico é uma questão fundamental para a qualidade de vida nas cidades, e no Rio de Janeiro, os desafios são ainda maiores devido à complexidade de sua geografia e ao crescimento desordenado. A falta de investimentos adequados e a gestão ineficiente dos resíduos sólidos e do esgoto resultam em problemas econômicos, ambientais e de saúde pública que afetam diretamente a população e setores essenciais como o turismo e a pesca.

Nos últimos anos, esforços significativos têm sido feitos para melhorar essa situação, como a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e a concessão de financiamentos importantes para modernizar a infraestrutura de água e esgoto. No entanto, obstáculos persistem, principalmente nas áreas mais vulneráveis, como as favelas e bairros periféricos, onde o acesso a esses serviços é ainda mais limitado.

Além disso, o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de resíduos sólidos agrava a poluição de rios e praias, afetando a economia e colocando em risco a saúde pública. A falta de uma política eficaz de reciclagem e coleta seletiva apenas piora esse cenário, demandando soluções mais abrangentes e integradas.

Neste estudo, são analisados os principais macroproblemas que envolvem o saneamento básico e o manejo de resíduos na cidade, assim como seus impactos econômicos e sociais. A proposta também se alinha aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, oferecendo uma visão de como políticas públicas e iniciativas privadas podem trabalhar juntas para reverter esse quadro e promover um desenvolvimento urbano mais sustentável.

# **1. Contextualização das Oportunidades**

O Rio de Janeiro enfrenta sérios desafios em seu sistema de saneamento básico, que afetam diretamente a economia, a saúde pública e o meio ambiente. A gestão inadequada de resíduos sólidos tem contribuído para a poluição das praias e da Baía de Guanabara, prejudicando o turismo e a pesca e resultando em significativas perdas econômicas e elevados custos com saúde pública. O sistema de esgoto da cidade é antigo e sobrecarregado, causando frequentes vazamentos e contaminação, enquanto a infraestrutura de distribuição de água sofre com vazamentos e falta de manutenção, impactando setores essenciais e o abastecimento em áreas periféricas.

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o recente financiamento do BNDES para a Águas do Rio são esforços importantes para melhorar a infraestrutura de água e esgoto, visando a universalização dos serviços. No entanto, a implementação dessas melhorias enfrenta obstáculos, especialmente em áreas periféricas e favelas, onde o acesso a esses serviços ainda é limitado.

O Marco Legal do Saneamento Básico estabeleceu diretrizes para melhorar a cobertura e a qualidade dos serviços de saneamento, mas a política pública atual enfrenta desafios na execução plena, especialmente em relação à privatização e à equidade na distribuição de água. A cidade também precisa avançar em educação ambiental, coleta seletiva e reciclagem para mitigar a poluição e promover um desenvolvimento urbano mais sustentável.

Além disso, a crise de abastecimento de água é exacerbada por fatores como poluição, desmatamento, urbanização desordenada e mudanças climáticas, que afetam a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos. A situação exige investimentos contínuos e soluções integradas para garantir a saúde ambiental e a qualidade de vida da população.

## **1.1 Apresentação dos macroproblemas**

### **1.1.1 Manejo de resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro**

Os problemas de saneamento e esgoto no Rio de Janeiro estão ligados ao manejo de lixo. A cidade enfrenta dificuldades com coleta de lixo ruim, descarte incorreto e pouca reciclagem. O crescimento desordenado da cidade piora esses problemas, principalmente nas áreas mais pobres.

A coleta de lixo é irregular, especialmente em favelas e áreas de difícil acesso. Isso faz o lixo acumular em ruas e terrenos baldios, prejudicando o ambiente e aumentando mosquitos e ratos, o que piora a saúde. Além disso, o lixo pode entupir o esgoto, causando inundações.

A poluição da água é outro problema por causa do descarte errado de lixo. Muitos resíduos acabam em rios e na Baía de Guanabara, dificultando o tratamento da água. A falta de coleta seletiva e pouca conscientização pioram a situação. A reciclagem ainda é insuficiente para o lixo produzido.

Os aterros sanitários também estão sobrecarregados. Mesmo com aterros seguindo normas ambientais, o lixo nem sempre é tratado corretamente, o que pode liberar gases tóxicos e contaminar o solo e a água

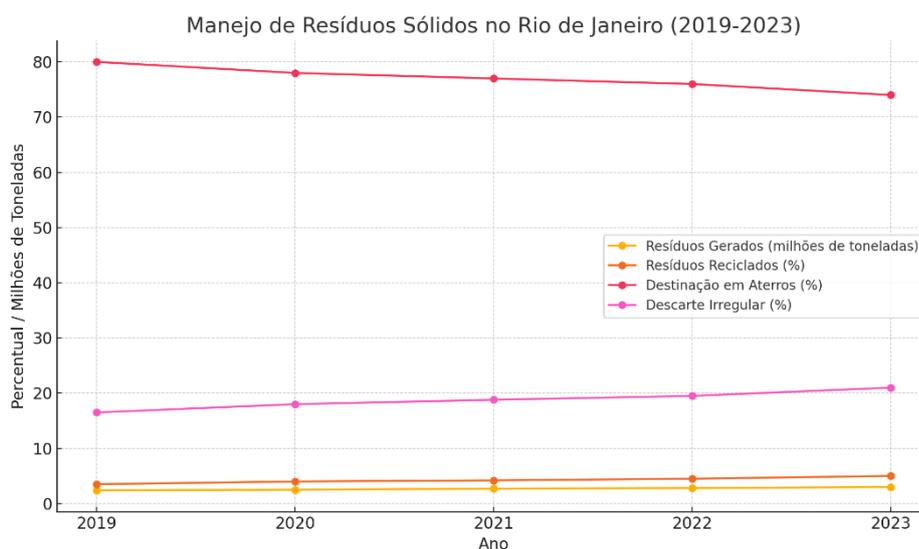


Figura 1 - Análise do manejo de resíduos sólidos no Rio de Janeiro de 2019 a 2023, destacando resíduos gerados, reciclados, destinados a aterros e descartes irregulares

Entre 2019 e 2023, o lixo produzido no Rio aumentou de 2,4 milhões para 3,0 milhões de toneladas. A reciclagem cresceu pouco, de 3,5% para 5%. A maior parte do lixo ainda vai para aterros, mas essa porcentagem caiu de 80% para 74%. O descarte irregular aumentou de 16,5% para 21%, mostrando problemas na coleta, especialmente nas áreas mais vulneráveis. Isso indica que é preciso melhorar a reciclagem e evitar o descarte irregular para proteger o ambiente e a saúde.

### **1.1.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro**

A infraestrutura de esgoto no Rio de Janeiro enfrenta diversos desafios, decorrentes de uma rede antiga que não foi adequadamente modernizada para acompanhar o rápido crescimento urbano. Muitas áreas, principalmente nas periferias, carecem de uma coleta de esgoto eficiente, resultando em sistemas sobrecarregados e suscetíveis a falhas, como vazamentos e rompimentos frequentes nas tubulações.<sup>1</sup> Esses problemas enfatizam a urgência de investimentos na modernização e expansão dessa infraestrutura para atender às necessidades crescentes da população.<sup>2</sup>

A rede de esgoto do Rio de Janeiro começou a ser implantada no final do século XIX, com um modelo que, inicialmente, integrava esgoto sanitário e águas pluviais. No entanto, a infraestrutura moderna, consolidada principalmente a partir da criação da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (Cedae) em 1975, trouxe novas diretrizes, mas também manteve algumas limitações.<sup>3</sup> A falta de uma separação adequada entre as redes de esgoto e as de drenagem pluvial compromete ainda mais a eficácia do sistema, resultando na sobrecarga das estações de tratamento de esgoto, que frequentemente operam além de sua capacidade. A infraestrutura atual, portanto, não apenas é insuficiente para o volume de esgoto gerado, como também demonstra deficiências na gestão e operação, exigindo intervenções significativas para melhorar sua funcionalidade.

### **1.1.3 Vulnerabilidades na Infraestrutura de Distribuição de Água Potável na Cidade do Rio de Janeiro**

A infraestrutura de distribuição de água potável no Rio de Janeiro apresenta várias vulnerabilidades que afetam negativamente a eficiência e a qualidade do abastecimento. Esse sistema, marcado por décadas de urbanização desordenada e rápido crescimento populacional, sofre com a falta de investimentos em manutenção e modernização. Como resultado, há altos índices de vazamentos e desperdício de água, o que reflete um sistema obsoleto e mal conservado. Essas deficiências são particularmente graves nas áreas

---

<sup>1</sup> <https://www.aguasdoriorio.com.br/esgotamento-sanitario>

<sup>2</sup> <https://igua.com.br/rio-de-janeiro/noticias/dia-mundial-do-meio-ambiente-igua-investe-em-infraestrutura-de-saneamento-e-acoes-de-responsabilidade-ambiental>

<sup>3</sup> <https://www.scielo.br/j/cm/a/TCTRjyJF6QbDWQXSWnWJYH/>

periféricas e vulneráveis, onde o abastecimento é frequentemente irregular e a pressão da água é baixa.<sup>4</sup>

A histórica desigualdade socioeconômica da cidade agrava ainda mais a situação. Enquanto as áreas centrais e de maior renda têm acesso relativamente constante à água potável, as favelas e bairros periféricos enfrentam problemas crônicos de abastecimento. Nessas regiões, a ausência de uma infraestrutura adequada perpetua um ciclo de desvantagem, onde a falta de acesso à água potável contribui para condições de saúde precárias e uma qualidade de vida inferior.<sup>5</sup>

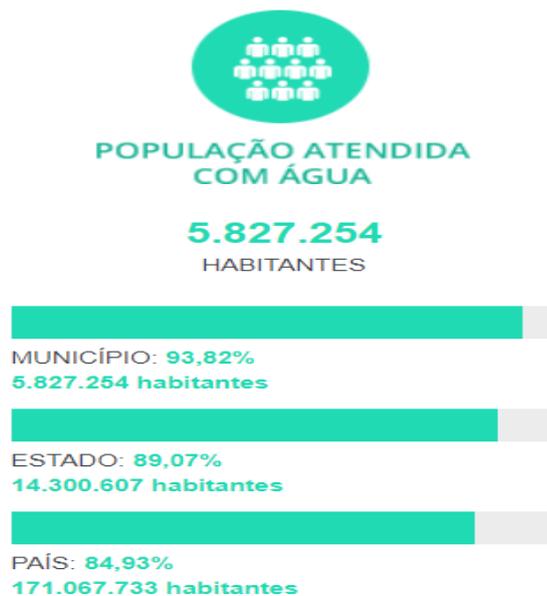
Além disso, a ocupação desordenada de áreas urbanas, como as favelas, compromete ainda mais o sistema de distribuição. A ocupação irregular das margens dos rios e a poluição das fontes hídricas prejudicam a qualidade e a disponibilidade de água, intensificando os desafios enfrentados pela infraestrutura de distribuição na cidade.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> [https://ceivap.org.br/revista\\_digital/ed14/seguranca-hidrica-no-estado-do-rio-de-janeiro](https://ceivap.org.br/revista_digital/ed14/seguranca-hidrica-no-estado-do-rio-de-janeiro)

<sup>5</sup> <https://dssbr.ensp.fiocruz.br/pesquisa-desvenda-origens-das-desigualdades-no-acesso-a-agua-na-regiao-metropolitana-do-rio-de-janeiro/>

<sup>6</sup> <https://dssbr.ensp.fiocruz.br/pesquisa-desvenda-origens-das-desigualdades-no-acesso-a-agua-na-regiao-metropolitana-do-rio-de-janeiro/>



7

Figura 2 - Representação gráfica da população atendida com água por níveis administrativos: município, estado e país.

## 1.2 Análise dos setores econômicos impactados

### 1.2.1 Manejo de resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro

O manejo inadequado de resíduos sólidos no Rio de Janeiro impacta significativamente o setor de turismo e a saúde pública. A poluição das praias, decorrente da má gestão dos resíduos, ameaça a atratividade turística da cidade, que contribui com cerca de 4,3% do PIB estadual. Uma pesquisa da FGV sugere que uma queda de 10% na qualidade ambiental das praias pode reduzir em até 5% o número de visitantes, acarretando perdas milionárias no setor de serviços.

Além disso, a saúde pública é diretamente afetada, com custos elevados para o tratamento de doenças ligadas ao manejo inadequado de resíduos, que chegaram a R\$ 150 milhões em 2021, segundo a Secretaria Municipal de Saúde. Investir em soluções eficazes, como a coleta seletiva e a economia circular, poderia não só melhorar esses setores, mas também gerar até

<sup>7</sup> <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rj/rio-de-janeiro>

R\$ 2,5 bilhões para o PIB do estado até 2030, conforme relatório da Firjan. Essas medidas são essenciais para fortalecer a economia e melhorar a qualidade de vida na cidade.

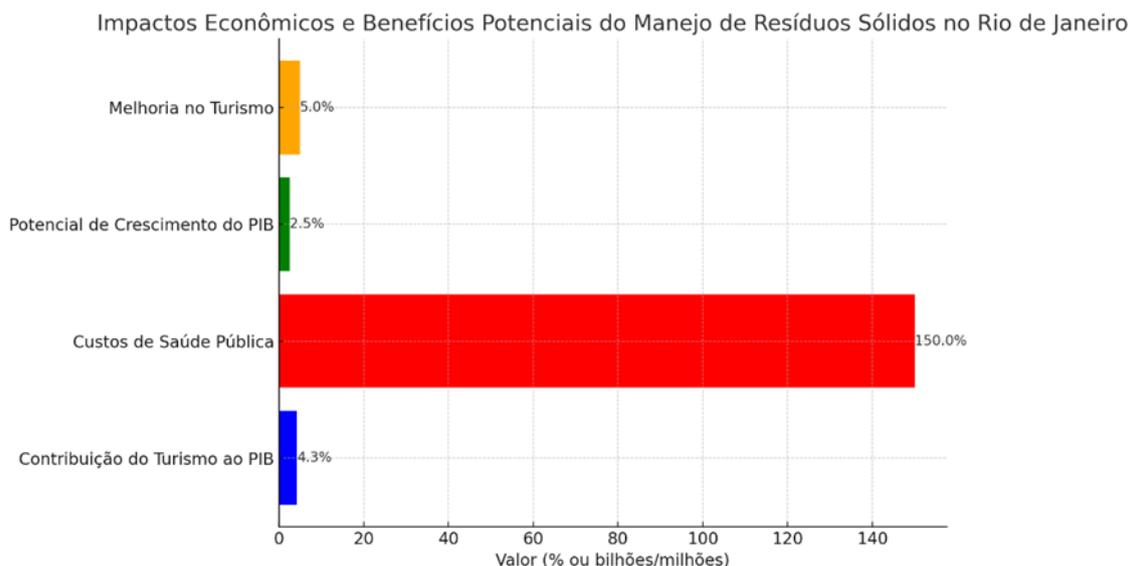


Figura 3 - Gráfico dos impactos econômicos e benefícios potenciais do manejo de resíduos sólidos no Rio de Janeiro, incluindo contribuições para o PIB e redução de custos em saúde pública.

O gráfico apresenta os impactos econômicos e os potenciais benefícios do manejo adequado de resíduos sólidos no Rio de Janeiro. Ele é composto por quatro categorias principais, representadas em barras horizontais:

Melhoria no Turismo, essa barra reflete um potencial aumento de 5% na criação de empregos e no número de visitantes ao melhorar a gestão de resíduos sólidos e, conseqüentemente, a qualidade ambiental das áreas turísticas. Isso traria mais visitantes, gerando mais receitas para o setor.

Potencial de Crescimento do PIB, a barra indica um potencial aumento de R\$ 2,5 bilhões no PIB do estado até 2030 se forem implementadas práticas eficientes de economia circular e manejo de resíduos sólidos. Isso destaca o benefício econômico que poderia ser alcançado com a adoção de soluções mais sustentáveis.

Custos de Saúde Pública, essa barra mostra que os custos com saúde pública relacionados ao manejo inadequado de resíduos sólidos chegaram a R\$ 150 milhões. Problemas como a proliferação de doenças devido à poluição e ao descarte incorreto de resíduos geram um peso econômico significativo para o sistema de saúde.

Contribuição do Turismo ao PIB, esta barra indica que o turismo contribui com 4,3% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado do Rio de Janeiro. O setor turístico é vital para a economia local, e sua eficácia pode ser prejudicada por problemas ambientais, como a má gestão de resíduos sólidos, que afetam a atratividade das praias e outras áreas turísticas.

### 1.2.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro

A fragilidade da infraestrutura de esgoto no Rio de Janeiro tem causado impactos profundos na economia da cidade, especialmente em setores como o turismo e a pesca, que são cruciais para a sustentabilidade econômica local. A poluição das praias e da Baía de Guanabara, decorrente do tratamento inadequado de esgoto, compromete a atratividade da cidade como um destino turístico de renome mundial. O setor de turismo contribui com 5% para o PIB do Rio de Janeiro.<sup>8</sup> Contudo, essa participação econômica está sob ameaça devido aos problemas ambientais crônicos causados pelo saneamento inadequado, o que resulta em perda de receitas, desvalorização imobiliária e aumento dos custos com saúde pública. A pesca é outro setor gravemente impactado pela poluição da Baía de Guanabara. Entre 2002 e 2013, o volume de peixes pescados na região caiu 68%, resultando em significativos prejuízos econômicos para os pescadores locais e para a economia do estado como um todo.<sup>2</sup> Além disso, a desvalorização dos imóveis localizados às margens da baía, combinada com os custos crescentes de saúde pública decorrentes de doenças relacionadas ao saneamento inadequado, contribuem para um prejuízo estimado em R\$ 31 bilhões anuais ao estado do Rio de Janeiro.<sup>9</sup>

	Aspecto	Valor
0	Redução no volume de peixes pescados (2002-2013)	68% de redução
1	Prejuízo econômico total estimado	R\$ 31 bilhões anuais
2	Desvalorização de imóveis à beira da baía	Incluso no prejuízo total
3	Custos adicionais com saúde pública	Incluso no prejuízo total

Figura 4 - Tabela do Impacto Econômico Baía de Guanabara.

<sup>8</sup> <https://www.hoteliernews.com.br/rio-planeja-aumentar-participacao-do-turismo-no-pib/>

<sup>9</sup> <https://diariodoporto.com.br/rj-perde-mais-de-r-30-bilhoes-com-poluicao-na-baia-de-guanabara/>

### **1.2.3 A Crise Hídrica no Rio de Janeiro: Impactos Econômicos**

Investir no sistema de distribuição de água é crucial para o desenvolvimento sustentável e econômico da cidade. Além de gerar milhares de empregos diretos e indiretos, esses investimentos podem atrair novos negócios e reduzir os custos públicos com saúde relacionados a doenças transmitidas pela água, que atualmente representam um gasto de cerca de R\$ 500 milhões anuais.

A distribuição de água potável no Rio de Janeiro impacta diretamente setores econômicos essenciais, como o turismo e a indústria. O turismo, que gera cerca de 7,5% do PIB estadual<sup>10</sup>, pode ser severamente afetado pela falta de água, prejudicando a experiência dos visitantes e a reputação da cidade.

Da mesma forma, a indústria, especialmente a de alimentos e bebidas, depende de um abastecimento confiável para operar, e interrupções desse serviço podem aumentar os custos operacionais em até 15%, afetando a competitividade das empresas<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> [https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=34538](https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=34538)

<sup>11</sup> <https://hoteisrio.com.br/noticias/hotelaria-e-associacoes-de-moradores-discutem-impacto-do-aumento-nas-cobrancas-de-agua-e-esgoto-pelas-concessionarias-responsaveis/>

### Concessionárias que abastecem o Rio

Cedae fornece água para três empresas que abastecem oito municípios

Região abastecida por **Águas do Rio** **Rio+Saneamento** **Iguá**



Ao todo, as três concessionárias fornecem água para aproximadamente **11 milhões de pessoas**

- 1 São João de Meriti
- 2 Nilópolis
- 3 Belford Roxo
- 4 Duque de Caxias
- 5 Mesquita
- 6 Nova Iguaçu
- 7 Queimados
- 8 Zona - Norte
- 9 Zona - Sul
- 10 Centro

11 Barra da Tijuca, Camorim, Cidade de Deus, Curicica, Freguesia (Jacarepaguá), Gardênia Azul, Anil, Grumari, Itanhangá, Jacarepaguá, Joá, Pechincha, Recreio dos Bandeirantes, Tanque, Taquara, Vargem Grande, Vargem Pequena e Praça Seca (parcialmente).

12 Bangu, Barra de Guaratiba, Campo dos Afonsos, Campo Grande, Cosmos, Deodoro, Guaratiba, Ilha de Guaratiba, Inhoaíba, Jabour, Jardim Sulacap, Magalhães Bastos, Paciência, Padre Miguel, Pedra de Guaratiba, Realengo, Santa Cruz, Santíssimo, Senador Camará, Senador Vasconcelos e Sepetiba.

Veja as regiões abastecidas pela água do Rio Guandu — Foto: Editoria de Arte

Figura 5 - Mapa das áreas abastecidas pelas concessionárias de água no Rio de Janeiro, destacando a distribuição para cerca de 11 milhões de pessoas.

### 1.3.1 Manejo de resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro

As políticas públicas relacionadas ao manejo de resíduos sólidos são fundamentais para mitigar os impactos ambientais, promover a sustentabilidade e proteger a saúde pública. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/2010, é a principal diretriz. Ela visa a redução, reutilização, reciclagem e tratamento adequado dos resíduos, além de incentivar a responsabilidade compartilhada entre governos, empresas e cidadãos na gestão dos resíduos. A PNRS também introduz o conceito de logística reversa, onde fabricantes e importadores são responsáveis pelo retorno e destinação correta de produtos pós-consumo.

Outra política relevante é a promoção de programas de educação ambiental e a implementação de sistemas de coleta seletiva em áreas urbanas e rurais. Essas iniciativas buscam aumentar a conscientização da população sobre a importância da separação de resíduos e do descarte adequado, além de fomentar o desenvolvimento de tecnologias para o tratamento de resíduos orgânicos e inorgânicos. Em conjunto, essas políticas têm como objetivo reduzir o volume de resíduos enviados para aterros sanitários e estimular a economia circular, onde os resíduos são reintegrados ao ciclo produtivo.

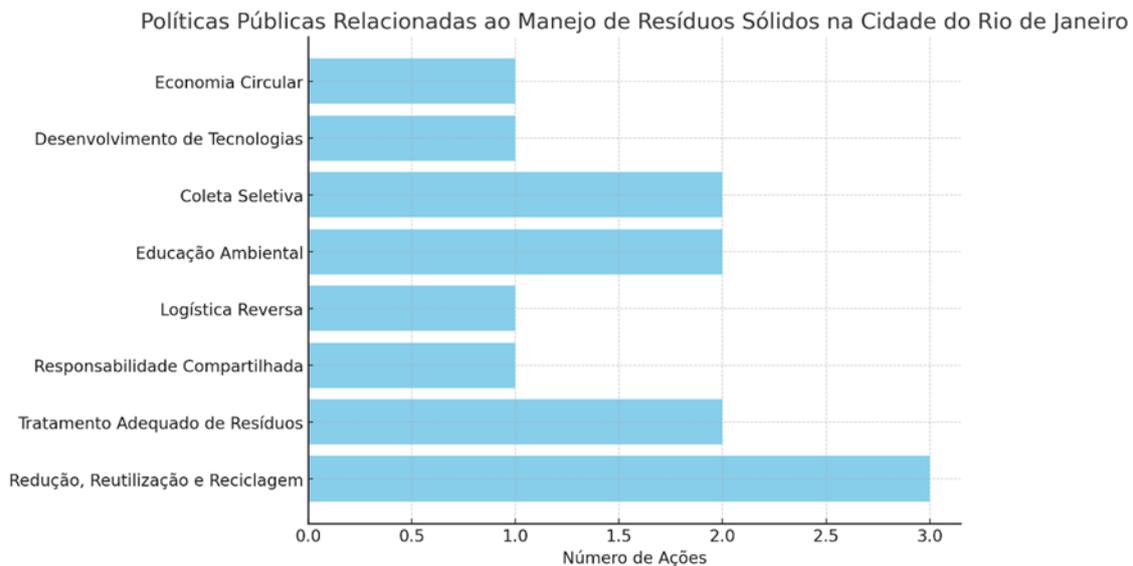


Figura 6 - Quantidade de ações implementadas nas áreas de gestão de resíduos no Rio de Janeiro, incluindo economia circular, coleta seletiva, e educação ambiental.

### 1.3.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro

Algumas das políticas públicas e investimentos são:

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Rio de Janeiro foca nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, seguindo as Leis Federais n.º 11.445/2007 e n.º 14.026/2020, com o objetivo de melhorar a salubridade ambiental, proteger os recursos hídricos e promover a saúde pública. O processo de construção do PMSB-AE será dividido em oito etapas: a primeira consiste na caracterização do município e análise de indicadores e demandas; a segunda e terceira etapas envolvem o diagnóstico dos sistemas existentes em diferentes áreas de planejamento; a quarta etapa aborda a integração com outros planos, definição de premissas, e alternativas de melhoria; a quinta e sexta etapas detalham as intervenções nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, respectivamente; a sétima etapa foca nas diretrizes de participação social e planos de emergência; e a oitava etapa finaliza com planos de investimentos, sustentabilidade financeira, estrutura tarifária, recomendações de melhoria e aprovação do plano, culminando na elaboração do relatório final consolidado.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> <https://aguasdoriorio.com.br/aguas-do-rio-assina-com-bndes-maior-financiamento-do-brasil-para-saneamento/>

A assinatura do contrato de financiamento com o BNDES representa um avanço crucial para o projeto de saneamento mais relevante do Brasil, com a Águas do Rio, empresa do grupo Aegea, recebendo linhas de crédito de até R\$ 19,3 bilhões. Esse financiamento visa suportar investimentos necessários para alcançar as metas de universalização de água e esgoto, conforme estipulado pelo Marco Legal do Saneamento e pelo contrato de concessão. A cerimônia ocorreu no Rio de Janeiro, com a presença dos presidentes da Águas do Rio e do BNDES. Além do financiamento do BNDES, a Águas do Rio está buscando outras fontes de recursos e negociando com agências multilaterais, alinhando-se às práticas globais de ESG. O investimento total previsto pela empresa é de cerca de R\$ 40 bilhões, com a meta de universalizar os serviços de saneamento nas 27 cidades da concessão nos próximos doze anos, prometendo impactos positivos ambientais e sociais, como já demonstrado na Lagoa Rodrigo de Freitas e, futuramente, na Baía da Guanabara.<sup>13</sup>

### **1.3.3 Desigualdade no Acesso à Água Potável: Um Desafio Persistente nas Políticas Públicas do Rio de Janeiro**

No Rio de Janeiro, as políticas públicas relacionadas à distribuição de água potável têm sido centralizadas em iniciativas que buscam tanto melhorar a infraestrutura quanto garantir o acesso equitativo à água de qualidade. O *Marco Legal do Saneamento Básico*<sup>14</sup> foi um avanço significativo, estabelecendo diretrizes para a universalização dos serviços de saneamento, que inclui o abastecimento de água. Essa legislação exige a criação de metas de cobertura, e a concessionária Águas do Rio tem sido uma das principais executoras desse processo, atuando na ampliação e modernização dos sistemas de abastecimento.

Apesar dos avanços legislativos<sup>15</sup>, os desafios permanecem. A política pública atual, orientada por essa legislação e por planos diretores municipais, ainda encontra obstáculos na execução plena, principalmente em áreas periféricas e favelas, onde o acesso à água potável é limitado. O foco tem sido na privatização dos serviços de saneamento como meio para acelerar investimentos e melhorias. No entanto, essa abordagem tem gerado debate sobre a eficácia

---

<sup>13</sup><http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12401025/4313007/ETAPA1DemandaServicosdeAguaeEsgotoelInterfacesPMSBRJ.pdf>

<sup>14</sup> <https://www.fundacao1demaio.org.br/artigo/politicas-publicas-de-acesso-a-agua-potavel-e-saneamento-para-todos/>

<sup>15</sup>[http://www3.alerj.rj.gov.br/lotus\\_notes/default.asp?id=3&url=L3NjcHJvMTUxOS5uc2YvMGM1YmY1Y2RIOTU2MDFmOTAzMjU2Y2FhMDAyMzEzMWlvNmFjMzNiZmE2NDQzM2ZiNzgzMjU3ZTM3MDA1OWYzYmQ/T3BibkRvY3VtZW50](http://www3.alerj.rj.gov.br/lotus_notes/default.asp?id=3&url=L3NjcHJvMTUxOS5uc2YvMGM1YmY1Y2RIOTU2MDFmOTAzMjU2Y2FhMDAyMzEzMWlvNmFjMzNiZmE2NDQzM2ZiNzgzMjU3ZTM3MDA1OWYzYmQ/T3BibkRvY3VtZW50)

e a equidade na distribuição da água, uma vez que há preocupações sobre a priorização de lucros em detrimento do atendimento às necessidades das populações mais vulneráveis.

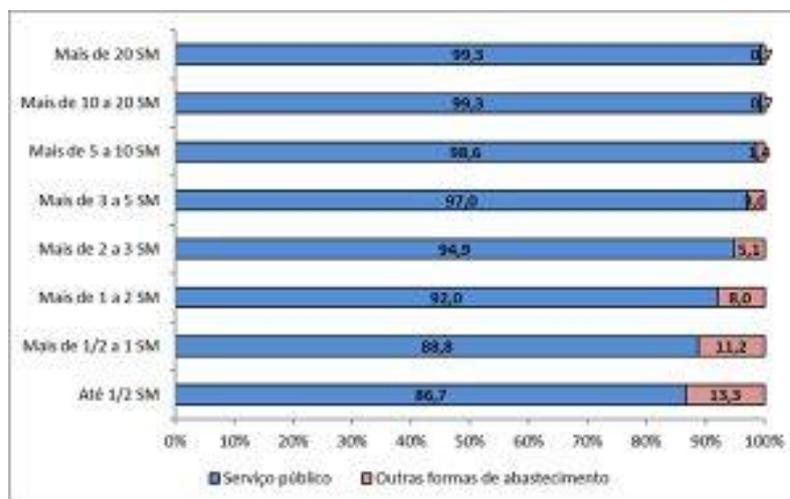


Figura 7 - O gráfico mostra a relação entre a renda e o acesso ao serviço público de abastecimento de água na capital e na região Metropolitana do Rio de Janeiro.

## 1.4 Forças econômicas direcionadoras e incertezas críticas

### 1.4.1 Manejo dos resíduos sólidos no Rio de Janeiro

O manejo de resíduos sólidos no Rio de Janeiro enfrenta diversos desafios socioambientais. A cidade, com sua vasta população e áreas urbanas densamente povoadas, gera uma quantidade significativa de resíduos diariamente. A falta de conscientização e educação ambiental entre os cidadãos contribui para o descarte inadequado de lixo, que muitas vezes acaba em rios e praias, agravando a poluição e afetando a saúde pública.

Além disso, a infraestrutura de coleta e tratamento de resíduos é insuficiente para atender a toda a demanda. Muitas comunidades, especialmente nas áreas periféricas, não possuem acesso regular a serviços de coleta de lixo, o que resulta em acúmulo de resíduos e proliferação de vetores de doenças. Para mitigar esses problemas, é essencial investir em programas de educação ambiental, melhorar a infraestrutura de coleta e promover a reciclagem e o reaproveitamento de materiais, visando um desenvolvimento urbano mais sustentável e saudável para todos os habitantes.

### **1.4.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro**

A infraestrutura de saneamento básico no Rio de Janeiro enfrenta sérios problemas tecnológicos, com sistemas de esgoto antigos e sobrecarregados. A rede não consegue atender adequadamente a demanda crescente, principalmente em áreas mais populosas, o que leva a frequentes vazamentos e à contaminação ambiental. Um exemplo disso é a poluição contínua da Baía de Guanabara, que recebe grandes quantidades de esgoto não tratado, afetando a qualidade da água e o meio ambiente.<sup>16</sup>

Além disso, muitas estações de tratamento de esgoto operam com tecnologias defasadas, comprometendo a eficiência do processo antes que os resíduos sejam despejados em rios e praias. A falta de monitoramento eficaz agrava ainda mais a situação, colocando em risco a saúde pública e impactando negativamente a economia local, com a poluição prejudicando atividades essenciais como a pesca e o turismo.<sup>17</sup>

### **1.4.3 Os Impactos Socioambientais que Ameaçam o Abastecimento de Água Potável**

A variável socioambiental é fundamental para entender o problema de abastecimento de água potável no Rio de Janeiro. <sup>18</sup>A cidade enfrenta desafios como a poluição de rios e mananciais, desmatamento e a urbanização desordenada, que comprometem a qualidade e disponibilidade de recursos hídricos. A ocupação irregular em áreas de preservação e a falta de saneamento básico em muitas comunidades resultam na contaminação de fontes de água, agravando a crise de abastecimento.

Além disso, as mudanças climáticas contribuem para períodos de seca mais prolongados, enquanto chuvas intensas aumentam a erosão e o assoreamento dos reservatórios. Esses fatores não apenas reduzem a quantidade de água disponível, mas também aumentam os

---

<sup>16</sup><https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/06/03/baia-de-guanabara-agoniza-com-despejo-de-quase-100-toneladas-de-lixo-por-dia-30-anos-apos-a-eco-92.ghtml>

<sup>17</sup><https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/01/18/levantamento-mostra-que-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-do-rio-operam-abaixo-da-capacidade.ghtml>

<sup>18</sup> <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/relatorio-conjuntura-dos-recursos-hidricos-no-brasil-atualiza-informacoes-sobre-aguas-do-pais>

custos de tratamento e distribuição, afetando diretamente o fornecimento de água potável para a população.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> <https://portalsustentabilidade.com/2023/04/01/recursos-hidricos-rio-de-janeiro-lanca-novo-atla>

## **2. Análise do Contexto**

O capítulo 2 apresenta uma análise detalhada sobre a relação dos macroproblemas identificados no estudo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU e os Mapas de Transformação da plataforma de Inteligência Estratégica do World Economic Forum (WEF). A contextualização foca em como esses quadros globais de referência podem oferecer soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios específicos enfrentados na cidade do Rio de Janeiro, com ênfase no sistema de esgoto e no acesso à água potável.

A análise dos ODS permite identificar objetivos específicos que, se atingidos, podem mitigar os macroproblemas discutidos. Por meio de uma abordagem integrada, são exploradas as oportunidades de modernização da infraestrutura, adoção de tecnologias avançadas e o papel das parcerias entre setores público e privado para a resolução de problemas de saneamento e abastecimento de água na cidade. Já o World Economic Forum contribui com uma visão estratégica para a transformação desses desafios, fornecendo insights sobre tendências globais e possibilidades de colaboração.

Dessa forma, o capítulo busca demonstrar como a Agenda 2030 e as iniciativas globais do WEF oferecem um caminho estruturado para enfrentar problemas locais com impacto social, econômico e ambiental positivo.

### **2.1 Contextualização a partir dos ODS**

#### **2.1.1 Apresentação da Agenda 2030**

A Agenda 2030 da ONU é um plano global, composto por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, com foco em promover o desenvolvimento sustentável nas esferas social, econômica e ambiental. Seus objetivos abrangem áreas críticas como erradicação da pobreza, combate à desigualdade, educação de qualidade, igualdade de gênero, acesso à saúde, combate às mudanças climáticas e promoção da paz e justiça. Além de ser uma responsabilidade compartilhada entre governos, o setor privado e a sociedade civil, a Agenda utiliza indicadores para monitorar o progresso em direção a essas metas até 2030, promovendo um desenvolvimento inclusivo e sustentável em escala global.

## OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Figura 8 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

### 2.1.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro

O macroproblema “fragilidade do sistema de esgoto na cidade do Rio de Janeiro” está diretamente vinculado ao ODS 6, que visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. A cidade enfrenta desafios significativos, como a cobertura insuficiente da rede de esgoto, despejo de águas residuais sem tratamento adequado e falhas na infraestrutura. Esses problemas resultam em poluição dos recursos hídricos, prejudicando o meio ambiente e a saúde pública.

Entre as metas do ODS 6, destaca-se a Meta 6.2, que busca garantir o acesso equitativo a saneamento adequado até 2030. Para resolver as fragilidades do sistema de esgoto, é necessário modernizar e expandir a infraestrutura de coleta e tratamento, principalmente em áreas vulneráveis. Tecnologias inovadoras, como sistemas descentralizados de tratamento de esgoto e o reaproveitamento de águas residuais, também são fundamentais para mitigar o impacto ambiental e melhorar a qualidade de vida.

Além disso, a revitalização dos rios urbanos e áreas de manguezais pode ajudar a purificar os efluentes e recuperar os ecossistemas aquáticos. A participação das comunidades locais na gestão do saneamento e a implementação de parcerias público-privadas (PPPs) são soluções importantes para garantir o sucesso dessas iniciativas e garantir maior engajamento da população no uso responsável dos sistemas de esgoto.

O ODS 6, com suas metas de redução da poluição hídrica e melhoria do tratamento de águas residuais, oferece um caminho para a transformação do saneamento no Rio de Janeiro. Com

investimentos adequados e a aplicação de novas tecnologias, a cidade pode enfrentar esses desafios e melhorar a sustentabilidade dos recursos hídricos, beneficiando tanto o meio ambiente quanto a saúde pública.



Figura 9 - A figura demonstra o percentual do esgoto coletado e tratado na cidade do Rio de Janeiro em comparação com cidades vizinhas.

### 2.1.3 Desafios e Soluções para Garantir Água Potável no Rio de Janeiro: Como o ODS 6 Pode Transformar o Futuro Hídrico da Cidade

O macroproblema relacionado ao abastecimento de água potável na cidade do Rio de Janeiro está diretamente vinculado ao ODS 6: "Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos". Esse objetivo busca garantir o acesso universal à água potável de qualidade e ao saneamento, com metas específicas voltadas à melhoria da gestão dos recursos hídricos, redução da poluição da água, eficiência no uso, proteção dos ecossistemas relacionados à água e aumento da participação das comunidades locais na gestão da água.

Entre as metas relevantes para o contexto do Rio de Janeiro está a Meta 6.1, que visa alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos até 2030. A falta de infraestrutura adequada e a contaminação dos recursos hídricos na cidade representam desafios críticos. No entanto, soluções baseadas na melhoria da rede de distribuição, na adoção de tecnologias inovadoras para tratamento e purificação da água, e na

conscientização pública sobre o uso eficiente da água podem mitigar esses problemas. A implementação de sistemas de captação e reaproveitamento de água da chuva, assim como a revitalização de áreas de mananciais e rios urbanos, pode também contribuir significativamente.

**Indicador Municipal - Domicílios em *slum* (base Censo) – Município do Rio – 2010**



CONDIÇÃO	DOMICÍLIOS	%
<b>CONDIÇÃO DE OCUPAÇÃO</b>	99.088	4,6
PAREDE_INADEQ	9.270	0,4
DENSID_INADEQM3	128.080	6,0
SANIT_INADEQ	11.688	0,5
ABAST_AGUA_INADEQ	33.661	1,6
LIXO_INADEQ	15.848	0,7
ENERG_INADEQ	624	0,03
DOMICILIO_SLUM *	269.411	12,6
RIO CAPITAL	2.145.379	100,0

Fonte: IBGE - Censo Amostra 2010  
 \* A soma das parcelas não coincide com este total, pois há domicílios que estão em mais de uma condição.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO | INSTITUTO PEREIRA PASSOS

Figura 10 - A tabela informa a % das condições dos domicílios na cidade do Rio de Janeiro.

Além disso, a Meta 6.3<sup>20</sup>, que visa melhorar a qualidade da água ao reduzir a poluição e minimizar a liberação de produtos químicos perigosos, é essencial para o Rio de Janeiro. O controle da poluição de rios e córregos e o aprimoramento dos sistemas de saneamento básico são medidas prioritárias. Indicadores como a proporção de corpos d'água com boa qualidade e o percentual de esgoto tratado são ferramentas cruciais para acompanhar o progresso.

Para alcançar essas metas, o setor privado e a sociedade civil têm um papel relevante, promovendo parcerias público-privadas para investimento em infraestrutura de água e saneamento, além de projetos de educação ambiental. A cidade do Rio de Janeiro, por sua relevância turística e densidade populacional, precisa de estratégias que promovam um uso eficiente e sustentável da água, de modo a garantir a disponibilidade futura do recurso e a melhoria da qualidade de vida da população.

<sup>20</sup> <https://odsbrasil.gov.br/>

## **2.2 Contextualização a partir do World Economic Forum (WEF)**

### **2.2.1 Apresentação do World Economic Forum (WEF)**

O World Economic Forum (WEF) é uma organização internacional sem fins lucrativos, fundada em 1971, que busca promover a colaboração entre líderes empresariais, governamentais e da sociedade civil para enfrentar desafios globais. Com sede em Genebra, o WEF é amplamente conhecido por seu encontro anual em Davos, onde líderes discutem temas cruciais como economia, meio ambiente, e inovação tecnológica. Seu objetivo central é melhorar o estado do mundo, facilitando diálogos que impulsionam mudanças sustentáveis em diversas áreas.

A plataforma de Inteligência Estratégica do WEF é uma ferramenta avançada que permite a construção de Mapas de Transformação, oferecendo uma visão abrangente de megatendências globais e setores específicos da economia. Esses mapas interativos ajudam líderes a visualizarem conexões entre diferentes áreas de transformação, como tecnologia, políticas públicas e sustentabilidade. A funcionalidade é projetada para auxiliar na identificação de oportunidades e riscos emergentes, permitindo que tomadores de decisão planejem estratégias mais informadas e inovadoras para enfrentar os desafios complexos do futuro.

### **2.2.2 Mapa de Transformação "Circular Economy" (Economia Circular):**

Este mapa foca em modelos econômicos sustentáveis que visam reduzir o desperdício e promover a reutilização de recursos. No contexto do manejo de resíduos sólidos no Rio de Janeiro, a economia circular oferece soluções para minimizar a geração de resíduos e incentivar práticas de reciclagem, compostagem e reaproveitamento de materiais. Ele destaca a importância de políticas públicas, inovação tecnológica e a colaboração entre setores para transformar o sistema de gerenciamento de resíduos urbanos, melhorando a eficiência e a sustentabilidade.

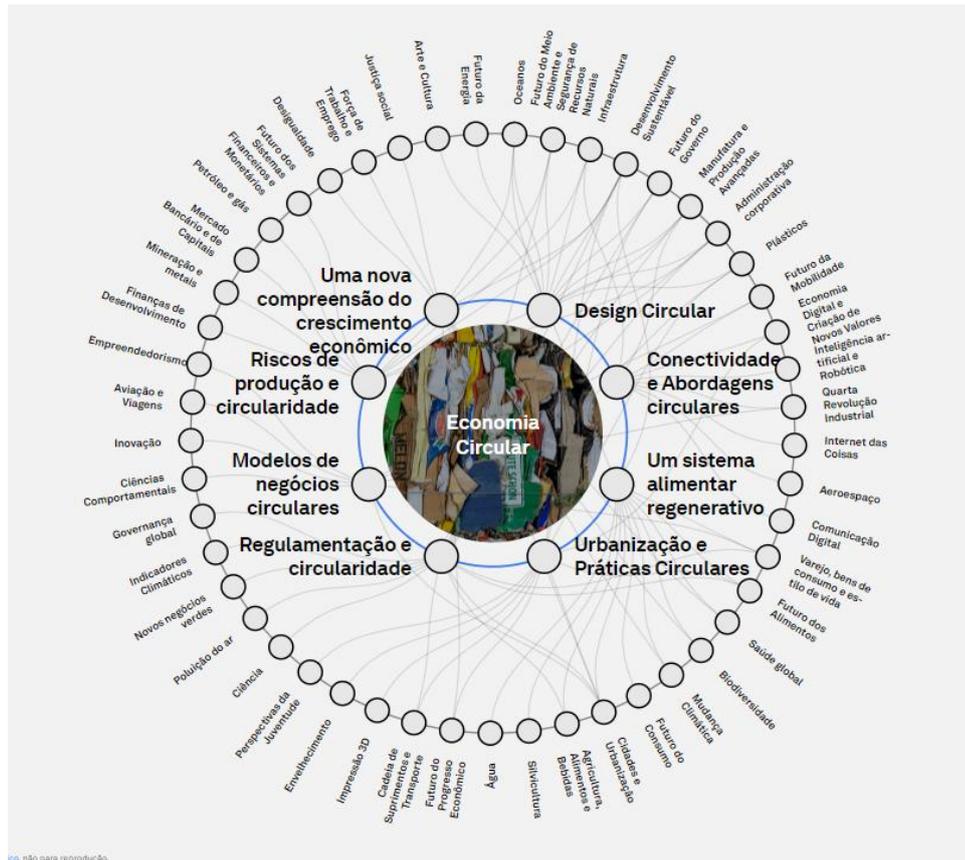


Figura 11 - O mapa da Economia Circular foca nos temas: Design , Conectividade , Urbanização , Alimentação Regenerativa e Riscos , ressaltando a interdependência entre inovação, regulamentação e tecnologia rumo à sustentabilidade.

### 2.2.3 Superando Desafios de Abastecimento de Água

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 06 (ODS 6) foca na água limpa e saneamento, destacando a infraestrutura hídrica como fundamental para o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. Para garantir segurança hídrica e enfrentar desafios como envelhecimento das redes de abastecimento e mudanças climáticas, estima-se que sejam necessários 11,7 trilhões de dólares em investimentos globais entre 2013 e 2030. A infraestrutura hídrica abrange desde sistemas tradicionais, como tubulações e estações de tratamento, até soluções inovadoras e sustentáveis, como valas verdes e coleta de água da chuva. Esses elementos são essenciais para prevenir doenças, melhorar a produtividade e garantir o abastecimento futuro.

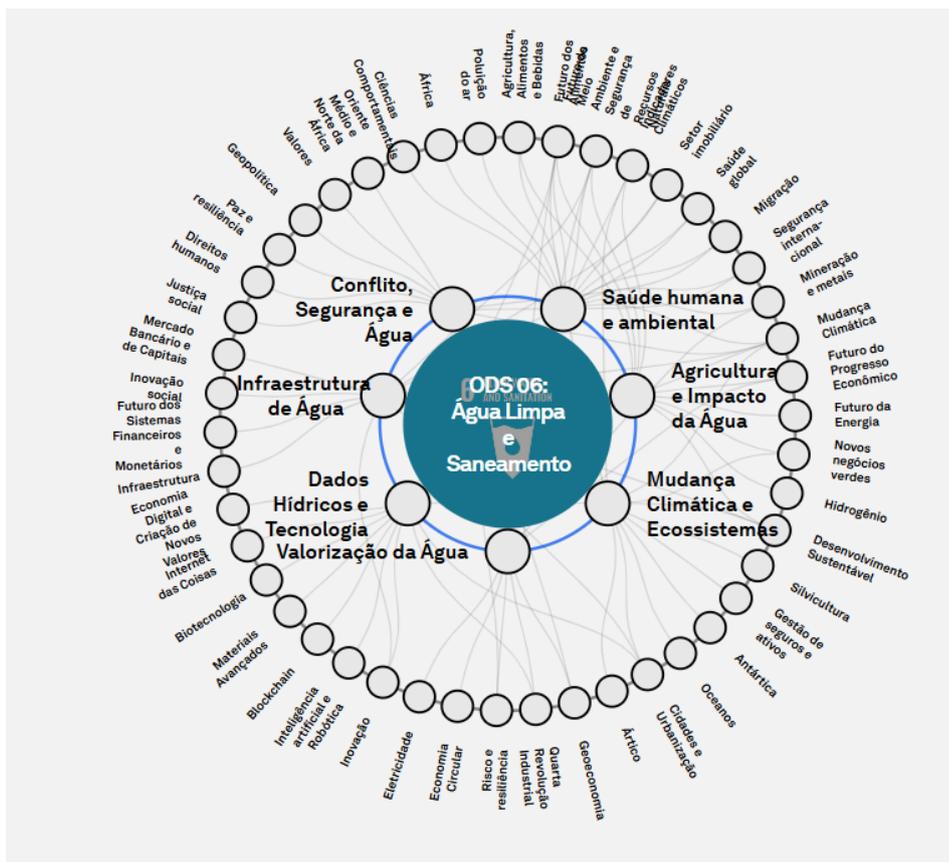


Figura 12- O desenvolvimento econômico depende de uma infraestrutura adequada, mas enfrenta desafios como escassez de profissionais, corrupção e falta de projetos viáveis, exigindo ações para superar essas barreiras

No entanto, os níveis de investimento atuais são insuficientes para atingir as metas estabelecidas pela ONU, o que se agrava com o envelhecimento dos sistemas de água em países desenvolvidos e a necessidade de expandi-los para áreas urbanas crescentes. Além de infraestrutura física, alternativas mais sustentáveis, como pântanos e telhados verdes, são cada vez mais consideradas. Títulos verdes, cuja emissão atingiu US\$ 522 bilhões em 2021, são uma fonte crucial de financiamento para esses projetos, demonstrando a importância de políticas financeiras alinhadas às questões ambientais.

No contexto do Rio de Janeiro, a infraestrutura hídrica enfrenta desafios como redes de abastecimento envelhecidas, alta perda de água por vazamentos e a necessidade de expansão para áreas urbanas em crescimento. Para garantir água limpa e saneamento, a cidade precisaria de investimentos significativos em modernização e sustentabilidade, alinhados com as metas do ODS 6<sup>21</sup>. Soluções como o uso de infraestrutura verde — coleta

<sup>21</sup> <https://intelligence.weforum.org/topics/a1G0X0000057N0PUAU/key-issues/a1Gb00000015QgKEAU>

de água da chuva e revitalização de rios — poderiam complementar as redes tradicionais, ajudando a mitigar os impactos das mudanças climáticas e melhorar a qualidade de vida, especialmente nas áreas mais vulneráveis.

### **3. Mapeamento das Oportunidades**

Este capítulo apresenta um mapeamento das principais oportunidades para enfrentar os desafios do saneamento básico no Rio de Janeiro, com foco em políticas públicas e modelos de negócios inovadores. A análise busca soluções que possam melhorar a infraestrutura de tratamento de esgoto e o acesso à água potável, promovendo a sustentabilidade e o desenvolvimento socioeconômico.

A seção 3.1 explora a implementação do Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020) e do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que visam universalizar os serviços até 2033. Parcerias público-privadas (PPPs) são destacadas como essenciais para alavancar investimentos e garantir a eficiência das obras, como exemplificado pela atuação da empresa Águas do Rio na modernização do sistema de esgoto.

Na seção 3.2, são abordadas oportunidades de negócios como as estações de tratamento descentralizadas e móveis, que oferecem soluções sustentáveis e eficazes para comunidades vulneráveis, além do uso de biorreatores de membrana (MBR) para tratamento de esgoto em áreas densamente povoadas. Essas inovações ajudam a otimizar recursos e ampliar a cobertura do saneamento.

Por fim, a seção 3.3 discute a integração de tecnologias emergentes, como sensores inteligentes, Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA), que permitem monitoramento em tempo real e gestão eficiente de sistemas de saneamento. Essa abordagem garante a qualidade da água e a automação dos processos, contribuindo para a sustentabilidade das operações.

Dessa forma, este mapeamento propõe soluções que abordam a fragilidade do saneamento no Rio de Janeiro, promovendo inovação e alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

#### **3.1 Oportunidades de soluções relacionadas a políticas públicas**

##### **3.1.1. Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro**

Uma oportunidade identificada para o macroproblema de fragilidade do sistema de esgoto do Rio de Janeiro está relacionada à implementação de melhorias na infraestrutura, alinhadas ao Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020). Dados dos últimos 5 anos indicam que

apenas 35% do esgoto da cidade é tratado adequadamente, gerando poluição em áreas como a Baía de Guanabara, o que impacta setores importantes da economia, como turismo e pesca.<sup>22</sup> A política pública do Marco Legal oferece uma possibilidade concreta de transformação, com a meta de universalizar os serviços de saneamento até 2033, por meio de investimentos robustos em infraestrutura e tecnologia <sup>23</sup>.

Neste contexto, a implementação de parcerias público-privadas (PPPs) surge como uma solução viável, garantindo a captação de recursos e a eficiência na execução das obras necessárias. Um exemplo disso é o financiamento obtido pela empresa Águas do Rio, que visa a modernização do sistema de esgoto e a universalização dos serviços.<sup>24</sup> Além disso, o uso de tecnologias mais avançadas para o tratamento de esgoto e a ampliação da rede de coleta podem reduzir substancialmente os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida da população.<sup>25</sup>

Complementando essa abordagem, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Rio de Janeiro propõe uma estratégia que abrange desde a expansão da rede de esgoto até a revitalização de ecossistemas aquáticos. Ao seguir as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 6, que busca garantir o saneamento universal e a gestão sustentável da água, há um potencial significativo para mitigar os danos ambientais e promover a saúde pública.<sup>26</sup>

### **3.1.2. O Plano que redefine o abastecimento de água no Rio de Janeiro**

Uma oportunidade concreta para mitigar o problema de abastecimento de água na cidade do Rio de Janeiro está ligada à implementação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Esse plano aprovado pela prefeitura, é um documento estratégico que orienta as políticas públicas relacionadas ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos. O PMSB tem como um de seus principais objetivos a

---

<sup>22</sup> <https://diariodorio.com/apenas-35-do-egoto-do-rio-de-janeiro-e-tratado/>

<sup>23</sup> <https://www.scielo.br/j/cm/a/TCTrjyJJF6QbDWQXSWnWJYH/>

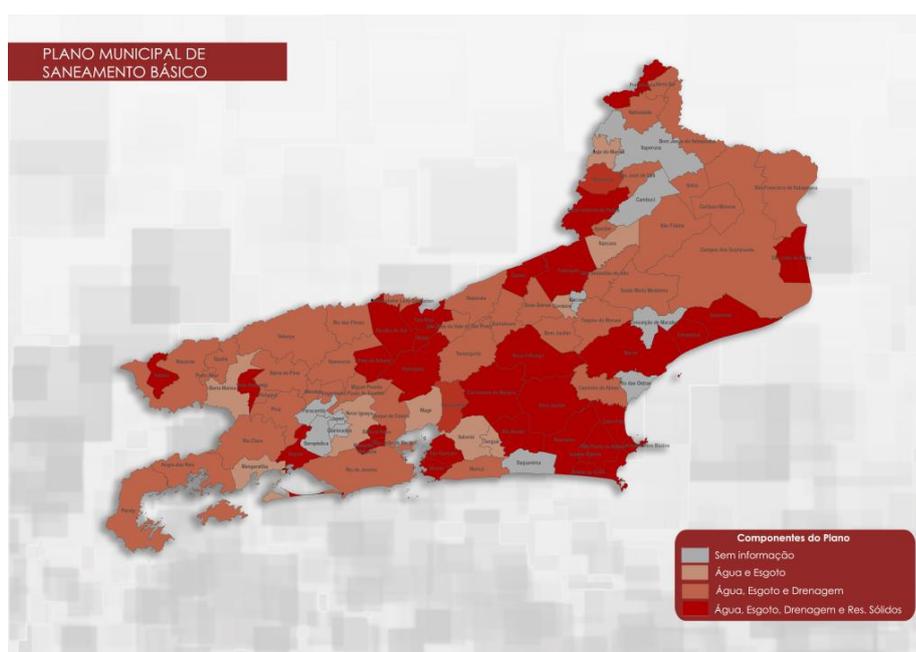
<sup>24</sup> <https://tratabrasil.org.br/rio-de-janeiro-amplia-servico-de-tratamento-de-egoto-e-mais-que-dobra-investimento-em-saneamento-por-habitante/>

<sup>25</sup> <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2020/06/16/os-reais-indices-de-tratamento-de-egoto-na-cidade-do-rio-de-janeiro/>

<sup>26</sup> <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>

universalização do acesso à água potável e ao saneamento, além da redução de perdas no sistema de abastecimento.<sup>27</sup>

Dentro do contexto do plano, há um foco na modernização da infraestrutura de distribuição de água e na melhoria da eficiência operacional, especialmente em áreas vulneráveis e periféricas da cidade. <sup>28</sup>Uma das ações é a substituição de tubulações antigas e a implementação de sistemas de monitoramento para identificar vazamentos, uma iniciativa que busca diminuir as perdas hídricas que são extremamente elevadas. Além disso, o plano contempla a realização de parcerias público-privadas (PPP) para fomentar investimentos e melhorias no setor de saneamento, incluindo o abastecimento de água.



*Figura 13 – Plano Municipal de Saneamento Básico*

O PMSB também busca o fortalecimento de ações de educação ambiental e campanhas de conscientização sobre o uso sustentável da água, além da criação de mecanismos de fiscalização mais rigorosos. Isso envolve a promoção do uso racional da água em setores

---

<sup>27</sup>

[https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB\\_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf](https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf)

<sup>28</sup> <https://psam.eco.br/pmsb>

comerciais, industriais e residenciais, contribuindo para a redução do consumo excessivo e para o equilíbrio da oferta e demanda.<sup>29</sup>

## **3.2 Oportunidades de soluções relacionadas a novos negócios**

### **3.2.1. Estações de tratamento descentralizadas:**

Uma possível oportunidade de negócios relacionada à vulnerabilidade dos sistemas de tratamento e águas residuais na cidade do Rio de Janeiro é o desenvolvimento de pequenas estações descentralizadas de tratamento de águas residuais direcionadas a comunidades e áreas vulneráveis. Este modelo de negócio pode satisfazer a necessidade urgente de saneamento básico nestas áreas, onde a infraestrutura centralizada é muitas vezes inacessível ou ineficaz. Ao fornecer soluções locais, empresas estabelecidas ou novos empreendimentos podem preencher lacunas existentes, causando um impacto social e ambiental significativo.

Essas estações de tratamento descentralizadas podem incorporar tecnologias de tratamento biológico sustentáveis e mais econômicas de uma forma modular e fácil de implementar. Além de tratar os esgotos localmente, estas unidades também poderão reutilizar parte da água tratada para fins não potáveis, como irrigação e limpeza, o que contribuirá para a sustentabilidade dos recursos hídricos. Esta solução proporciona benefícios diretos às comunidades, melhorando a saúde pública, reduzindo a poluição da água e aliviando a pressão no sistema central de esgotos da cidade.

Além disso, as propostas para pequenas estações descentralizadas terão um potencial significativo para parcerias público-privadas, permitindo que os governos locais e as empresas colaborem para expandir as infraestruturas essenciais de saneamento. Este modelo de negócio também poderá criar empregos locais para instalação, operação e manutenção das unidades, o que também contribuirá para o desenvolvimento econômico destas comunidades. Investir em estações de tratamento descentralizadas representa, portanto, uma oportunidade real para abordar a fragilidade do sistema de águas residuais do Rio de Janeiro, ao mesmo tempo que promove soluções escaláveis e sustentáveis.

---

<sup>29</sup> [https://blog.houer.com.br/saneamento-basico-o-case-do-rio-de-janeiro/?doing\\_wp\\_cron=1727440448.3516740798950195312500](https://blog.houer.com.br/saneamento-basico-o-case-do-rio-de-janeiro/?doing_wp_cron=1727440448.3516740798950195312500)

### **3.2.2. Estações móveis:**

Uma oportunidade para enfrentar a desigualdade no acesso à água potável é o desenvolvimento de estações de tratamento de água móveis em áreas carentes. Essas estações seriam instaladas em comunidades que enfrentam dificuldades no abastecimento, tratando água de fontes locais, como rios ou água da chuva, e tornando-a potável. Utilizando tecnologias de purificação de baixo custo e energia renovável, essas estações ofereceriam uma solução prática e acessível, levando água limpa diretamente para quem mais precisa, sem depender da infraestrutura precária de distribuição. O projeto também poderia envolver a educação das comunidades sobre a importância do uso consciente da água e boas práticas de higiene, ampliando o impacto positivo. Com essa abordagem, não só se resolveria um problema urgente de saúde pública, mas também se contribuiria para a redução da desigualdade social, promovendo o acesso igualitário a um recurso essencial para a vida e o desenvolvimento das comunidades.

### **3.3 Análise de tendências tecnológicas para possíveis soluções**

#### **3.3.1. A integração de sensores inteligentes com a Internet das Coisas (IoT) e sistemas de Inteligência Artificial (IA)**

A integração de sensores inteligentes com a Internet das Coisas (IoT) e sistemas de Inteligência Artificial (IA) oferece uma solução poderosa para o monitoramento e gestão de estações descentralizadas de tratamento de águas residuais. Essas tecnologias emergentes permitem que o processo de tratamento seja acompanhado em tempo real, garantindo que a qualidade da água seja constantemente controlada, e que o desempenho das unidades seja otimizado. Sensores IoT são capazes de medir parâmetros essenciais, como níveis de poluição, composição química da água, presença de patógenos, e eficiência das unidades de tratamento.

Com os dados coletados pelos sensores, a Inteligência Artificial pode atuar de forma autônoma para ajustar os sistemas conforme necessário, garantindo que o tratamento continue eficaz mesmo diante de mudanças nas condições da água ou no volume de esgoto. Além disso, a IA pode prever falhas nos equipamentos ou a necessidade de manutenção, evitando interrupções no serviço e reduzindo custos operacionais. Para áreas vulneráveis, onde a mão-de-obra técnica qualificada pode ser limitada, essa automação é um diferencial importante, pois reduz a dependência de intervenções humanas constantes.

Outro benefício do uso de IA e IoT em estações descentralizadas é a possibilidade de gestão remota, o que permite o monitoramento das unidades em tempo real, mesmo de locais distantes. Isso facilita a expansão de projetos de saneamento básico em áreas onde seria difícil garantir a presença física constante de operadores ou técnicos. Com essas tecnologias, as empresas ou órgãos públicos responsáveis pela operação podem monitorar diversas estações simultaneamente, otimizando recursos e garantindo que o sistema continue funcionando de maneira eficiente e sustentável.

Em resumo, o uso de sensores inteligentes e IA em estações descentralizadas representa uma inovação crucial para tornar o tratamento de águas residuais mais eficiente e acessível em comunidades vulneráveis. Além de melhorar o controle da qualidade da água, essas tecnologias reduzem custos e aumentam a sustentabilidade dos sistemas, oferecendo uma solução robusta e escalável para áreas com infraestrutura limitada.

### **3.3.2. Uso de Biorreatores de Membrana (MBR) como Solução Inovadora para o Tratamento de Esgoto no Rio de Janeiro**

Uma tecnologia emergente com grande potencial para suportar soluções no tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro é o sistema de biorreatores de membrana (MBR)<sup>30</sup>. Esse sistema combina processos biológicos tradicionais com a filtração por membrana, permitindo uma remoção eficiente de contaminantes e a produção de um efluente de alta qualidade, que pode até mesmo ser reutilizado em algumas aplicações, como irrigação ou limpeza industrial. A vantagem dessa tecnologia está na capacidade de tratar esgotos domésticos e industriais com maior eficiência do que as estações convencionais.

No Rio de Janeiro, onde o crescimento populacional e a urbanização criam sobrecarga nas infraestruturas de saneamento, o MBR pode ser uma solução interessante, especialmente em regiões com grande densidade urbana e proximidade a corpos d'água sensíveis, como a Baía de Guanabara. O sistema reduz significativamente a carga de contaminantes no efluente tratado, incluindo sólidos suspensos, nutrientes como nitrogênio e fósforo, além de micropoluentes, que são uma crescente preocupação ambiental.

Outra vantagem do MBR é o seu menor espaço físico em comparação com os sistemas tradicionais de tratamento de esgoto, o que o torna viável para áreas densamente povoadas e com restrições de espaço, como muitas das favelas e comunidades carentes da cidade. Além disso, sua operação contínua e automatizada reduz a necessidade de grandes equipes de manutenção, o que pode ser um atrativo para concessionárias de saneamento que enfrentam limitações orçamentárias.

Embora ainda seja uma tecnologia emergente e com um custo inicial relativamente elevado, o MBR apresenta um excelente potencial para o futuro do saneamento no Rio de Janeiro, especialmente com o crescente interesse em soluções sustentáveis e em projetos de despoluição.

---

<sup>30</sup><https://www.atlascopco.com/pt-br/compressors/industry-solutions/wastewater-treatment/aeration-blowers-for-membrane-bioreactors>

### 3.4 Mapeamentos de startups que ofertam soluções

Nome da Startup	Logomarca	Website	Resumo do Negócio	País de Origem
Solvi		<a href="http://solvi.com.br">solvi.com.br</a>	Solvi atua no setor de saneamento ambiental e resíduos, oferecendo soluções de coleta, tratamento e valorização de resíduos sólidos. Ela participa de iniciativas de PPPs no Brasil para modernizar a infraestrutura de saneamento.	Brasil
Veolia		<a href="http://veolia.com">veolia.com</a>	Veolia é uma das maiores empresas globais em serviços de tratamento de água, oferecendo tecnologias de tratamento de esgoto e soluções para a reutilização de água.	França
BioFiltro		<a href="http://biofiltro.com">biofiltro.com</a>	A BioFiltro desenvolve sistemas de tratamento de águas residuais sustentáveis, utilizando tecnologias biológicas e descentralizadas para comunidades rurais e urbanas.	Chile
Suez		<a href="http://suez.com">suez.com</a>	Suez oferece soluções em gerenciamento de água e resíduos sólidos, com foco em tecnologias de reciclagem e otimização do uso de recursos hídricos.	França

Tabela 1 - Mapeamentos de startups que ofertam soluções.

## **4. Análise dos Macroproblemas**

Este capítulo apresenta uma análise dos macroproblemas enfrentados pela cidade do Rio de Janeiro, com foco no manejo de resíduos sólidos, tratamento de esgoto e abastecimento de água. A estrutura do capítulo é composta por três principais detalhes: Mapas de Stakeholders, Mapas de Empatia e Árvores de Problemas.

A seção de Mapas de Stakeholders organiza as partes envolvidas em cada questão, classificando-as como primárias, secundárias e terciárias, de acordo com seu grau de envolvimento. Em seguida, os Mapas de Empatia são apresentados para ilustrar as percepções, necessidades e preocupações da população impactada, como um comerciante da Rocinha para o tratamento de esgoto e a personagem Maria de Fátima, destacando suas experiências com o abastecimento de água na região.

Por fim, as Árvores de Problemas detalham as causas estruturais e as consequências associadas a cada tema, evidenciando os principais fatores que agravam esses desafios e os impactos que geram na qualidade de vida, no meio ambiente e na economia da cidade.

## 4.1. Mapas de stakeholders

### 4.1.1 Manejo dos Resíduos Sólidos na cidade do Rio de Janeiro

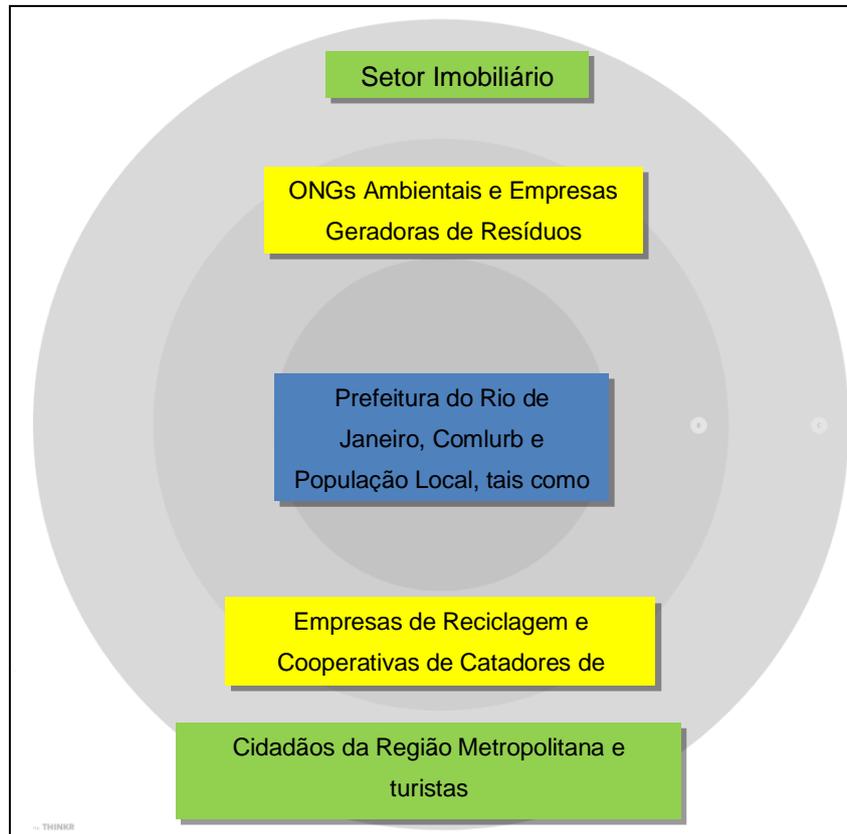


Figura 14 - Mapas de stakeholders do manejo dos resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro, organizado por grau de envolvimento.

#### Stakeholders Primários

A Prefeitura do Rio de Janeiro é responsável pela regulamentação, gestão e fiscalização da coleta e tratamento de resíduos na cidade. A execução dessas atividades fica a cargo da Comlurb (Companhia Municipal de Limpeza Urbana), que realiza a coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos. A população local, especialmente os moradores da Rocinha, são os principais geradores de resíduos e diretamente impactados pela eficiência ou deficiência do sistema de manejo de resíduos.

#### Stakeholders Secundários

As empresas de reciclagem processam resíduos recicláveis, contribuindo para a redução do volume de lixo destinado a aterros. As cooperativas de catadores de materiais recicláveis

desempenham um papel essencial na coleta seletiva e na reciclagem, fortalecendo a sustentabilidade do sistema. Organizações não governamentais (ONGs) ambientais promovem práticas sustentáveis e conscientizam a comunidade sobre a importância da reciclagem e da redução de resíduos. Além disso, empresas geradoras de resíduos, como indústrias e comércios que produzem volumes significativos de resíduos, são regulamentadas para assegurar o manejo adequado desses materiais.

### Stakeholders Terciários

Os turistas contribuem temporariamente para o aumento do volume de resíduos na cidade. O setor imobiliário influencia diretamente a geração de resíduos de construção e demolição, impactando a gestão de resíduos sólidos. Já os cidadãos da Região Metropolitana, embora residam fora do município, também são afetados pelas políticas e pela eficiência do sistema de manejo de resíduos implementado no Rio de Janeiro.

#### 4.1.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro



Figura 15 - Mapa de stakeholders da fragilidade do sistema de esgoto no Rio de Janeiro, organizado por grau de envolvimento.

## **Stakeholders Primários**

Águas do Rio é uma empresa responsável pela gestão do sistema de esgoto no Rio de Janeiro, encarregada de sua operação, manutenção e expansão. A empresa enfrenta desafios constantes, como a sobrecarga do sistema e a necessidade urgente de modernizar a infraestrutura para atender à crescente demanda da população. Nas periferias, a população sofre os efeitos diretamente da falta de coleta e tratamento de esgoto, problemas de saúde e de qualidade de vida. Já a Prefeitura do Rio de Janeiro, embora não atue diretamente no sistema de esgoto, é peça-chave na melhoria das políticas e investimentos em saneamento, buscando melhorias que possam ampliar a cobertura e resolver falhas do sistema.

## **Stakeholders Secundários**

Entre as partes interessadas secundárias, as organizações ambientais têm um papel de vigilância sobre o impacto ambiental da má gestão do esgoto. Essas organizações fiscalizam a poluição dos rios e praias, pressionam o governo e outros envolvidos na busca de soluções mais sustentáveis e eficazes. Os legisladores também influenciam diretamente o sistema, criando leis e regulamentações que podem facilitar o acesso a recursos ou exigir melhorias na infraestrutura, garantindo um saneamento mais eficiente e abrangente.

## **Stakeholders Terciários**

As propriedades imobiliárias são afetadas indiretamente pela questão do esgoto, já que a falta de infraestrutura diminui o valor de imóveis em áreas com saneamento precário, obtendo a atratividade desses locais para compradores e investidores. Os turistas, embora não sejam diretamente envolvidos, sentem o impacto da poluição em regiões turísticas, onde o problema do esgoto compromete a experiência e prejudica a imagem da cidade como destino. Além disso, o sistema de saúde sofre uma pressão indireta, pois a carência de saneamento nas periferias eleva a demanda por atendimentos relacionados a doenças causadas pelo contato com esgoto não tratado, sobrecarregando o sistema e evidenciando a urgência de melhorias no saneamento.

### 4.1.3 Abastecimento de água no Rio de Janeiro



Figura 16 - Mapa de stakeholders sobre o abastecimento de água potável do Rio de Janeiro, organizado por grau de envolvimento.

#### Stakeholders Primários

A Cedae e a Águas do Rio são responsáveis pela captação, tratamento e distribuição da água, atuando como os principais operadores do sistema de abastecimento e assumindo diretamente a responsabilidade de manter e melhorar a infraestrutura. Essas empresas desempenham um papel central ao fornecer água potável à população e ao resolver problemas de distribuição. Já a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro é responsável pelo controle das políticas públicas, decisões orçamentárias e projetos de infraestrutura relacionados ao abastecimento de água, possuindo o poder de decisão para implementar soluções de longo prazo, como a ampliação de redes e o tratamento de esgoto. E a população afetada pelo abastecimento de água em sua residência.

## **Stakeholders Secundários**

A Agenesra, como agência de regulação e controle, atua na regulação do setor de saneamento, fiscalizando a prestação dos serviços e assegurando que as concessionárias cumpram os padrões de qualidade. Esse papel é crucial para garantir a eficiência e a qualidade do abastecimento. Já as ONGs ambientais e os movimentos sociais consistem em grupos que monitoram a sustentabilidade do abastecimento e pressionam por soluções ecológicas e sociais. Sua influência está em fiscalizar e exigir ações mais eficazes e justas em termos ambientais e sociais.

## **Stakeholders Terciários**

Os cidadãos constituem o principal grupo impactado pela falta ou má qualidade do abastecimento de água, especialmente nas regiões periféricas. Como usuários finais do sistema, sofrem diretamente com o problema, mas possuem menos poder para influenciar as decisões. As empresas e indústrias também são afetadas, pois o fornecimento inadequado de água pode prejudicar suas operações e produtividade. Embora sofram um impacto indireto, essas entidades podem ter mais recursos e influência para demandar soluções. As comunidades vulneráveis, compostas por grupos com menor acesso à água de qualidade, especialmente em áreas periféricas e favelas, enfrentam intensamente a escassez e a má qualidade da água, mas possuem baixa capacidade de influenciar as decisões políticas e econômicas.

## 4.2. Mapas de empatia

### 4.2.1 Mapa de empatia sobre o Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro

**Persona:** Comerciante da Rocinha do Rio de Janeiro associado a pesquisa qualitativa.

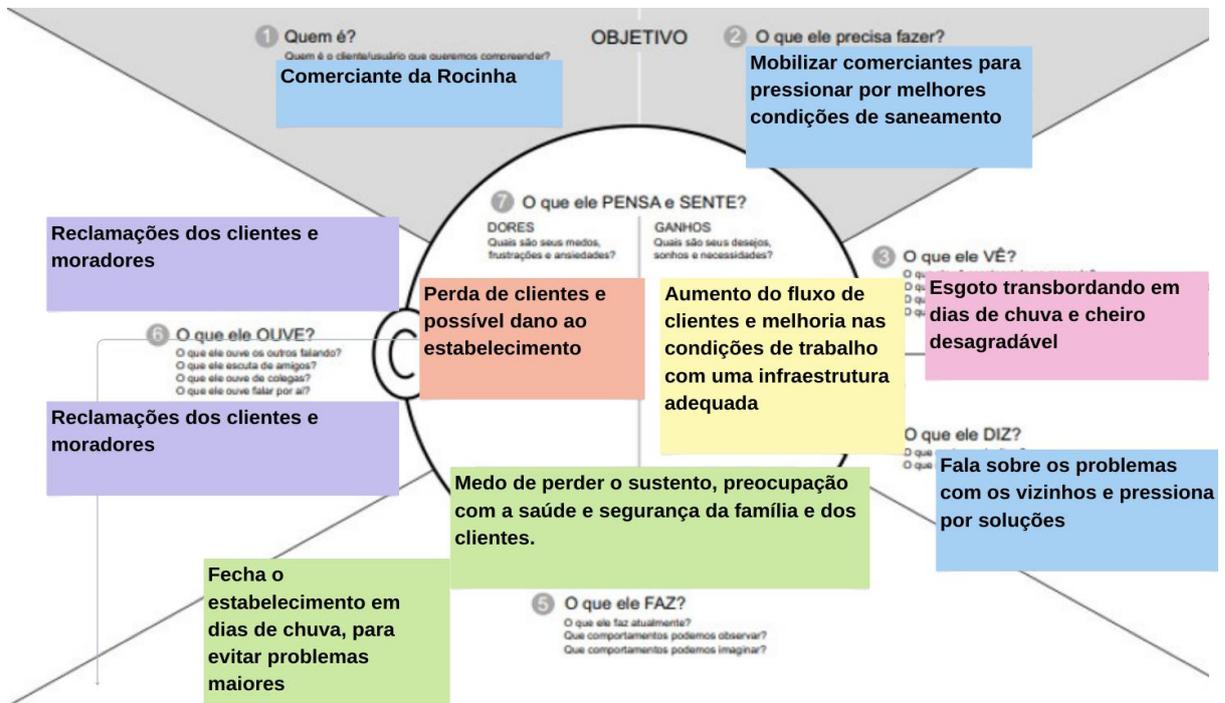


Figura 17 - O mapa de empatia relacionado ao manejo de resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro associado a pesquisa quantitativa.

Esse mapa de empatia sintetiza as preocupações, necessidades e ações do comerciante em relação às condições de saneamento, ajudando a compreender seu contexto e motivações.

## 4.2.2 Mapa de empatia sobre o Abastecimento de água no Rio de Janeiro



Figura 18 - O mapa de empatia relacionado ao abastecimento de água potável da cidade do Rio de Janeiro associado a pesquisa quantitativa.

Esse mapa de empatia destaca as percepções, necessidades e preocupações de Maria de Fátima em relação ao abastecimento de água potável na Rocinha, refletindo a complexidade do problema no contexto local.

## 4.3 Árvores de problemas

### 4.3.1 Manejo dos Resíduos Sólidos na cidade do Rio de Janeiro

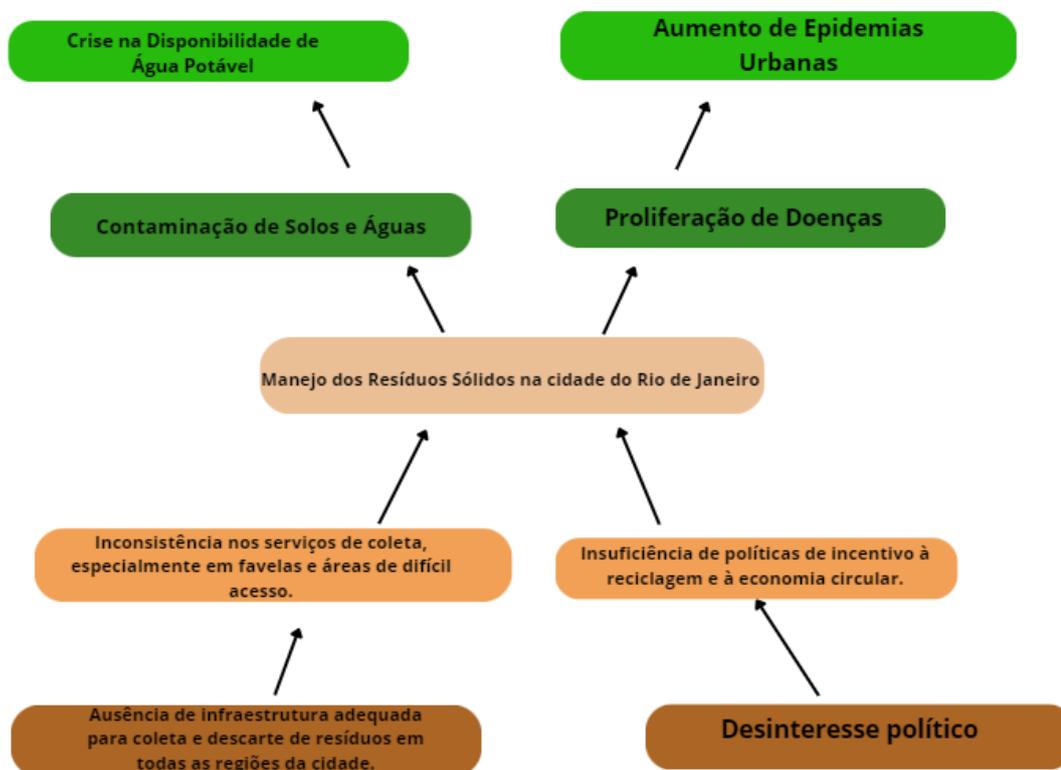


Figura 19 - Árvore de problemas sobre o Manejo dos Resíduos Sólidos na cidade do Rio de Janeiro.

A árvore de problemas do manejo dos resíduos sólidos na cidade do Rio de Janeiro demonstra diversos desafios estruturais e operacionais que comprometem a qualidade de vida de seus habitantes e afetam negativamente o meio ambiente. A ausência de infraestrutura adequada para coleta e descarte de resíduos, especialmente em áreas periféricas e de difícil acesso, resulta em acúmulo de lixo em terrenos baldios e nas margens de rios, criando focos de doenças e prejudicando a saúde pública. O crescimento desordenado e a falta de planejamento urbano intensificam essa situação, uma vez que muitas regiões carecem de serviços de coleta regulares e eficientes. Além disso, a falta de políticas públicas consistentes de incentivo à reciclagem e à economia circular, somada à escassez de educação ambiental, contribui para o descarte incorreto e para a sobrecarga dos aterros sanitários, frequentemente sobrecarregados, que não atendem à demanda crescente.

O impacto dessa realidade é extenso e inclui desde a poluição de praias e rios, até o entupimento de sistemas de drenagem e esgoto, o que pode resultar em enchentes. As áreas

mais afetadas são também aquelas que convivem com o mau cheiro de lixões e a proliferação de pragas, como ratos e mosquitos, o que agrava a disseminação de doenças como leptospirose e dengue. O aumento dos custos com saúde pública e a queda na atratividade turística devido à poluição e degradação das áreas naturais são consequências diretas dessa gestão ineficiente dos resíduos. A cidade ainda enfrenta restrições orçamentárias e uma baixa priorização do setor, resultando em uma visão negativa da cidade no cenário nacional e internacional, afetando a imagem do Rio de Janeiro como uma cidade sustentável e saudável, além de causar impactos econômicos no setor imobiliário e no comércio local.

#### 4.3.2 Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro



Figura 20 - Árvore de problemas sobre a Fragilidade do sistema e tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro.

A árvore de problemas apresentada ilustra a fragilidade do sistema de tratamento de esgoto na cidade do Rio de Janeiro como o problema central, causado por uma série de fatores estruturais e operacionais que prejudicam a eficiência do sistema. Na base da árvore,

destacam-se problemas como a rede de esgoto antiga e não modernizada e a ausência de uma coleta eficiente nas periferias, que fortalece a sobrecarga do sistema. Outro fator crítico é a falta de separação entre redes de esgoto e águas pluviais, o que leva a um aumento do volume direcionado às estações de tratamento, originalmente projetadas para capacidades menores.

Essas causas geram consequências graves na parte superior da árvore. Entre elas, destaca-se o impacto negativo na imagem da cidade para turistas, causado pela poluição e pelas condições precárias de infraestrutura. Além disso, o tratamento ineficaz do esgoto resulta na poluição dos recursos hídricos, o que contribui para o aumento de doenças relacionadas à contaminação por água e esgoto, afetando tanto o meio ambiente quanto a qualidade de vida da população.

### 4.3.3 Abastecimento de água no Rio de Janeiro



Figura 21 - Árvore de problemas sobre o Abastecimento de água no Rio de Janeiro.

A árvore acima demonstra como o abastecimento de água no Rio de Janeiro enfrenta uma série de desafios estruturais e operacionais, refletindo a falta de investimentos contínuos na modernização da infraestrutura de distribuição. A desigualdade no acesso à água potável é evidente, com as áreas periféricas da cidade sendo as mais afetadas pela escassez e irregularidade no fornecimento. O sistema de distribuição de água sofre com a alta taxa de vazamentos devido à falta de manutenção adequada, além da urbanização desordenada que compromete áreas de captação e distribuição. A degradação das fontes hídricas, agravada pela poluição e desmatamento, e as mudanças climáticas, com períodos de seca mais intensos e chuvas concentradas, também impactam diretamente a disponibilidade e a qualidade da água. Em muitas regiões, há interrupções frequentes no fornecimento e baixa pressão em áreas elevadas e densamente povoadas, o que resulta em um serviço aquém das necessidades da população.

Além disso, o consumo elevado de água em setores como turismo e comércio sobrecarrega o sistema, enquanto a falta de conscientização sobre o uso racional da água contribui para o desperdício. A qualidade da água também é comprometida em algumas regiões devido à contaminação, o que eleva os custos com saúde pública, especialmente com doenças relacionadas ao consumo de água não tratada. As deficiências no monitoramento de vazamentos e distribuição, somadas à interferência política e às limitações orçamentárias, dificultam a execução de planos eficazes de melhoria. A irregularidade no abastecimento e a falta de acesso constante à água em áreas periféricas agravam a qualidade de vida e aumentam a vulnerabilidade socioeconômica dessas comunidades, refletindo na desvalorização de propriedades e na diminuição da atratividade turística em algumas regiões da cidade.

## **5. Agenda de Oportunidades**

O capítulo 5 apresenta uma reflexão aprofundada sobre os desafios do saneamento básico e da gestão de recursos hídricos na cidade do Rio de Janeiro, destacando oportunidades derivadas do debate entre pensadores sobre três macroproblemas essenciais para o desenvolvimento sustentável da cidade.

Inicialmente, no tópico 5.1, discute-se a gestão sustentável e integrada de resíduos sólidos, propondo soluções que incluem a criação de infraestrutura adequada, incentivos à reciclagem, parcerias público-privadas e o uso de tecnologias inovadoras. O objetivo é minimizar os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida da população, especialmente nas áreas mais vulneráveis.

O tópico 5.2 aborda as fragilidades do sistema de tratamento de esgoto, enfatizando os desafios relacionados à cobertura insuficiente e às consequências negativas para a saúde pública e os ecossistemas locais.

No tópico 5.3, é apresentada uma análise das vulnerabilidades na infraestrutura de distribuição de água potável. A proposta foca em redefinir as prioridades do debate sobre abastecimento, concentrando esforços na fiscalização e gestão eficiente, garantindo que as soluções sejam mais assertivas e diretamente relacionadas às causas do problema.

Com base nesses debates, o capítulo propõe ações concretas e integradas que visam não apenas resolver os problemas apresentados, mas também abrir caminhos para a construção de um Rio de Janeiro mais resiliente, sustentável e alinhado às demandas socioambientais contemporâneas.

### **5.1 Caminho para o Rio: Gestão Sustentável e Integrada de Resíduos Sólidos**

Propor a implementação de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos que priorize a criação de infraestrutura adequada para coleta e descarte em todas as regiões da cidade, especialmente em áreas de difícil acesso, além de incentivar políticas públicas voltadas à reciclagem e à economia circular. Esse sistema deve incluir campanhas de conscientização para engajar a população, parcerias público-privadas para fomentar investimentos no setor, e a aplicação de tecnologias inovadoras, como plataformas digitais e sistemas de monitoramento, garantindo maior eficiência e transparência no manejo dos resíduos, com o

objetivo de reduzir a contaminação do solo e das águas, minimizar a proliferação de doenças e melhorar a qualidade de vida urbana.

## **5.2 Caminho para o Rio: Rumo à Eficiência: Propostas para a Melhoria do Tratamento de Esgoto, Infraestrutura e Uso Sustentável da Água no Rio de Janeiro**

Priorizar a modernização das redes de esgoto e a ampliação da coleta nas áreas periféricas, garantindo que todas as regiões da cidade, especialmente as de difícil acesso, sejam atendidas de forma eficiente. Esse sistema deve incluir a separação adequada das redes de esgoto e águas pluviais, de modo a evitar sobrecargas nas estações de tratamento e melhorar a capacidade de processamento. Além disso, é essencial investir em tecnologias inovadoras, como sensores e sistemas de monitoramento remoto, que permitam a detecção e reparo rápidos de falhas na rede. A implementação de políticas públicas que incentivem o uso sustentável dos recursos hídricos, com ênfase na redução do desperdício de água, campanhas de conscientização sobre a importância do tratamento de esgoto e o fortalecimento da fiscalização, com maior rigor na verificação de conformidade das infraestruturas e no combate ao lançamento irregular de esgoto, são fundamentais para engajar a população e reduzir o impacto ambiental, promovendo uma cidade mais saudável e com melhor qualidade de vida para seus habitantes e visitantes.

## **5.3 Caminho para o Rio: Redefinir as prioridades no debate sobre o abastecimento de água.**

Reavaliar as áreas de impacto do abastecimento precário no Rio de Janeiro, direcionando o foco para problemas diretamente relacionados, como a falta de fiscalização e a gestão ineficiente da distribuição de água, ao invés de incluir setores como o turismo, que não são significativamente afetados por essa questão. Esse ajuste de perspectiva permite uma abordagem mais assertiva, concentrando esforços nas reais causas e consequências do problema para propor soluções eficazes e sustentáveis.