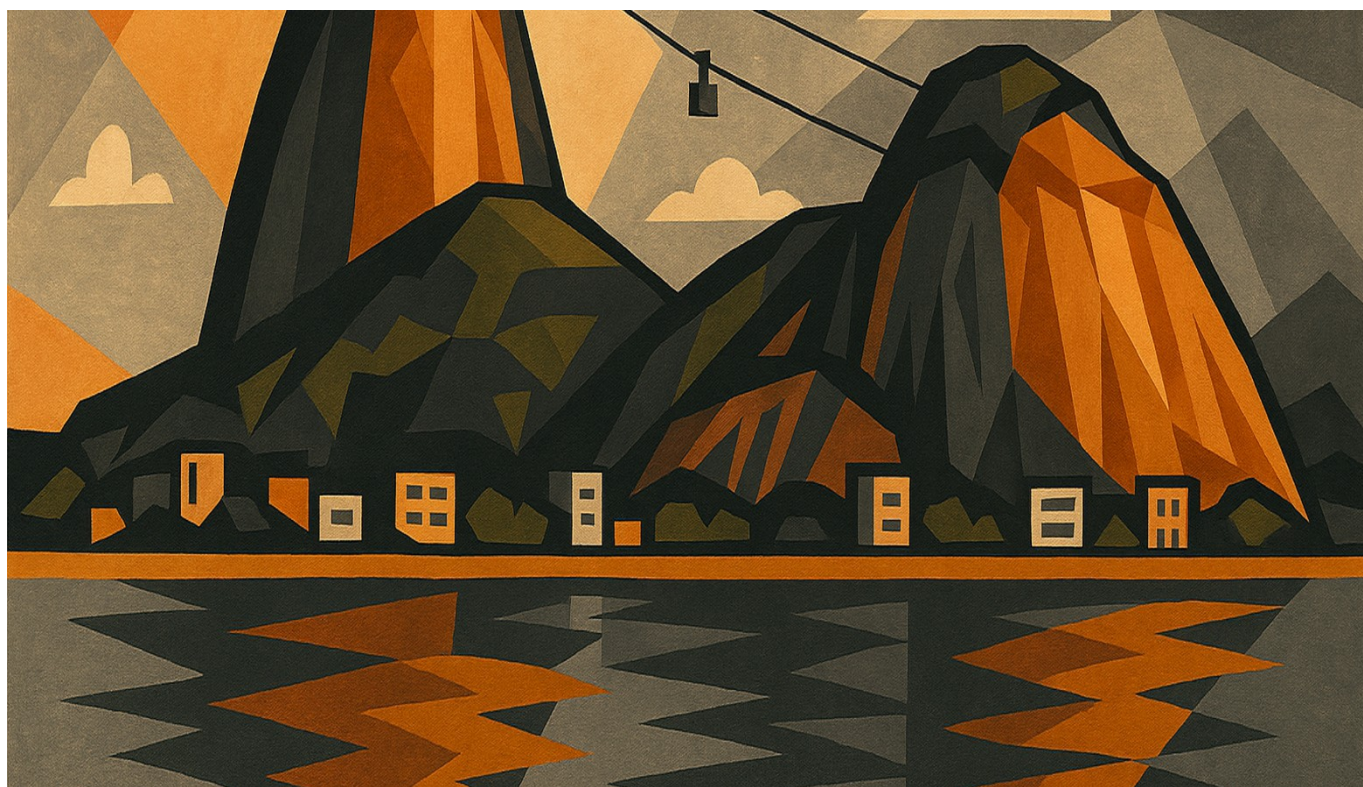




## **BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES DA REGENERA RIO**

AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA REGENERA RIO  
NA GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

**aegea**

RIO DE JANEIRO, 2026

## SUMÁRIO

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SUMÁRIO.....                                                                                                      | 2  |
| LISTA DE FIGURAS.....                                                                                             | 2  |
| LISTA DE TABELAS.....                                                                                             | 2  |
| LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS.....                                                                                | 3  |
| SUMÁRIO EXECUTIVO.....                                                                                            | 5  |
| 1. REGENERA RIO COMO INFRAESTRUTURA DA GESTÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO FLUMINENSE.....                               | 9  |
| 1.1. O DESAFIO DA GESTÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....                                             | 9  |
| 1.2. A INSERÇÃO TERRITORIAL DA REGENERA RIO.....                                                                  | 9  |
| 1.3. ATIVOS OPERACIONAIS E LÓGICA DE FUNCIONAMENTO DA REGENERA RIO.....                                           | 10 |
| 1.4. TRANSIÇÃO DE PARADIGMA NA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO.....                                              | 12 |
| 2. RESULTADOS OBSERVADOS DA OPERAÇÃO DA REGENERA RIO.....                                                         | 12 |
| 2.1. ESCALA OPERACIONAL.....                                                                                      | 12 |
| 2.2. INCLUSÃO PRODUTIVA, GOVERNANÇA SOCIOAMBIENTAL E EFEITOS TERRITORIAIS.....                                    | 13 |
| 2.3. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E CLIMÁTICOS OBSERVADOS.....                                                           | 13 |
| 2.4. TRATAMENTO DE CHORUME E CONTROLE AMBIENTAL.....                                                              | 15 |
| 3. ESTIMAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES.....                                                      | 15 |
| 4. BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES ESTIMADAS.....                                                          | 17 |
| 4.1. EFEITOS MULTIPLICADORES SOBRE PIB E EMPREGO.....                                                             | 17 |
| 4.2. BENEFÍCIOS SOCIAIS E INCLUSÃO PRODUTIVA.....                                                                 | 20 |
| 4.3. BENEFÍCIOS NA SAÚDE PÚBLICA.....                                                                             | 23 |
| 4.4. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS.....                                                                                   | 27 |
| 4.5. EFEITOS TERRITORIAIS E VALORIZAÇÃO URBANA.....                                                               | 34 |
| 5. SÍNTESE DOS RESULTADOS E LEITURA ECONÔMICA DA REGENERA RIO.....                                                | 39 |
| REFERÊNCIAS.....                                                                                                  | 42 |
| I.  SOBRE PEZCO ECONOMICS..... | 48 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 – MUNICÍPIOS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA REGENERA RIO..... | 10 |
| FIGURA 2 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS.....              | 16 |
| FIGURA 3 – EXTERNALIDADES ANALISADAS NO ÂMBITO DO ESTUDO.....              | 16 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 – PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DAS EXTERNALIDADES SOCIAIS.....          | 21 |
| TABELA 2 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES SOCIAIS – GERAÇÃO DE EMPREGOS.....   | 22 |
| TABELA 3 – PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DAS EXTERNALIDADES DE SAÚDE PÚBLICA..... | 25 |

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 4 - ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES DE SAÚDE PÚBLICA.....                                                                                         | 26 |
| TABELA 5 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES DE SAÚDE PÚBLICA.....                                                                                         | 27 |
| TABELA 6 - PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS.....                                                                                | 33 |
| TABELA 7 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS – CUSTO EVITADO COM A DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PELA REGENERA RIO.....              | 33 |
| TABELA 8 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS – TOTAL DE EMISSÕES EVITADAS COM A DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PELA REGENERA RIO..... | 34 |
| TABELA 9 - ESTIMATIVA DOS EFEITOS TERRITORIAIS E VALORIZAÇÃO URBANA.....                                                                               | 37 |
| TABELA 10 – SÍNTESE DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES DA REGENERA RIO.....                                                                    | 40 |

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

|         |                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| ABREMA  | Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente                         |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| ACV     | Avaliação do Ciclo de Vida                                                |

|                 |                                                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| AEGEA           | Aegea Saneamento                                                        |
| AID             | Área de Influência Direta                                               |
| AII             | Área de Influência Indireta                                             |
| BDA             | Referência citada no texto sem explicitação do nome completo            |
| CDR             | Combustível Derivado de Resíduos                                        |
| CDRU            | Combustível Derivado de Resíduos Urbanos                                |
| CH <sub>4</sub> | Metano                                                                  |
| COMLURB         | Companhia Municipal de Limpeza Urbana                                   |
| CTR             | Centro de Tratamento de Resíduos                                        |
| ETR             | Estação de Transferência de Resíduos                                    |
|                 |                                                                         |
| FIRJAN          | Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro                    |
| GEE             | Gases de Efeito Estufa                                                  |
| IBGE            | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                         |
| ICV             | Inventário do Ciclo de Vida                                             |
| INEA            | Instituto Estadual do Ambiente                                          |
| IPEA            | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada                                |
| MCID            | Ministério das Cidades                                                  |
| PIB             | Produto Interno Bruto                                                   |
| PMGIRS          | Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos                 |
| PNRS            | Política Nacional de Resíduos Sólidos                                   |
| RSU             | Resíduos Sólidos Urbanos                                                |
| SEAS            | Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade                     |
| SEEG            | Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa |
| SINISA          | Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico                    |
| SNIS            | Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico                    |

## 21SUMÁRIO EXECUTIVO

A Regenera Rio, empresa de gestão de resíduos sólidos urbanos do Grupo Aegea Saneamento, opera uma das principais infraestruturas ambientais de manejo de resíduos do Estado do Rio de Janeiro. O presente estudo econômico, elaborado pela Pezco Economics a pedido da Regenera Rio, busca dimensionar os benefícios econômicos, sociais, ambientais, sanitários e territoriais associados à substituição de formas inadequadas de disposição de resíduos por uma infraestrutura integrada de transferência, tratamento, valorização energética e destinação ambientalmente adequada.

A operação abrange os municípios do Rio de Janeiro, Seropédica, Itaguaí, Mangaratiba, Piraí, Paty do Alferes e Miguel Pereira e articula cinco Estações de Transferência de Resíduos, localizadas em Jacarepaguá, Santa Cruz, Bangu, Marechal Hermes e Caju, com o Centro de Tratamento de Resíduos do Rio de Janeiro, o CTR Rio, situado em Seropédica. Optou-se por não apresentar, neste Sumário Executivo, uma estimativa agregada da população atendida, diante da necessidade de compatibilização das diferentes bases territoriais utilizadas ao longo do estudo. O CTR Rio figura entre os maiores aterros sanitários bioenergéticos da América Latina e constitui o núcleo da infraestrutura operacional analisada.

### **ESCALA E ROBUSTEZ OPERACIONAL**

O CTR Rio ocupa área de aproximadamente 3,7 milhões de m<sup>2</sup>, recebe em média cerca de 10 mil toneladas de resíduos por dia e tratou 3,39 milhões de toneladas em 2025. A unidade dispõe de sistema de impermeabilização do solo composto por quatro camadas de proteção e monitoramento estrutural permanente, além de infraestrutura destinada à captura e à valorização do biogás e ao tratamento de chorume.

A escala operacional do empreendimento permite centralizar o tratamento e a destinação final dos resíduos provenientes de uma parcela relevante da Região Metropolitana, substituindo formas historicamente inadequadas de disposição por uma infraestrutura ambientalmente controlada e dotada de mecanismos de monitoramento, tratamento de efluentes e aproveitamento energético.

### **BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E CLIMÁTICOS: CAPTURA DE METANO E GERAÇÃO DE ENERGIA**

Entre 2022 e 2024, o sistema de drenagem e a usina de biogás do CTR Rio capturaram entre 65,6 mil e 68,7 mil toneladas anuais de metano, direcionadas à queima controlada em flares, à comercialização para purificação e produção de biometano e à geração interna de energia. Em 2024, aproximadamente 49,5 mil toneladas foram encaminhadas à Gás Verde para purificação e cerca de 2 mil toneladas foram utilizadas na geração interna de energia.

O aproveitamento energético do biogás também apresentou evolução expressiva. O consumo nos motogeradores aumentou aproximadamente 350% entre 2022 e 2023, enquanto o consumo de energia elétrica proveniente da rede pública caiu de 4.796 MWh em 2022 para 2.403 MWh em 2023. Em 2024, foram consumidas 6.225 toneladas de biogás nos motogeradores. A intensidade de emissões da operação permaneceu na faixa de 0,06 a 0,07 tCO<sub>2</sub>e por tonelada tratada, mesmo diante da manutenção de elevados volumes operacionais.

Além dos resultados medidos nos inventários da operação, a aplicação dos parâmetros de Paes (2018) ao cenário contrafactual indica uma redução estimada de aproximadamente 227 mil tCO<sub>2</sub>e nas emissões associadas ao tratamento de resíduos nos municípios analisados. O valor corresponde à diferença entre as emissões observadas em 2024 e aquelas estimadas para um cenário sem o efeito mitigador atribuído à destinação adequada.

### **TRATAMENTO DE CHORUME E CONTROLE AMBIENTAL**

A Estação de Tratamento de Chorume do CTR Rio combina processos convencionais com osmose reversa e alcança eficiência de remoção entre 98% e 99% para cargas de nitrogênio e matéria orgânica degradável. Esse desempenho, associado aos demais sistemas de controle ambiental, reduz os riscos de contaminação do solo e dos recursos hídricos e reforça a capacidade da infraestrutura de internalizar impactos que permaneceriam difusos em formas inadequadas de disposição.

### **ENCERRAMENTO DE PASSIVOS HISTÓRICOS E EFEITOS TERRITORIAIS**

A implantação da nova rota de destinação esteve associada à superação de passivos ambientais históricos da Região Metropolitana, com o encerramento da disposição inadequada em Jardim Gramacho, o fechamento dos lixões de Seropédica e Itaguaí e a paralisação do aterro controlado de Pirai. A mudança substituiu estruturas com menores níveis de controle ambiental por uma solução tecnicamente estruturada de transferência, tratamento e disposição final.

No caso de Jardim Gramacho, a aplicação de parâmetros da literatura de preços hedônicos aos dados imobiliários e territoriais da região indica um ganho patrimonial estimado entre R\$ 718,7 milhões e R\$ 735,3 milhões para aproximadamente 5,7 mil imóveis. A estimativa considera a relação entre proximidade de estruturas de disposição inadequada e valor imobiliário identificada na literatura, juntamente com os preços observados de imóveis e o número de domicílios da área. Por se tratar de um efeito patrimonial de estoque, essa valorização não é incorporada à soma anual dos benefícios monetizados.

Em Seropédica, as informações territoriais e econômicas disponíveis não permitem estabelecer relação causal conclusiva entre a instalação do CTR Rio e o comportamento do mercado imobiliário. O município, entretanto, apresentou crescimento populacional de 3,1% entre os Censos de 2010 e 2022 e manteve capacidade de atração de investimentos logísticos e industriais, elementos que não indicam um processo amplo de perda de atratividade territorial.

### **BENEFÍCIOS EM SAÚDE PÚBLICA**

A gestão adequada de resíduos está associada à redução da exposição da população a agentes patogênicos, vetores e fontes de contaminação ambiental. A partir dos parâmetros consolidados na literatura e da base epidemiológica utilizada no estudo, estima-se que a operação esteja associada à prevenção de aproximadamente 28 mil a 44 mil casos anuais por doenças diarreicas agudas nos municípios atendidos.

Em abordagem complementar, baseada em Saiani et al. (2020), estima-se a prevenção de aproximadamente 7.248 internações hospitalares anuais relacionadas à morbidade geral associada a condições inadequadas de saneamento e disposição de resíduos.

A monetização dos benefícios sanitários considera apenas a economia direta de despesas hospitalares do SUS. Para as doenças diarreicas agudas, a aplicação do custo médio específico do Estado do Rio de Janeiro resulta em economia estimada entre R\$ 21,7 milhões e R\$ 34,1 milhões por ano. Como a base é de casos, e nem todo caso resulta em internação, esse valor deve ser interpretado como um teto de despesas. Na abordagem de morbidade hospitalar geral, a economia é estimada entre aproximadamente R\$ 4,19 milhões e R\$ 4,83 milhões por ano.

Caso os dois canais sejam considerados integralmente independentes, sua soma alcançaria aproximadamente R\$ 25,9 milhões a R\$ 38,9 milhões por ano, devendo esse intervalo ser interpretado como um cenário de teto, condicionado à inexistência de sobreposição entre as internações captadas pelas duas metodologias. Para a síntese monetizada principal do estudo, adota-se de maneira conservadora a faixa

entre R\$ 4,2 milhões e R\$ 34,1 milhões, correspondente aos limites dos canais considerados isoladamente, evitando incorporar automaticamente uma eventual dupla contagem.

### **INCLUSÃO PRODUTIVA E GOVERNANÇA SOCIOAMBIENTAL**

A operação sustenta diretamente 83 colaboradores nas Estações de Transferência de Resíduos e 283 trabalhadores no CTR Rio, além de integrar uma cooperativa de 45 catadores na ETR Caju. A atuação social também envolve iniciativas como o Plano de Inclusão dos Catadores, a criação do Comitê de Responsabilidade Socioambiental e a instalação do Centro de Educação Ambiental.

A cadeia de reciclagem já existente no Município do Rio de Janeiro, operada pela Comlurb, por cooperativas e por catadores individuais, sustenta o equivalente a aproximadamente 1,2 mil postos de trabalho em tempo integral, mas esse resultado não deve ser atribuído à Regenera Rio.

A contribuição adicional da Regenera Rio deve ser analisada sob a perspectiva de seu potencial futuro. A implantação das unidades de triagem previstas no Caju e em Bangu poderá recuperar cerca de 33,2 mil toneladas de materiais por ano, com demanda equivalente a aproximadamente 600 postos de trabalho. A expansão da coleta seletiva poderá recuperar aproximadamente 130,2 mil toneladas anuais, associadas a cerca de 2,3 mil postos equivalentes. Se os dois fluxos forem distintos e complementares, o potencial conjunto poderá alcançar aproximadamente 2,9 mil postos de trabalho equivalentes. Esses valores são condicionados à implantação efetiva das estruturas, ao desempenho operacional e à articulação com cooperativas e catadores.

### **IMPACTOS ECONÔMICOS**

A aplicação dos parâmetros de Reis Neto (2021), derivados de modelo inter-regional de insumo-produto, aos dados econômicos dos sete municípios considerados sugere um efeito potencial de aproximadamente R\$ 926,7 milhões sobre o PIB regional e a geração de cerca de 1.791 empregos formais adicionais. Esses resultados devem ser interpretados como ordens de grandeza da atividade econômica associada à existência de um setor estruturado de tratamento de resíduos, e não como mensuração direta de bem-estar social.

### **CUSTOS SOCIAIS AMBIENTAIS EVITADOS E POTENCIAL FUTURO**

A aplicação dos parâmetros de Jardosh e Kathuria (2025) às 3,39 milhões de toneladas tratadas em 2025 indica que a substituição da disposição em lixão pela destinação em aterro sanitário ambientalmente controlado evita custos sociais estimados entre R\$ 466 milhões e R\$ 690 milhões por ano. O intervalo corresponde ao diferencial de custo social por tonelada entre as duas rotas, convertido à taxa de câmbio utilizada no corpo do estudo.

A ampliação futura da triagem e da reciclagem acrescenta um benefício ambiental potencial estimado entre R\$ 232 milhões e R\$ 291 milhões por ano, com base em Sala-Garrido et al. (2023). O limite inferior corresponde à recuperação de aproximadamente 130,2 mil toneladas anuais, enquanto o limite superior pressupõe que os fluxos da coleta seletiva e das unidades de triagem sejam distintos e complementares, alcançando aproximadamente 163,4 mil toneladas recuperadas por ano. Trata-se de benefício potencial, condicionado à realização dos investimentos e à efetiva expansão da coleta seletiva.

### **SÍNTESE DOS RESULTADOS**

Em conjunto, os resultados indicam que a Regenera Rio deve ser compreendida não apenas como uma operação de transferência, tratamento e destinação final de resíduos, mas como uma infraestrutura associada à geração de efeitos econômicos, ambientais, sanitários e sociais.

Como síntese indicativa dos efeitos monetizados anuais atualmente associados à operação, consideram-se três componentes: R\$ 926,7 milhões de efeito potencial sobre o PIB regional, R\$ 466 milhões a R\$ 690 milhões de custos sociais ambientais evitados e R\$ 4,2 milhões a R\$ 34,1 milhões de economia hospitalar direta do SUS. A soma desses componentes alcança aproximadamente R\$ 1,40 bilhão a R\$ 1,65 bilhão por ano.

Frente ao desembolso anual de aproximadamente R\$ 431 milhões da Comlurb, essa ordem de grandeza corresponde a cerca de R\$ 3,20 a R\$ 3,80 em efeitos econômicos e sociais monetizados para cada R\$ 1 desembolsado. O indicador deve ser interpretado como uma relação indicativa de ordem de grandeza, e não como uma razão benefício-custo formal.

A leitura permanece favorável mesmo quando se exclui o efeito sobre o PIB regional. Considerando apenas os custos ambientais e sanitários evitados, a relação situa-se entre aproximadamente R\$ 1,09 e R\$ 1,68 por R\$ 1 desembolsado. Esse exercício permite separar o efeito de atividade econômica dos benefícios associados mais diretamente à redução de externalidades.

A valorização imobiliária estimada para Jardim Gramacho, entre R\$ 718,7 milhões e R\$ 735,3 milhões, não é adicionada ao indicador anual por representar um efeito patrimonial de estoque. Também permanecem fora da síntese atual os benefícios decorrentes da futura ampliação da triagem e da reciclagem. Caso esse potencial se materialize, o benefício ambiental adicional de R\$ 232 milhões a R\$ 291 milhões por ano elevaria os efeitos monetizados à faixa aproximada de R\$ 1,63 bilhão a R\$ 1,94 bilhão anuais, correspondente a cerca de R\$ 3,80 a R\$ 4,50 por R\$ 1 atualmente desembolsado. Esse cenário é prospectivo e depende da implantação das unidades de triagem, da expansão da coleta seletiva e da articulação com cooperativas e catadores.

Os resultados devem, portanto, ser interpretados como ordens de grandeza construídas a partir da aplicação de parâmetros da literatura a dados operacionais e territoriais da Regenera Rio, com distinção entre resultados observados, estimados e potenciais. Essa leitura evita atribuir precisão excessiva às estimativas e, ao mesmo tempo, evidencia que uma parcela relevante do valor econômico e social associado à infraestrutura de gestão de resíduos não aparece diretamente no preço do serviço contratado.

Em seu conjunto, as evidências mostram uma infraestrutura que combina escala operacional, controle ambiental, valorização energética, efeitos sanitários, inclusão produtiva e transformação territorial. A experiência da Regenera Rio ilustra, assim, como a gestão adequada de resíduos sólidos pode converter passivos ambientais urbanos em ativos econômicos, climáticos e sociais e integrar a agenda de saneamento, transição energética, mitigação climática e desenvolvimento territorial.

## 1. REGENERA RIO COMO INFRAESTRUTURA DA GESTÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO FLUMINENSE

*A compreensão do valor econômico da Regenera Rio começa pelo reconhecimento do problema estrutural que a empresa contribui para superar ao operar na gestão de resíduos do estado do Rio de Janeiro.*

### 1.1. O DESAFIO DA GESTÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O Estado do Rio de Janeiro apresenta um quadro relativamente avançado de cobertura da coleta de resíduos sólidos urbanos, sobretudo em áreas urbanas. Com 92 municípios e população estimada em 17,2 milhões de habitantes, o estado alcança cobertura de 98,40% da população total na coleta de resíduos domiciliares, chegando a 99,01% na população urbana. Esse desempenho, no entanto, convive com fragilidades importantes em dimensões centrais da gestão de resíduos. Nas áreas rurais, a cobertura da coleta recua para 77,5% da população atendida, enquanto a coleta seletiva alcança apenas 40,4% da população total. O desempenho na recuperação de resíduos recicláveis também permanece modesto, em torno de 7,3%, o que revela limitações persistentes na capacidade de valorização dos materiais coletados<sup>1</sup>.

As limitações do sistema também se manifestam na dimensão social e institucional da gestão de resíduos. A produtividade média da mão de obra no setor de serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é de 3,01 e 1,14 empregados por mil habitantes, respectivamente<sup>2</sup>. Esse indicador, embora não capture a totalidade da atuação de trabalhadores inseridos de forma informal na cadeia de reaproveitamento, sugere a ainda limitada presença de arranjos institucionalizados e formalizados de recuperação de resíduos. Ao mesmo tempo, a disposição final inadequada ainda atinge 14,6% dos municípios fluminenses (SINISA, 2025), indicando que, embora a etapa da coleta tenha avançado, a gestão dos resíduos no estado ainda enfrenta desafios significativos nas etapas de tratamento, valorização e disposição final.

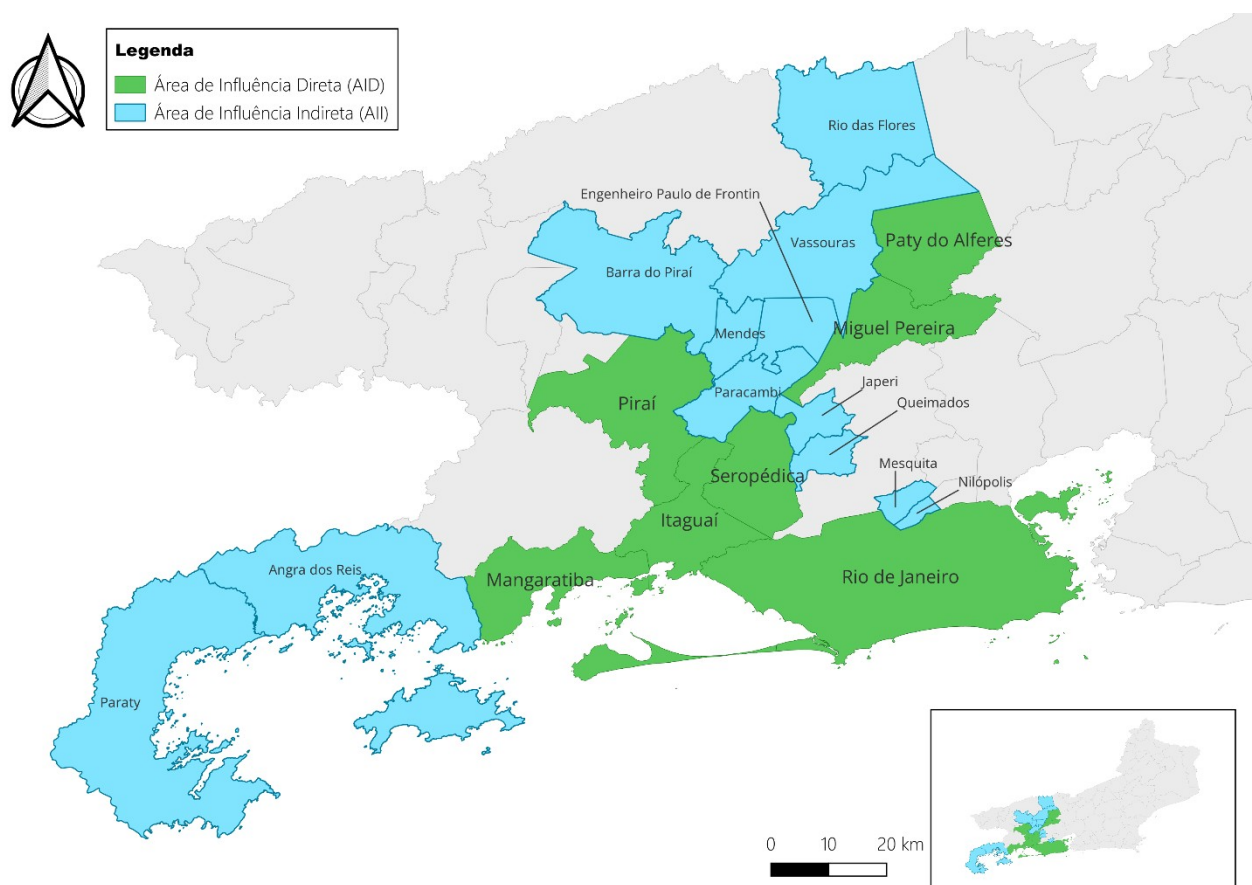
### 1.2. A INSERÇÃO TERRITORIAL DA REGENERA RIO

A Regenera Rio, empresa de manejo de resíduos sólidos urbanos da Aegea Saneamento, ocupa posição estratégica nesse arranjo ao articular ativos logísticos e operacionais voltados à gestão eficiente e ambientalmente qualificada dos resíduos em parte relevante do território fluminense. Sua Área de Influência Direta (AID) compreende os municípios do Rio de Janeiro, Seropédica, Itaguaí, Mangaratiba, Piraí, Paty do Alferes e Miguel Pereira. Já sua Área de Influência Indireta (AII) abrange um conjunto mais amplo de municípios que, embora não integrem o núcleo imediato da operação, mantêm vínculos espaciais, funcionais, ambientais e socioeconômicos relevantes com a área diretamente influenciada. A Figura 1 apresenta o recorte territorial correspondente às áreas de influência direta e indireta da empresa.

<sup>1</sup> Dados de contexto presentes no SINISA (2025).

<sup>2</sup> Tendo como referência os dados do SINISA (2025), avaliando por indicadores para o estado do Rio de Janeiro no ano de referência que originou os dados. Foi também consultado PMGIRS/RJ-2015 (seção 3.8, p. 29) ou do PMGIRS/RJ-2021, disponíveis no site da Prefeitura, onde esses indicadores são apresentados explicitamente.

FIGURA 1 – MUNICÍPIOS DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DA REGENERA RIO



Fonte: elaboração Pezco Economics.

O município do Rio de Janeiro assume centralidade nesse sistema. Como núcleo metropolitano, concentra funções político-administrativas, econômicas, logísticas e de serviços avançados, além de exercer forte capacidade de polarização sobre os municípios do entorno. Essa posição o torna também o principal polo de geração de resíduos e de demanda por soluções de transporte, transferência, tratamento e destinação final em larga escala<sup>3</sup>. Assim, a relevância da Regenera Rio decorre não apenas dos municípios diretamente atendidos, mas de sua inserção em uma dinâmica territorial mais ampla, marcada por fluxos intensos de resíduos, grande densidade urbana e elevada complexidade operacional.

### 1.3. ATIVOS OPERACIONAIS E LÓGICA DE FUNCIONAMENTO DA REGENERA RIO

A importância da infraestrutura associada à Regenera Rio torna-se mais evidente quando se observa a configuração do sistema estadual de destinação final. Atualmente, o estado do Rio de Janeiro possui 16 aterros sanitários licenciados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), dos quais 10 são operados por empresas privadas, dois por consórcios públicos e quatro por prefeituras. Na Baixada Fluminense, Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs) figuram entre as mais avançadas da América Latina, com capacidade de conversão de resíduos em biogás, biometano e energia elétrica<sup>4</sup>. Nesse conjunto, **o CTR Rio, localizado em Seropédica, destaca-se como referência na operação da gestão de resíduos do estado**. Em 2025, esse ativo

<sup>3</sup> Segundo dados do IBGE (2025), a cidade do Rio de Janeiro gera cerca de 3,22 milhões de ton/ano de resíduos.

<sup>4</sup> Outras duas unidades de grande porte na Região Metropolitana do Rio de Janeiro são os CTR Nova Iguaçu e o CTR São Gonçalo.

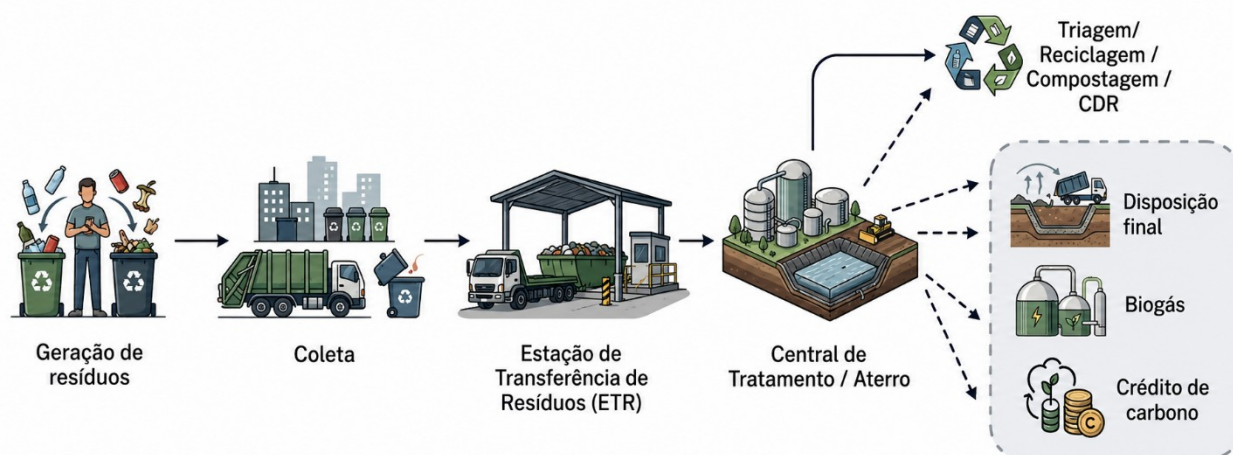
passou a integrar a Aegea Saneamento, empresa que já atua amplamente no setor de saneamento no estado, por meio dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

A operação da Regenera Rio combina dois tipos de ativos com funções complementares. De um lado, as **Estações de Transferência de Resíduos (ETRs)**, localizadas em pontos estratégicos do município do Rio de Janeiro, exercem papel fundamental na racionalização da logística urbana. Unidades como as de Jacarepaguá, Santa Cruz, Bangu, Marechal Hermes e Caju permitem reduzir as distâncias percorridas pelos caminhões compactadores, diminuindo custos operacionais, consumo de combustível e circulação de tráfego pesado na capital. De outro lado, o **Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Seropédica concentra a etapa de tratamento e disposição final em escala metropolitana**, conferindo ao sistema maior capacidade de processamento, controle ambiental e eficiência no manejo dos resíduos. No Box 1, é possível conhecer um pouco mais sobre o processo de geração e destinação de resíduos sólidos.

### BOX 1 - PROCESSO DE GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Do ponto de vista operacional, a gestão de resíduos sólidos urbanos envolve uma cadeia logística complexa que se inicia na geração dos resíduos (e operacionalmente pela coleta) e se estende até sua destinação final ambientalmente adequada. Essa cadeia compreende etapas sucessivas de coleta, transporte, possíveis transbordos, transferências, e tratamento e disposição final ambientalmente adequada, o que exige infraestrutura, equipamentos e mão de obra em escala suficiente para atender a capacidade de geração de cada município. A Figura a seguir ilustra essas etapas.

FIGURA 2 – INFOGRÁFICO DO PROCESSO DE GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



Fonte: elaboração Pezco Economics, com base em material institucional da Regenera Rio/AEGEA (2025).

No escopo do contrato de concessão (PPP) da Aegea, a atuação incide sobre a operação das estações de transferência e o tratamento/destinação final dos resíduos no CTR Rio.

No CTR Rio, a Regenera Rio opera a etapa central de tratamento e destinação ambientalmente adequada, incorporando também processos de valorização dos resíduos recebidos. Dessa forma, a operação transforma um passivo urbano em uma solução associada à mitigação de impactos ambientais, à valorização energética e à geração de benefícios econômicos e sociais. Entre os resultados dessa operação está a geração

de biogás, biocombustível que amplia o aproveitamento energético dos resíduos e contribui para a descarbonização da matriz energética.

A unidade também desenvolve ações de educação ambiental, incluindo visitas guiadas voltadas à disseminação de conhecimento sobre sustentabilidade e responsabilidade socioambiental.

Assim, a Regenera Rio contribui para o fechamento do ciclo de manejo dos resíduos de forma ambientalmente adequada, operacionalmente estruturada e socialmente inclusiva.

Saiba mais em: <https://www.regenerario.com.br/>.

#### 1.4. TRANSIÇÃO DE PARADIGMA NA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO

A consolidação desse modelo operacional deve ser compreendida à luz da trajetória histórica da gestão de resíduos no estado do Rio de Janeiro. Em 2003, a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) da cidade do Rio de Janeiro, lançou o edital de licitação para a concessão dos serviços de implantação e operação do Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Rio de Janeiro — CTR Rio, dando origem ao contrato nº 318/2003 que estabeleceu as bases jurídicas da parceria que estruturaria, nos anos seguintes, uma nova etapa da gestão de resíduos na metrópole fluminense.

O início das operações do CTR-Rio, localizado na cidade de Seropédica, a cerca de 70 km da capital, ocorreu apenas em 2011. Sua implantação esteve diretamente associada à necessidade de substituir formas historicamente inadequadas de disposição final de resíduos, em especial o aterro controlado de Jardim Gramacho, em Duque de Caxias. Durante décadas, Gramacho recebeu parcela expressiva dos resíduos coletados na capital fluminense, além de outros tipos de rejeitos, operando em condições ambientalmente críticas e progressivamente insustentáveis sob os pontos de vista urbano, sanitário e político (ESPAÇO & ECONOMIA, 2020).

Nesse sentido, a operação atualmente conduzida no âmbito da Regenera Rio expressa uma mudança de paradigma na gestão dos resíduos urbanos no estado, ancorada na substituição de arranjos inadequados por uma infraestrutura com capacidade técnica, controle ambiental e integração logística. Com atuação nos sete municípios considerados no estudo, a operação contribui para a geração de externalidades positivas nas dimensões social e de saúde pública e para a mitigação de passivos ambientais acumulados historicamente. Além do encerramento de estruturas inadequadas de disposição como o lixão de Seropédica e a desativação do Aterro de Gramacho, também contribuiu para a paralisação do aterro controlado em Pirai.

## 2. RESULTADOS OBSERVADOS DA OPERAÇÃO DA REGENERA RIO

*Uma vez estabelecido o contexto em que a Regenera Rio atua, reuniram-se os principais resultados já observáveis da operação. O objetivo é mostrar, com base em indicadores e evidências diretas, como sua atuação se materializa em escala operacional, racionalidade logística, controle ambiental, valorização de biogás, tratamento de efluentes e efeitos socioinstitucionais no território.*

### 2.1. ESCALA OPERACIONAL

Do ponto de vista da operação, o CTR Rio, localizado em Seropédica, constitui o núcleo da Regenera Rio e é classificado como um dos maiores aterros sanitários bioenergéticos da América Latina e um dos cinco maiores do mundo em sua categoria. O complexo ocupa área de 3,7 milhões de metros quadrados e recebe aproximadamente 10 mil toneladas de resíduos por dia (ABREMA, 2024; Saneamento Ambiental, 2025). Sua

escala operacional é acompanhada de padrões elevados de controle ambiental. O solo do aterro é impermeabilizado por um sistema de quatro camadas de proteção — argila compactada, geocomposto bentonítico e duas mantas sintéticas —, formando uma barreira destinada a proteger o solo e os lençóis freáticos da contaminação por chorume. O monitoramento estrutural é realizado por sensores eletrônicos distribuídos ao longo da área, capazes de identificar eventuais anomalias no sistema de impermeabilização.

## 2.2. INCLUSÃO PRODUTIVA, GOVERNANÇA SOCIOAMBIENTAL E EFEITOS TERRITORIAIS

A operação também apresenta dimensão social relevante. O sistema conta com 83 colaboradores nas Estações de Transferência de Resíduos e 283 no CTR, além da integração de uma cooperativa na ETR Caju, que reúne 45 catadores. A inserção desse tipo de mão-de-obra aponta para possibilidades concretas de inclusão produtiva e fortalecimento da economia local, especialmente em um contexto estadual em que a participação de catadores organizados no sistema formal de gestão de resíduos ainda é bastante limitada.

Essa dimensão social, contudo, não se esgota na geração direta de postos de trabalho ou na integração pontual de cooperativas à operação. Conforme apontam Misse Filho *et al.* (2025), o funcionamento do CTR Rio esteve associado a desdobramentos institucionais e territoriais mais amplos, como o fechamento do lixão de Seropédica, a criação do Comitê de Responsabilidade Socioambiental, a instalação de um Centro de Educação Ambiental e a implementação do PISCA (Plano de Inclusão dos Catadores), iniciativa que apoiou a formação da COOTRASER (Cooperativa de Catadores de Seropédica) e gerou mais de três dezenas postos de trabalho formais. O reconhecimento internacional desse projeto pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), na categoria Pessoas e Liderança, reforça que os efeitos da operação da Regenera Rio extrapolam a operação estrita de manejo de resíduos e alcançam dimensões mais amplas de inclusão produtiva, organização social e governança socioambiental.

Em paralelo, Valle (2020) mostra que os impactos da operação também se manifestam na escala do território ao analisar as transformações na paisagem e no tecido social do entorno imediato do CTR, incluindo mudanças observadas nas condições de vida da comunidade da Agrovila Chaperó. Esse ponto é relevante porque sugere que **a atuação da Regenera Rio não deve ser compreendida apenas como resposta técnica à destinação final dos resíduos, mas como parte de uma reconfiguração mais ampla das relações entre infraestrutura ambiental, território e população nas áreas diretamente influenciadas pela operação.**

## 2.3. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E CLIMÁTICOS OBSERVADOS

Os Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa de 2022, 2023 e 2024 das operações da Regenera Rio<sup>5</sup> reforçam que a relevância da empresa também decorre de sua capacidade de capturar e valorizar biogás em larga escala, ampliar a geração interna de energia e sustentar uma operação ambientalmente controlada de tratamento de efluentes. O CTR Rio operou em larga escala nos três anos analisados, recebendo 3,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos e industriais não perigosos (Classe II) em 2022, 3,7 milhões de toneladas em 2023, 3,6 milhões de toneladas em 2024 e 3,4 milhões de toneladas em 2025, volumes que sustentam a condição do empreendimento como um dos maiores aterros sanitários bioenergéticos em operação no Brasil.

O crescimento da capacidade de absorção de resíduos do sistema de limpeza urbana da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que serve aos municípios de Rio de Janeiro, Seropédica, Itaguaí, Mangaratiba, Miguel Pereira, Paty do Alferes e Piraí, vem demonstrando a robustez da Regenera Rio. O

<sup>5</sup> Ressalta-se que esses documentos foram elaborados ainda no âmbito da Ciclus Ambiental, empresa antecessora da Regenera Rio na gestão de resíduos da região.

inventário de 2024, ao apresentar a tabela de indicadores de emissão, reflete a magnitude da operação e a consistência metodológica na comparação histórica com os anos-base desde 2019.

Um dos indicadores mais relevantes para compreender os benefícios ambientais da operação da Regenera Rio é o volume de metano evitado e impedido de ser emitido livremente para a atmosfera. Em 2022, o sistema de drenagem e a usina de biogás do CTR evitaram a emissão de 65.596 toneladas de CH<sub>4</sub> (metano), uma vez que 15.382 t foram destinadas à queima em flares, 50.214 t foram comercializadas para purificação e revenda pela empresa Gás Verde S.A. (GVSA), e 690 t foram consumidas para geração interna de energia.

Em 2023, o aterro apresentou um total de 68.749 t de CH<sub>4</sub> evitados, com 17.124 t queimadas em flare, 49.766 t enviadas à GVSA e 1.859 t utilizadas para geração de energia, o que representou o triplo do uso energético interno em relação ao ano anterior.

Em 2024, o total evitado foi de 67.268 t de CH<sub>4</sub>, mantendo estabilidade em relação a 2023, com 15.735 t em flare, 49.513 t para a GVSA e 2.021 t para a geração, consolidando uma trajetória ascendente. A partir destes números, **o CTR Rio vem adquirindo o status de um dos maiores projetos ativos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**<sup>6</sup> em aterros sanitários no mundo, conforme registrado nos próprios relatórios.

Um dos benefícios mais tangíveis da evolução operacional do Regenera Rio no período analisado é o crescimento expressivo da geração interna de energia a partir do biogás. Em 2022, os dois motogeradores instalados no CTR consumiram 1.266 toneladas de biogás, produzindo energia para consumo próprio. Em 2023, esse volume saltou para 5.697 toneladas de biogás, um aumento de 350% em relação ao ano anterior, demonstrando avanços significativos na otimização da usina e na disponibilidade do biogás para fins energéticos internos. Em 2024, o CH<sub>4</sub> destinado aos motogeradores alcançou 6.225,00 toneladas de Biogás.

Paralelamente, a redução do consumo de energia elétrica da rede — de 4.796 MWh em 2022 para 2.403,136 MWh em 2023 — revela que a autossuficiência energética está sendo progressivamente alcançada, diminuindo a dependência externa e as emissões indiretas de Escopo 2.

O indicador sintético elaborado pelos relatórios para comparação interanual (razão entre emissões totais e toneladas de resíduo recebidas) revela a estabilidade da eficiência operacional da operação ao longo do período. O índice de 2022 foi de 0,06 tCO<sub>2</sub>e/t, mesmo valor de 2021, enquanto 2023 apresentou 0,07 tCO<sub>2</sub>e/t e 2024 retornou a 0,06 tCO<sub>2</sub>e/t. Para referência, o ano-base 2019 registrou o menor índice do histórico — 0,04 tCO<sub>2</sub>e/t —, período anterior à incorporação de novas fontes de Escopo 1 (frota da JSL e expansão da usina de biogás) ao perímetro do inventário. A relativa estabilidade do indicador entre 2020 e 2024, oscilando entre 0,06 e 0,07 tCO<sub>2</sub>e/t, em um contexto de aumento contínuo do volume de resíduos processados e de ampliação das fontes computadas, demonstra que a operação absorve crescimento sem deteriorar sua eficiência de emissões por unidade de resíduo tratado.

Para além dos indicadores quantitativos dos inventários, os relatórios reafirmam que o CTR Rio viabilizou o encerramento do Aterro Metropolitano de Gramacho e a recuperação ambiental dos lixões de Seropédica e Itaguaí, suprimindo fontes de emissões difusas não controladas e de contaminação hídrica e do solo que afetavam extensas áreas da Baixada Fluminense. Esse impacto positivo, embora não diretamente quantificável na metodologia GHG Protocol adotada pelos IGEEs, representa um dos maiores benefícios socioambientais da operação e gestão de resíduos sólidos na região e constitui argumento central para sua

---

<sup>6</sup> Tendo em vista que promove a redução de gases do efeito estufa e é um dos maiores projetos de mitigação de efeito estufa em aterros sanitários do mundo.

relevância como política pública de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio de Janeiro.

**Os inventários de GEE das operações revelam capacidade consolidada de captura e valorização de biogás em escala expressiva, suprimindo entre 65 e 69 mil toneladas de CH<sub>4</sub> por ano e gerando energia renovável em crescimento contínuo, além do tratamento adequado de chorume, indicadores de intensidade de emissão estáveis em patamares baixos e rastreabilidade técnica robusta segundo os padrões do GHG Protocol e do IPCC, o que posiciona a Regenera Rio como referência nacional em gestão bioenergética de resíduos sólidos urbanos.**

#### **2.4. TRATAMENTO DE CHORUME E CONTROLE AMBIENTAL**

A Estação de Tratamento de Chorume (ETC) do CTR Rio operou de forma contínua entre 2022 e 2024, processando o efluente gerado pela decomposição dos resíduos por meio da combinação de tecnologias convencionais e de osmose reversa. O sistema apresentou desempenho consistente ao longo do período, alcançando eficiência de remoção entre 98% e 99% de cargas de nitrogênio e de matéria orgânica degradável (DBO), em linha com os principais parâmetros de qualidade do chorume tratado. As emissões associadas a essa etapa do tratamento representaram, de forma estável, parcela reduzida do inventário total de emissões do empreendimento.

Tomados em conjunto, os dados relativos ao tratamento de chorume ilustram uma dimensão frequentemente invisível na contabilidade ambiental dos grandes aterros sanitários: a de que a eficiência operacional não se mede apenas pelo que entra no sítio de disposição, mas também, e sobretudo, pelo que deixa de ser lançado de forma bruta no meio ambiente. No caso do CTR Rio, o sistema da ETC processou, entre 2022 e 2024, um volume significativo de chorume e as emissões associadas a esse processo representaram, nos três anos, uma fração marginal e estável do inventário total das emissões brutas. Esse desempenho, somado à captura e queima do biogás, à geração de energia elétrica a partir de fonte renovável, ao fornecimento de biogás para a produção e comercialização de biometano pela Gás Verde e à estabilização de toneladas de RSU em estrutura impermeabilizada e monitorada, compõe um quadro de externalidades positivas concretas e mensuráveis que a operação Regenera Rio.

**A questão que se coloca, portanto, não é mais de natureza técnica — a eficácia do modelo está demonstrada pelos próprios inventários — mas de natureza econômica quanto aos benefícios ambientais, sanitários e climáticos que se traduzem em valor social monetizável.** É justamente esta quantificação que orienta a seção seguinte, na qual se estimam as externalidades positivas geradas pela operação do CTR Rio, articulando as métricas de emissões evitadas, saúde pública e valoração de serviços ecossistêmicos a referenciais metodológicos disponíveis na literatura nacional e internacional.

### **3. ESTIMAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES**

***A valoração dos benefícios operacionais exige uma base metodológica transparente, capaz de conectar o caso concreto da Regenera Rio às evidências empíricas disponíveis na literatura.***

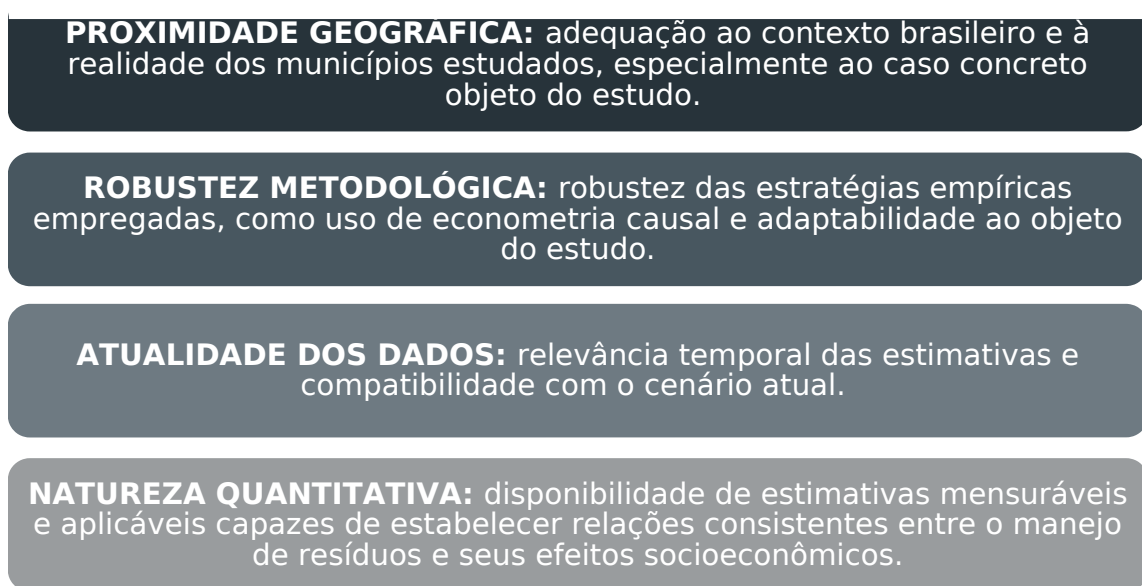
A análise dos impactos associados à gestão de resíduos sólidos urbanos pode ser compreendida a partir do conceito econômico de externalidade. A relevância dessa abordagem é reforçada por evidências recentes em escala global. O relatório What a Waste 3.0, publicado pelo Banco Mundial, aponta que a geração de resíduos sólidos urbanos atingiu aproximadamente 2,6 bilhões de toneladas em 2022 e pode alcançar cerca de 3,9 bilhões de toneladas até 2050, refletindo uma dinâmica de crescimento diretamente associada à

urbanização e ao aumento da renda. O estudo destaca que, na ausência de melhorias estruturais na gestão, os custos econômicos, ambientais e sociais associados aos resíduos tendem a crescer de forma mais que proporcional. Nesse contexto, o presente documento busca evidenciar os benefícios econômicos e as externalidades positivas associados à gestão e ao tratamento adequados dos resíduos sólidos urbanos, tal como promovidos no âmbito da Regenera Rio.

### 3.1. ABORDAGEM METODOLÓGICA E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS EVIDÊNCIAS

Com o objetivo de identificar e sistematizar essas evidências, foi realizada uma revisão estruturada da literatura empírica nacional e internacional sobre os impactos do tratamento de resíduos sólidos urbanos. A seleção dos estudos considerou os seguintes critérios:

FIGURA 2 – CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS



Fonte: elaboração Pezco Economics.

Realizou-se um amplo levantamento da literatura especializada, contemplando estudos teóricos, empíricos e aplicados, bem como bibliografias de referência voltadas à avaliação de externalidades em diferentes dimensões. Esse esforço envolveu a revisão de dezenas de artigos, dos quais se chegou a um universo final de 38 artigos selecionados, distribuídos entre as seguintes externalidades:

FIGURA 3 – EXTERNALIDADES ANALISADAS NO ÂMBITO DO ESTUDO



Fonte: elaboração Pezco Economics.

Nesse sentido, a **sistematização dessas evidências cumpre papel central para o presente estudo, ao fornecer base empírica para a avaliação dos benefícios associados à melhoria da gestão de resíduos sólidos urbanos realizados pela Regenera Rio**. Os capítulos seguintes trarão a análise dos benefícios econômicos e as estimativas de cada uma das externalidades.

## 4. BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES ESTIMADAS

Com base na estratégia metodológica definida, estimam-se os benefícios econômicos e as externalidades positivas associadas à atuação da Regenera Rio em diferentes dimensões. A análise abrange efeitos sociais, ambientais, sanitários, territoriais e econômicos mais amplos, sempre com o objetivo de traduzir em termos analíticos e econômicos os benefícios que não se refletem integralmente nos fluxos financeiros diretos da operação.

### 4.1. EFEITOS MULTIPLICADORES SOBRE PIB E EMPREGO

A destinação adequada de resíduos sólidos urbanos pode gerar impactos econômicos relevantes, especialmente por meio do aumento de renda e da geração de emprego. Esses efeitos são frequentemente analisados a partir de modelos de insumo-produto, que permitem capturar encadeamentos produtivos e efeitos indiretos associados ao setor. No entanto, os estudos também destacam limitações metodológicas e contextuais que devem ser consideradas na interpretação dos resultados.

#### LITERATURA APLICADA

O estudo de Fong Morales (2018), ao analisar a geração de resíduos na Cidade do Panamá, aponta correlação positiva entre renda e produção de resíduos sólidos urbanos: quanto maior o nível de renda ou de atividade econômica da população, maior tende a ser a geração per capita diária de resíduos. Esse resultado reforça que a gestão adequada de resíduos deve ser compreendida não apenas como uma função de limpeza urbana, mas também como componente relevante da competitividade e da sustentabilidade das cidades. Ao mesmo tempo, a literatura indica que políticas estruturadas de destinação adequada, quando associadas à participação cidadã e à inclusão socioeconômica de trabalhadores do setor, podem gerar impactos econômicos expressivos. Nesse sentido, Fong Morales (2018) menciona o programa Bogotá Basura Cero, citado a partir de Fernández Muerza (2016), como experiência de referência na América Latina: a iniciativa teria permitido o desvio de cerca de 1.200 toneladas diárias de resíduos do aterro utilizado pela capital colombiana, além de contribuir para a constituição de um mercado responsável, com a geração de aproximadamente 8.250 postos de trabalho, projetando Bogotá como uma das cidades latino-americanas com melhor desempenho na gestão de resíduos sólidos.

Também na Colômbia, entre abril de 2016 e junho de 2019, uma empresa prestadora da região de Antioquia coletou 65.066 toneladas de material aproveitável separado na fonte por 19 associações de reciclagem, com evidência concreta de que a separação seletiva gera fluxos de valor comercializável quando respaldada por estrutura operacional mínima (LÓPEZ PULGARÍN; FRANCO OROZCO, 2020). Em sentido complementar, o modelo de gestão compartilhada adotado pelo município de Santiago de Surco, em Lima (Peru), demonstra que a integração dos trabalhadores de coleta e reciclagem de resíduos ao sistema formal gera renda e inclusão produtiva para populações vulneráveis, transformando o que seria um passivo ambiental em vetor de economia local (DURAND, 2012 apud FONG MORALES, 2018).

O estudo de Delgado Eraso et al. (2021) demonstrou que a valorização de resíduos pode gerar benefícios econômicos e sociais relevantes em comunidades rurais do departamento de Cauca, na Colômbia. A destinação de resíduos para atividades produtivas permitiu a criação de iniciativas de geração de renda, empreendedorismo local e inclusão produtiva, com destaque para mulheres e jovens. Entre as experiências observadas estão a compostagem comunitária, o reaproveitamento de óleo residual para fabricação de sabão e a produção de artefatos a partir de materiais recicláveis. No conjunto das comunidades analisadas, cerca de 98 toneladas anuais de resíduos passaram a ser direcionadas para usos produtivos, além da recuperação de aproximadamente 170 toneladas anuais de plásticos e outros materiais recicláveis. Os

autores destacam que essas iniciativas contribuíram simultaneamente para a redução dos custos de disposição final, mitigação de impactos ambientais e fortalecimento das economias locais.

Ainda na perspectiva internacional, Romero et al. (2023)<sup>7</sup>, em estudo aplicado à Argentina, estimam que a criação de 1 emprego direto no setor de reciclagem está associada à geração de 0,57 empregos líquidos adicionais de forma indireta na economia. A análise utiliza uma matriz de insumo-produto híbrida, composta por 21 setores produtivos e 6 setores específicos de reciclagem, com 9 categorias de resíduos. O estudo simula os impactos sobre o emprego considerando um cenário em que o país cumpriria integralmente as metas de reciclagem estabelecidas no Acordo de Paris, reconhecendo, entretanto, a ausência de dados primários consolidados, o que implica a utilização de estimativas para a construção do modelo.

No contexto brasileiro, Reis Neto (2021)<sup>8</sup>, a partir de uma análise baseada na matriz inter-regional de insumo-produto do IBGE, estima que a implementação de uma planta integrada de tratamento de resíduos sólidos urbanos resultaria em um acréscimo de 0,21% no Produto Interno Bruto e em um aumento de 0,08% no emprego formal. Para dimensionar a magnitude desses impactos no contexto atual da economia brasileira, considerando que o PIB nacional totalizou R\$ 12,7 trilhões em 2025 (IBGE, 2025) e que o estoque de empregos formais celetistas alcançou 48,47 milhões de vínculos ativos ao final daquele ano (CAGED, 2025), os percentuais estimados pelo autor equivaleriam, em valores aproximados, a um incremento da ordem de R\$ 26,7 bilhões no produto agregado e à geração de cerca de 38,8 mil postos de trabalho formais. O exercício do autor considera a inserção da atividade produtiva de tratamento de resíduos na economia metropolitana de São Paulo, simulando um choque de grande escala. O estudo ressalta, contudo, que a comparação é realizada com base em um cenário de disposição convencional em aterros sanitários, não incorporando uma análise de transição entre modelos de gestão. Este foi o estudo de onde se extraíram os parâmetros (coeficientes dos efeitos multiplicadores) para os cálculos apresentados na seção a seguir.

#### BOX 2 – A INAPLICABILIDADE DA REALIDADE EUROPEIA

A introdução de estudos cuja análise situa-se fora da América Latina exigiria complexa contextualização do cenário socioeconômico e ambiental antes de quaisquer aplicações ao Brasil. Dessa forma, descreve-se a seguir a composição da destinação dos resíduos sólidos entre Brasil e Portugal, país que possui ampla literatura acerca do tema. As informações foram obtidas, respectivamente, do Panorama dos Resíduos Sólidos de 2025, organizado pela ABREMA, e do Relatório Anual Resíduos Urbanos 2024, feito pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Com base nos relatórios citados, nota-se que Portugal apresenta taxa semelhante de RSU destinados a aterros quando comparado ao Brasil (54%). Tratamento conhecido com Waste to Energy (WtE), no entanto, é uma forma de transformação energética ainda distante no Brasil, ao passo que compõe parte importante da destinação no país europeu (17%). A reciclagem, por sua vez, é significativamente maior em Portugal (14% ante 9% no Brasil), sobretudo caso a valorização orgânica (8% em Portugal) seja incluída. Por fim, as externalidades e multiplicadores que seriam calculados na transição de métodos de disposição inadequados para aqueles apropriados tornam-se distintos entre um cenário no qual 37% dos resíduos sólidos urbanos

<sup>7</sup> Utilizou-se matriz de Input-Output híbrida contendo 21 setores produtivos e 6 de reciclagem, com 9 categorias de resíduos. Simulou-se os impactos em emprego caso o país cumprisse em sua totalidade as metas de reciclagem estabelecidas no Acordo de Paris. No entanto, é reconhecida a ausência de informações primárias consolidadas, recorrendo-se a estimativas.

<sup>8</sup> A metodologia baseia-se na matriz inter-regional de insumo-produto (IBGE), com inserção de grande setor de tratamento de RSU na economia metropolitana de São Paulo, aplicando-o choque de grande escala. Ressalta-se que a comparação reside em disposição convencional em aterros versus solução integrada de tratamento, ou seja, não há análise da transição lixo para aterro.

são anualmente depositados em lixões e/ou aterros controlados, versus um processo de tratamento que antecede a destinação final nos aterros, conforme é observado em Portugal.

Dessa maneira, a aplicação de multiplicadores oriundos de países europeus à realidade brasileira culminaria em eventuais interpretações errôneas acerca do resultado. Portugal, inclusive, ainda que esteja em patamar superior de destinação dos resíduos sólidos urbanos se comparado ao Brasil, encontra-se abaixo da média da União Europeia em termos de reciclagem e valorização orgânica, cujas taxas estão em 28% e 19%, respectivamente, segundo consta no “Municipal Waste Statistics” do Eurostat.

#### **MENSURANDO OS IMPACTOS EM PIB E EMPREGO DA REGENERA RIO**

Com base nos parâmetros estimados por Reis Neto (2021), é possível derivar uma aproximação dos impactos econômicos associados à atuação da Regenera Rio. Considerando que os municípios abrangidos pela operação da Regenera Rio apresentam um Produto Interno Bruto agregado da ordem de R\$ 441,3 bilhões a preços correntes (ver IBGE, dados do PIB dos municípios), a aplicação do coeficiente de 0,21%, assim como estimado para Reis Neto (2021), sugere um incremento potencial de aproximadamente **R\$ 926,7 milhões no PIB regional**. Trata-se de um efeito relevante sob a ótica da atividade econômica, refletindo os encadeamentos diretos, indiretos e induzidos associados à expansão de um setor estruturado de tratamento de resíduos sólidos urbanos.

De forma análoga, tomando como base o estoque de **2.238.943 empregos formais** nos municípios considerados, com base nos dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), do Ministério do Trabalho, a aplicação do parâmetro de 0,08% (em linha com Reis Neto, 2021) implica a geração adicional de cerca de **1.791 postos formais de emprego**. Esse resultado reforça o papel da operação da Regenera Rio como indutor de dinamização do mercado de trabalho, com potencial de geração de empregos distribuídos ao longo da cadeia de valor da gestão de resíduos, incluindo atividades de coleta, triagem, processamento e reinserção de materiais.

Cumprе ressaltar que tais estimativas devem ser interpretadas como uma aproximação de ordem de grandeza, uma vez que derivam de um exercício de referência baseado na matriz insumo-produto aplicada à Região Metropolitana de São Paulo. Conforme destacado pelo próprio autor, os resultados estão ancorados em um cenário comparativo entre modelos de gestão — notadamente a substituição da disposição convencional em aterros — não contemplando integralmente os efeitos de transição entre arranjos institucionais e tecnológicos. Ainda assim, os parâmetros oferecem uma base empírica consistente para dimensionar os potenciais impactos econômicos da Regenera Rio em termos de geração de produto e emprego.

#### **4.2. BENEFÍCIOS SOCIAIS E INCLUSÃO PRODUTIVA**

As externalidades sociais vinculadas aos RSU estão associadas, sobretudo, aos efeitos sobre condições de trabalho, geração de renda, inclusão produtiva e organização social de grupos historicamente vulneráveis, em especial os catadores de materiais recicláveis. **Diferentemente de outras categorias de externalidades — como as ambientais e de saúde —, esses efeitos não se manifestam apenas como custos evitados ou benefícios indiretos, mas como transformações estruturais nas condições socioeconômicas de determinados grupos, com implicações distributivas relevantes. Em termos econômicos, trata-se de impactos sobre bem-estar que envolvem dimensões de mercado (renda, produtividade) e não mercado (inclusão social, reconhecimento institucional e capital social).**

Em particular, a organização dos catadores em cooperativas ou associações altera a forma de apropriação do valor gerado na cadeia da reciclagem, reduzindo a intermediação, aumentando a renda líquida dos trabalhadores e promovendo ganhos de escala e eficiência. Ao mesmo tempo, contribui para a formalização parcial de atividades tradicionalmente informais, com efeitos positivos sobre segurança no trabalho, acesso a políticas públicas e capacidade de negociação coletiva.

**Adicionalmente, essas externalidades apresentam uma dimensão estrutural importante, na medida em que afetam a dinâmica de inclusão econômica em contextos urbanos marcados por desigualdade. A atividade de coleta e triagem de resíduos funciona, em muitos casos, como porta de entrada para o mercado de trabalho para populações com baixa qualificação formal, operando como mecanismo de geração de renda e de mitigação da pobreza. Quando integrada a sistemas formais de gestão de resíduos, essa atividade pode evoluir de uma estratégia de subsistência para uma ocupação mais estável e reconhecida, com impactos positivos sobre mobilidade social e coesão urbana.**

#### **LITERATURA APLICADA**

A literatura revisada indica que a gestão adequada de resíduos, quando articulada a políticas de inclusão, pode gerar ganhos expressivos em eficiência produtiva e organização do trabalho. No caso brasileiro, Ogliari (2015), ao analisar cooperativas de catadores na região metropolitana do Vale dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul, identifica níveis de eficiência operacional próximos a 97% na triagem de materiais recicláveis, com taxa de rejeitos da ordem de apenas 2% e produtividade média de 26,74 kg por hora por trabalhador. Esse resultado é particularmente relevante porque evidencia que sistemas baseados na atuação de cooperativas não apenas cumprem função social, mas também apresentam desempenho técnico compatível com soluções formais de gestão de resíduos. Do ponto de vista econômico, isso implica que a integração dos catadores pode gerar ganhos simultâneos de eficiência e inclusão, reduzindo perdas de materiais recicláveis e ampliando a recuperação de valor ao longo da cadeia produtiva.

Entretanto, a literatura também destaca que esses ganhos não são automáticos, dependendo de arranjos institucionais e da forma como os catadores são incorporados às políticas públicas. Maiello (2022), em estudo de caso conduzido ao longo de mais de sete anos na comunidade de Jardim Gramacho, no Rio de Janeiro, evidencia que a integração dos catadores na gestão de resíduos é um processo complexo, marcado por assimetrias de poder, conflitos institucionais e barreiras à formalização. O estudo demonstra que, apesar do reconhecimento legal da atividade no Brasil, a efetiva inclusão produtiva depende da articulação entre múltiplos atores — incluindo governos, empresas e organizações da sociedade civil — e da capacidade de organização coletiva dos próprios trabalhadores. Em termos econômicos, isso sugere que a geração de externalidades sociais positivas está condicionada à existência de instituições capazes de reduzir custos de transação, coordenar interesses e garantir estabilidade nas relações contratuais.

Em perspectiva internacional, estudos como Dias (2016) e Samson (2009) reforçam a importância dos catadores como agentes econômicos e sociais centrais nos sistemas de gestão de resíduos, especialmente em países de baixa e média renda. Ainda, segundo Samson (2009), estima-se que cerca de 1% da população urbana mundial dependa direta ou indiretamente da atividade de coleta e reciclagem informal como fonte de subsistência. Além disso, esses trabalhadores desempenham papel relevante na cadeia de valor da reciclagem, fornecendo insumos para a indústria e contribuindo para a redução de custos públicos de coleta e triagem. Conforme destacado por Dias (2016), em muitos contextos urbanos, especialmente no sul global, os catadores não apenas complementam, mas frequentemente substituem serviços públicos inexistentes ou insuficientes, atuando como provedores efetivos de serviços ambientais.

No Panamá, levantamento conduzido pelo *Movimiento Nacional de Recicladores de Panamá* (2018/2020) estima que entre 400 e 500 pessoas atuem de forma permanente na recuperação de materiais recicláveis no aterro de Cerro Patacón, dependendo diretamente dessa atividade como fonte de renda. O estudo também indica que entre 50% e 90% dos materiais recicláveis utilizados na indústria ou exportados na América Latina são recuperados por recicladores de base, sendo o setor exportador de materiais recicláveis descrito como um negócio próspero no país.

Do ponto de vista conceitual, essas evidências indicam que as externalidades sociais da gestão de resíduos possuem natureza multifacetada. Por um lado, há ganhos diretos de renda e produtividade associados à organização do trabalho em cooperativas; por outro, há efeitos mais amplos relacionados à inclusão social, fortalecimento de redes comunitárias e ampliação de direitos. Ademais, a formalização e integração dos catadores contribuem para reduzir a informalidade e aumentar a eficiência sistêmica da gestão de resíduos, ao internalizar atividades que, de outra forma, ocorreriam de maneira descoordenada.

**Em síntese, a literatura evidencia que a gestão adequada de resíduos sólidos, quando combinada com estratégias de inclusão produtiva, pode gerar externalidades sociais positivas relevantes, tanto em termos de eficiência econômica quanto de equidade distributiva.**

#### **MENSURANDO OS IMPACTOS SOCIAIS DA REGENERA RIO**

Considerando as características operacionais da Regenera Rio, os resultados observados por Ogliari (2015) nas cooperativas de catadores da região metropolitana do Vale dos Sinos (RS) podem servir como referência para projeções de desempenho e geração de benefícios socioeconômicos. Para essa finalidade, os parâmetros de eficiência na triagem e produtividade média por trabalhador/hora identificados no estudo foram aplicados aos volumes de reciclagem mecânica de resíduos secos estimados para a área de abrangência da concessão, observados os respectivos limites geográficos e operacionais. O Quadro a seguir apresenta os parâmetros selecionados extraídos de Ogliari (2015) e se referem, de um lado, à eficiência operacional na triagem de materiais recicláveis e, de outro, à produtividade média do trabalho na atividade.

TABELA 1 – PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DAS EXTERNALIDADES SOCIAIS

| Literatura     | Parâmetro original                                                | Variável de entrada considerada         | Fonte        |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
| Ogliari (2015) | Eficiência operacional de 97% na triagem de materiais recicláveis | Quantidade de resíduos sólidos tratados | Regenera Rio |
| Ogliari (2015) | Produtividade média de 26,74 kg por hora por trabalhador          | Quantidade de resíduos sólidos tratados | Regenera Rio |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Os resultados observados por Ogliari (2015) em cooperativas de catadores da Região Metropolitana do Vale dos Sinos (RS) podem ser utilizados como referência para estimar a demanda de trabalho associada às atividades de triagem e recuperação de materiais recicláveis. O estudo apresenta parâmetros de eficiência operacional na triagem e de produtividade média por trabalhador, os quais permitem converter o volume de resíduos secos encaminhados à reciclagem em postos de trabalho equivalentes em tempo integral.

Para a estimativa da situação atual no Município do Rio de Janeiro, adotou-se como variável de entrada o volume aproximado de 70 mil toneladas anuais de resíduos secos recicláveis. É importante destacar que esse volume está associado às atividades de coleta seletiva, separação e recuperação de materiais atualmente realizadas pela Comlurb, pelos catadores individuais e pelas cooperativas de catadores, não

correspondendo a uma atividade diretamente executada pela Regenera Rio. Desse modo, os benefícios sociais estimados a partir desse volume devem ser atribuídos à cadeia municipal de reciclagem atualmente existente, e não à operação da concessionária.

Em resumo, temos:

TABELA 2 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES SOCIAIS – GERAÇÃO DE EMPREGOS

| Variável de entrada (ton de RSU) | Parâmetro 1 (Eficiência operacional) | Parâmetro 2 (Produtividade) | Resultado final (Empregos gerados) |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 0,07                             | 97%                                  | 0,02674                     | 1.220,87                           |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Para estimar a demanda equivalente de mão de obra sustentada por essa cadeia, foram utilizados os parâmetros identificados por Ogliari (2015): eficiência operacional média de 97% na triagem de materiais recicláveis e produtividade de 26,74 kg por hora por trabalhador. Considerou-se, adicionalmente, uma jornada anual de referência de 2.080 horas por trabalhador.

A aplicação da eficiência operacional de 97% ao volume anual de 70 mil toneladas resulta em aproximadamente 67,9 mil toneladas efetivamente processadas. A divisão desse volume pela produtividade anual estimada por trabalhador indica que as atividades de triagem e recuperação de recicláveis atualmente realizadas pela Comlurb e pelos catadores sustentam o equivalente a aproximadamente 1.221 postos de trabalho em tempo integral<sup>9</sup>. Trata-se de uma estimativa de demanda equivalente de trabalho ao longo da cadeia de reciclagem, e não necessariamente do número de vínculos formais de emprego existentes.

No caso da Regenera Rio, a contribuição social deve ser apresentada sob a perspectiva de seu potencial de ampliação da recuperação de materiais recicláveis, e não como um resultado já integralmente observado. A utilização das estruturas de triagem previstas para o Caju (consideradas duas unidades) e para Bangu permitiria o processamento de até 494.208 toneladas de resíduos por ano, com recuperação esperada de aproximadamente 33.171 toneladas anuais, equivalente a uma taxa de recuperação de 6,71%.

Adicionalmente, estima-se que a expansão da coleta seletiva possa alcançar aproximadamente 217 mil toneladas de resíduos coletados por ano. Adotando-se, de maneira conservadora, uma taxa de recuperação de 60%, esse volume corresponderia a até 130.200 toneladas anuais de materiais efetivamente recuperados e passíveis de reinserção nos ciclos produtivos.

Tomando-se a produtividade observada por Ogliari (2015) apenas como referência indicativa, o volume de 33.171 toneladas recuperadas nas unidades de triagem corresponderia a uma demanda potencial equivalente a aproximadamente 596 postos de trabalho em tempo integral. Por sua vez, a recuperação de 130.200 toneladas associada ao potencial da coleta seletiva corresponderia a aproximadamente 2.341 postos de trabalho equivalentes.

<sup>9</sup> O cálculo parte do volume total de resíduos sólidos tratados (70 mil toneladas) e o ajusta pelo parâmetro de eficiência operacional de 97%, obtendo-se o volume efetivamente processado. Esse resultado é então dividido pelo produto entre a produtividade média por trabalhador e a jornada anual de referência de 2.080 horas, de modo a converter o volume tratado em demanda equivalente de mão de obra

Esses dois resultados não devem ser automaticamente somados, uma vez que parte dos resíduos provenientes da coleta seletiva poderá ser encaminhada às próprias unidades de triagem do Caju e de Bangu. A soma somente seria adequada caso se confirmasse que os fluxos são distintos e complementares, sem sobreposição. Nessa hipótese, o potencial total alcançaria aproximadamente 163.371 toneladas de materiais recuperados por ano, equivalentes a cerca de 2.937 postos de trabalho em tempo integral.

Assim, a estimativa baseada nas 70 mil toneladas anuais representa os benefícios sociais associados à cadeia de reciclagem atualmente operada pela Comlurb e pelos catadores. Já os volumes relacionados às unidades de triagem e à expansão da coleta seletiva representam o potencial de contribuição futura da Regenera Rio, condicionado à implantação das estruturas previstas, à expansão efetiva da coleta, ao ritmo de maturação da operação e à ausência de sobreposição entre os diferentes fluxos de materiais.

#### 4.3. BENEFÍCIOS NA SAÚDE PÚBLICA

As externalidades em saúde no âmbito da gestão dos RSU decorrem, fundamentalmente, da exposição da população a agentes patogênicos e vetores de doenças associados ao manejo inadequado dos resíduos, bem como da contaminação de água, solo e ar resultantes da gestão inadequada dos resíduos. Em termos econômicos, esses efeitos representam custos sociais adicionais — como aumento da morbidade, mortalidade e perda de produtividade — que não são internalizados nos custos privados da prestação do serviço, configurando uma dimensão relevante do custo social total das alternativas de destinação.

Do ponto de vista epidemiológico, os principais canais de transmissão dessas externalidades estão associados à decomposição de resíduos orgânicos e à ausência de controle ambiental na disposição final. Em lixões e aterros controlados, a exposição de resíduos a céu aberto favorece a proliferação de vetores — como moscas, mosquitos, roedores e outros animais — que atuam como transmissores de doenças infecciosas e parasitárias. Simultaneamente, a geração de lixiviados (chorume) pode contaminar solos e corpos hídricos superficiais e subterrâneos, ampliando o risco de doenças de veiculação hídrica, como diarreias, hepatites e infecções intestinais. Além disso, a emissão de gases e material particulado decorrente da decomposição ou queima irregular de resíduos contribui para o agravamento de doenças respiratórias. Esses efeitos tendem a ser mais intensos em áreas com alta densidade populacional e menor infraestrutura sanitária, nas quais a exposição ambiental é mais direta e contínua.

Assim como no caso das externalidades ambientais, sob a ótica econômica, essas externalidades apresentam duas características centrais. A primeira é sua natureza difusa e não exclusiva, uma vez que os impactos sobre a saúde não se restringem aos indivíduos diretamente responsáveis pela geração ou destinação dos resíduos, mas se propagam para toda a comunidade, caracterizando efeitos de vizinhança (*spillovers*). A segunda é sua dimensão intertemporal, já que parte dos impactos — como doenças crônicas ou efeitos cumulativos da exposição a contaminantes — se manifesta ao longo do tempo, gerando custos futuros que não são considerados nas decisões presentes. Como resultado, a ausência de mecanismos de internalização dessas externalidades tende a levar a uma suboferta de soluções ambientalmente adequadas, uma vez que os agentes privados não incorporam integralmente os benefícios sociais associados à melhoria das condições sanitárias.

#### LITERATURA APLICADA

É importante destacar que essas externalidades possuem forte componente distributivo. A literatura evidencia que os efeitos sobre a saúde são mais pronunciados em grupos vulneráveis, como crianças, idosos e populações de baixa renda, que apresentam maior exposição a condições ambientais adversas e menor capacidade de mitigação individual. Nesse sentido, a melhoria da gestão de resíduos sólidos não apenas

reduz custos agregados de saúde, mas também contribui para a redução de desigualdades, ao atuar diretamente sobre determinantes ambientais da saúde que afetam de forma desproporcional os grupos mais suscetíveis.

A literatura empírica indica que a melhoria das condições de saneamento e manejo de resíduos produz efeitos expressivos sobre indicadores de saúde, especialmente no que se refere a doenças de veiculação hídrica e infecciosa. Em estudo de revisão internacional, Kresch et al. (2019) apontam que intervenções associadas à melhoria do saneamento e da gestão de resíduos estão relacionadas a reduções da ordem de 30% a 40% na incidência de doenças diarreicas, com base em evidências empíricas observadas em diversos países — incluindo o Brasil. Esse resultado reflete mecanismos epidemiológicos bem estabelecidos: a redução da exposição a fezes humanas e resíduos contaminados diminui a transmissão de patógenos por água, solo e alimentos, interrompendo cadeias de contágio.

Do ponto de vista econômico, a magnitude dessa redução é particularmente relevante porque doenças diarreicas constituem uma das principais causas de mortalidade infantil e de perda de produtividade em países em desenvolvimento, além de gerar custos diretos ao sistema de saúde. A literatura também evidencia que esses efeitos não se limitam ao domicílio diretamente atendido, mas se propagam para o entorno, caracterizando externalidades positivas de vizinhança. Como destacado por Kresch et al. (2019), grande parte dos ganhos em saúde decorre de efeitos indiretos associados ao aumento da cobertura de saneamento na comunidade, indicando a presença de não linearidades e possíveis efeitos de limiar — isto é, os benefícios tornam-se mais expressivos à medida que a adoção do serviço atinge níveis mais elevados de cobertura.

No contexto brasileiro, Saiani et al. (2020) oferecem evidência econométrica consistente ao analisar dados em painel dos municípios brasileiros, identificando reduções médias da morbidade hospitalar (número de internações hospitalares por 100 habitantes) de 1,25% associadas à existência de aterros sanitários e de 0,75% associadas à qualidade dessas instalações. Esses resultados são obtidos a partir de modelos com controle para características socioeconômicas e efeitos fixos, o que confere maior robustez à inferência empírica. A interpretação econômica desses coeficientes indica que a adoção de tecnologias adequadas de disposição final — ao reduzir a exposição a contaminantes ambientais — gera ganhos mensuráveis na saúde da população.

Um aspecto particularmente relevante do estudo é a identificação de efeitos mais intensos em grupos vulneráveis, como crianças e idosos, e em doenças diretamente associadas à qualidade ambiental, especialmente aquelas de veiculação hídrica. Isso sugere que os benefícios da gestão adequada de resíduos possuem forte componente distributivo, ao afetar de forma mais significativa populações com maior suscetibilidade biológica ou maior exposição ambiental. Ademais, ao reduzir a incidência de doenças, tais melhorias implicam também redução de gastos públicos com saúde e aumento da produtividade do trabalho, ampliando os benefícios econômicos indiretos.

Do ponto de vista dos mecanismos causais, a literatura destaca que a disposição inadequada de resíduos — especialmente em lixões — favorece a proliferação de vetores (como moscas, roedores e insetos), a contaminação de recursos hídricos por lixiviados e a exposição direta a agentes patogênicos presentes em resíduos orgânicos. Esses fatores aumentam a incidência de doenças infecciosas, parasitárias e respiratórias, além de contribuírem para condições crônicas associadas à exposição prolongada a contaminantes. Por outro lado, a adoção de aterros sanitários com controle ambiental reduz significativamente esses canais de transmissão, funcionando como um mecanismo de mitigação de risco sanitário.

Em síntese, as evidências empíricas indicam que a gestão adequada de resíduos sólidos urbanos gera externalidades positivas relevantes em saúde, com efeitos mensuráveis sobre a redução de doenças e da morbidade hospitalar. A incorporação desses benefícios em análises econômicas é essencial para evitar a subestimação do valor social dos investimentos no setor, uma vez que parcela significativa dos ganhos se materializa fora dos fluxos financeiros diretos do serviço, sob a forma de redução de custos em saúde e aumento do bem-estar da população.

#### MENSURANDO OS IMPACTOS NA SAÚDE DA REGENERA RIO

No caso concreto da Regenera Rio, os resultados alcançados no âmbito dos estudos de Kresch et al. (2019) e Saiani et al. (2020), podem ser reproduzidos a partir da aplicação dos parâmetros de diminuição na incidência de doenças diarreicas e de redução média da morbidade hospitalar (número de internações hospitalares por 100) sobre os dados de reciclagem mecânica de resíduos secos, devidamente ponderado pelos limites geográficos nos quais a Regenera Rio opera.

Neste caso, seria possível obter resultados potenciais – ou seja, os efeitos estimados que pode ser alcançado a partir da elevação da quantidade de resíduos adequadamente tratados - da Regenera Rio sobre os indicadores de saúde selecionados: incidência de doenças diarreicas e morbidade hospitalar.

Em resumo:

TABELA 3 – PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DAS EXTERNALIDADES DE SAÚDE PÚBLICA

| Literatura           | Parâmetro original                                                                                                                                  | Variável de entrada considerada                   | Fonte                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Kresch et al. (2019) | Reduções da ordem de 30% a 40% na incidência de doenças diarreicas                                                                                  | Quantidade de casos por doenças diarreicas agudas | Ministério da Saúde. Boletim de Situação Epidemiológica         |
| Saiani et al. (2020) | Reduções médias da morbidade hospitalar de 1,25% associadas à existência de aterros sanitários e de 0,75% associadas à qualidade dessas instalações | Número de internações                             | Ministério da Saúde. Sistema de Informações Hospitalares do SUS |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

De acordo com dados do Ministério da Saúde, constantes do Boletim de Situação Epidemiológica, o Estado do Rio de Janeiro registrou, em 2025, aproximadamente 160 mil casos de doenças diarreicas agudas. Considerando que os municípios abrangidos pela atuação da Regenera Rio concentram cerca de 40,9% da população estadual, esse percentual pode ser utilizado como critério de ponderação para a análise do caso concreto.

Com base nos parâmetros identificados por Kresch et al. (2019), que apontam reduções da ordem de 30% a 40% na incidência de doenças diarreicas associadas à adequada gestão dos resíduos sólidos, foi construído um cenário contrafactual para estimar o volume de casos que poderiam ser observados na ausência da atuação da Regenera Rio. Nessa perspectiva, estima-se que, sem os benefícios associados à operação da concessionária, os municípios abrangidos por sua área de influência poderiam registrar entre 93.720 e 109.304 casos anuais por doenças diarreicas agudas. Como o número efetivamente observado para essa mesma população é estimado em aproximadamente 65.604 casos, **os resultados sugerem que a atuação da Regenera Rio pode estar associada à prevenção de algo entre 28 mil e 44 mil casos anuais relacionados a essas enfermidades.**

Em resumo:

TABELA 4 - ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES DE SAÚDE PÚBLICA

| Variável de entrada (parâmetros de reduções na incidência de doenças diarreicas) | Ponderador primário (% da população atendida pela operação da Regenera Rio) | Casos de doenças diarreicas agudas (2025) | Casos estimados na área de influência (cenário observado) | Casos estimados sem a atuação da Regenera Rio (contrafactual) |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 30%-40%                                                                          | 40,9% da população estadual                                                 | 160.402                                   | 65.604                                                    | Entre 93.720 a 109.304                                        |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Para converter o impacto epidemiológico em valor monetário, pode-se utilizar como aproximação a despesa média das internações por doenças de transmissão feco-oral, categoria mais diretamente associada às doenças diarreicas agudas. Estudo elaborado pelo Instituto Trata Brasil<sup>10</sup>, com dados do DATASUS, estima, a preços de 2024, uma despesa média de R\$ 629,20 por internação na Região Sudeste e de R\$ 775,83 no Estado do Rio de Janeiro. O valor fluminense é aproximadamente 23,3% superior à média regional, razão pela qual os dois parâmetros são apresentados como cenários alternativos de valoração.

Aplicando esses custos unitários ao intervalo estimado de 28 mil a 44 mil casos anuais evitados, a operação da Regenera Rio estaria associada a uma economia direta de despesas hospitalares entre R\$ 17,6 milhões e R\$ 27,7 milhões por ano, quando adotado o custo médio da Região Sudeste, e entre R\$ 21,7 milhões e R\$ 34,1 milhões por ano, quando utilizado o custo médio do Estado do Rio de Janeiro. Para o caso concreto, o parâmetro estadual é mais aderente à área de atuação da concessionária, enquanto a média regional pode ser empregada como referência conservadora. Como a base é de casos, e nem todo caso resulta em internação, esses valores representam uma estimativa máxima da economia hospitalar com doenças diarreicas para o SUS.

Essa monetização contempla somente as despesas hospitalares diretas do SUS. Não estão incluídos custos ambulatoriais, medicamentos, deslocamentos, afastamentos do trabalho, perda de renda, redução da produtividade, cuidados informais ou perdas de bem-estar. Por essa razão, os valores representam uma estimativa parcial dos benefícios econômicos em saúde. Como os custos unitários do estudo estão expressos a preços de 2024, os montantes deverão ser atualizados monetariamente caso sejam incorporados a uma avaliação com ano-base posterior.

Em relação às internações hospitalares totais, dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS indicam a ocorrência de aproximadamente 355 mil internações nos municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2025. Considerando os resultados de Saiani et al. (2020), que identificam reduções médias de 1,25% na morbidade hospitalar associadas à existência de aterros sanitários e de 0,75% relacionadas à qualidade dessas instalações, adotou-se uma redução agregada de 2% para estimar os impactos da adequada gestão dos resíduos sólidos sobre os indicadores de saúde pública.

**A partir desse parâmetro, estima-se que a operação da Regenera Rio esteja associada à prevenção de aproximadamente 7,2 mil internações hospitalares por ano.** Em termos contrafactuais, isso significa que, na ausência da infraestrutura e dos serviços prestados pela concessionária, o número total de internações

<sup>10</sup> Os valores utilizados foram extraídos da Tabela 3.7 do estudo do Instituto Trata Brasil (2025), elaborado pela Ex Ante Consultoria Econômica, que apresenta as despesas médias das internações hospitalares do SUS por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado – DRSAL, a preços de 2024. Para a Região Sudeste, o custo médio foi estimado em R\$ 629,20 por internação e, para o Estado do Rio de Janeiro, em R\$ 775,83 por internação.

poderia atingir cerca de 362 mil casos anuais, frente às aproximadamente 355 mil internações observadas no cenário atual.

Em resumo:

TABELA 5 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES DE SAÚDE PÚBLICA

| Variável de entrada (parâmetros de reduções médias da morbidade hospitalar associadas à existência de aterros sanitários e associadas à qualidade deles) | Total de internações hospitalares | Número total de internações hospitalares caso não existisse a operação Regenera Rio | Efeito líquido sobre o número de internações/ano obtidos a partir da operação Regenera Rio |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2% (1,25% + 0,75%)                                                                                                                                       | 355.141                           | 362.389                                                                             | 7.248 internações/ano                                                                      |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Como exercício complementar, as 7.248 internações hospitalares anuais evitadas estimadas a partir de Saiani et al. (2020) podem ser valoradas pelos custos médios do conjunto das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). O estudo do Instituto Trata Brasil (2025) apura uma despesa média de R\$ 578,57 por internação na Região Sudeste e de R\$ 666,37 no Estado do Rio de Janeiro. A aplicação desses parâmetros resulta em benefícios anuais de aproximadamente R\$ 4,19 milhões e R\$ 4,83 milhões, respectivamente, a preços de 2024.

Esse resultado deve ser interpretado como análise de sensibilidade, pois o parâmetro de Saiani et al. (2020) se refere à morbidade hospitalar total, enquanto os custos utilizados pelo Instituto Trata Brasil abrangem especificamente as DRSAI. Como pode haver sobreposição entre os grupos de internações, a soma com a monetização das doenças diarreicas não deve ser tratada como estimativa central. Ainda assim, caso se assuma ausência de sobreposição entre os dois canais, a soma das monetizações alcançaria aproximadamente R\$ 25,9 milhões a R\$ 38,9 milhões por ano, configurando um cenário de teto. Para a síntese monetizada principal do estudo, mantém-se de forma conservadora a faixa de R\$ 4,2 milhões a R\$ 34,1 milhões, correspondente aos limites dos canais considerados isoladamente.

#### 4.4. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

No contexto da gestão de RSU, as externalidades ambientais decorrem, sobretudo, das alterações nos fluxos físicos de poluentes e materiais ao longo do ciclo de vida dos resíduos — incluindo emissões atmosféricas, contaminação de solo e água e substituição (ou não) de recursos naturais — cujos efeitos não são integralmente internalizados nas decisões econômicas dos agentes. Em termos econômicos, essas externalidades refletem o descompasso entre os custos privados de prestação do serviço e os custos sociais totais associados às alternativas de tratamento e destinação, especialmente em um setor caracterizado por impactos difusos — como emissões atmosféricas e contaminação de solo e água — e intertemporais, a exemplo da persistência de poluentes, da geração de passivos ambientais e dos efeitos cumulativos sobre o clima e os recursos naturais.

#### LITERATURA APLICADA

A literatura empírica evidencia que esses efeitos podem ser monetizados com razoável grau de consistência por meio de abordagens como preços-sombra (*shadow pricing*), funções de dano, métodos de preferência

declarada e revelada e técnicas de transferência de benefícios<sup>11</sup>, as quais permitem atribuir valores monetários a bens e serviços ambientais não transacionados em mercado. Sob a ótica da economia do bem-estar, esses métodos viabilizam a aproximação dos custos sociais marginais associados às diferentes alternativas de gestão de resíduos, incorporando efeitos externos como emissões de gases de efeito estufa, contaminação ambiental e depleção de recursos naturais.

O estudo conduzido por Andrion et al. (2019/2020) analisa as emissões de gases do aterro Cerro Patacón e os riscos ambientais e de saúde para a Cidade do Panamá, com o objetivo de sensibilizar a população sobre os impactos do consumo irresponsável. A partir de dados empíricos do aterro e dez modelos de geração de metano, estimou-se, à época, que Cerro Patacón geraria 45% do total de metano do país até 2022, 47 Gg por ano em média, impactando aproximadamente 73.600 habitantes através da dispersão de poluentes atmosféricos perigosos nas comunidades vizinhas.

No caso brasileiro, Vital (2023), ao analisar a operação da Central de Tratamento de Resíduos (CTR-Rio), estima benefícios ambientais líquidos associados principalmente à mitigação de emissões de gases de efeito estufa da ordem de R\$ 15,6 milhões por ano. O autor adota uma abordagem de valoração baseada na combinação dos métodos de transferência de benefícios (*benefit transfer*) para estimar monetariamente as externalidades ambientais associadas ao citado empreendimento. A estratégia metodológica parte da identificação dos principais vetores de impacto — emissões de gases de efeito estufa, geração de lixiviados, emissões atmosféricas adicionais, deslocamento da poluição e desconfortos locais — e da quantificação física desses efeitos a partir de parâmetros operacionais do aterro (como volume de resíduos, composição gravimétrica e fatores de emissão).

No caso específico das emissões de gases de efeito estufa, o autor modela comparativamente dois cenários contrafactuais: i) disposição em lixões, caracterizada por emissões difusas e não controladas de metano; e ii) disposição em aterro sanitário com sistemas de captura e queima de biogás. A partir dessa comparação, estima-se o volume de emissões evitadas, que é então convertido em valor monetário por meio da aplicação de parâmetros de custo social do carbono extraídos da literatura internacional. Esse procedimento caracteriza uma aplicação típica de transferência de benefícios, na medida em que valores unitários de dano ambiental estimados em outros contextos são adaptados ao caso analisado.

Em perspectiva internacional, o estudo de Jardosh e Kathuria (2025) oferece a referência mais aderente ao caso da Regenera Rio. Os autores conduzem uma análise social de custo-benefício (social cost–benefit analysis) que compara o descarte a céu aberto (open dumping) a cinco alternativas de manejo, entre as quais o aterro sanitário (sanitary landfill), computando conjuntamente custos e benefícios privados e externos por tonelada de resíduo. O custo social líquido estimado situa-se entre US\$ 68 e US\$ 106 por tonelada no caso do descarte a céu aberto e entre US\$ 43 e US\$ 69 por tonelada no caso do aterro sanitário. A diferença entre esses intervalos — de US\$ 25 a US\$ 37 por tonelada — corresponde ao ganho social líquido da substituição do lixão pelo aterro sanitário, isto é, ao benefício que a sociedade obtém quando uma tonelada de resíduo deixa de ser disposta de forma inadequada e passa a receber destinação ambientalmente controlada.

---

<sup>11</sup> **Preços-sombra (shadow pricing)** correspondem a valores implícitos atribuídos a bens, serviços ou impactos que não possuem preço de mercado, com o objetivo de refletir seu custo de oportunidade ou seu valor social. **Funções de dano** são relações analíticas que estimam os prejuízos econômicos decorrentes de determinada externalidade, como poluição, emissões ou contaminação ambiental. **Métodos de preferência declarada** baseiam-se em respostas obtidas diretamente dos indivíduos, em geral por meio de questionários, para estimar sua disposição a pagar ou a aceitar compensações por alterações ambientais. Por fim, as **técnicas de transferência de benefícios** consistem na utilização, com as devidas adaptações, de parâmetros e estimativas obtidos em estudos anteriores para valorar impactos semelhantes em contextos distintos, quando não é viável realizar uma avaliação primária específica.

Duas características desse parâmetro merecem registro. A primeira é que os custos externos que o compõem decorrem majoritariamente de emissões atmosféricas (metano, óxido nitroso, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e material particulado), de emissões para solo e água associadas ao lixiviado e do custo de oportunidade da terra — precisamente os vetores de dano que o aterro sanitário controla por meio de impermeabilização de base, captura de biogás e tratamento de chorume. A segunda é que os próprios autores registram que suas estimativas constituem limite inferior, uma vez que não incorporam a perda de amenidades (disamenity) associada às diferentes alternativas de destinação.

Essa delimitação é relevante para o presente estudo porque afasta a hipótese de dupla contagem em relação à dimensão de efeitos territoriais e valorização urbana tratada na seção 4.5, cujo canal econômico é justamente o das amenidades urbanas e dos preços hedônicos, não capturado pelo parâmetro de Jardosh e Kathuria (2025). Há, contudo, uma área de interseção parcial que deve ser explicitada: parte do custo externo estimado pelos autores decorre da valoração de danos à saúde associados a poluentes atmosféricos, por meio de modelos de trajetória de impacto (impact pathways). Essa dimensão não se confunde com a estimativa apresentada na seção 4.3, restrita às despesas hospitalares diretas do SUS com internações por doenças de veiculação hídrica e feco-oral, mas a possibilidade de sobreposição parcial recomenda que ambas sejam lidas como ordens de grandeza complementares, e não como valores estritamente aditivos. Registre-se, por fim, que a redução de emissões estimada a partir de Paes (2018) é apresentada em unidades físicas (tCO<sub>2</sub>e), sem monetização, de modo que não há dupla contagem monetária entre as duas dimensões.

Complementarmente, Sala-Garrido et al. (2023) estimam o custo ambiental dos resíduos não triados — isto é, aqueles que deixam de ser reciclados ou adequadamente tratados — em aproximadamente 297,66 euros por tonelada (cerca de R\$ 1.783 por tonelada<sup>12</sup>). Trata-se de parâmetro conceitualmente distinto do anterior: enquanto o diferencial de custo social de Jardosh e Kathuria (2025) mede o ganho da substituição de uma rota de disposição por outra, o preço-sombra de Sala-Garrido et al. (2023) mede o custo de oportunidade da não reciclagem. Por essa razão, ele não deve ser aplicado ao volume total encaminhado ao aterro, mas ao volume de material efetivamente triado e recuperado — aplicação que, no caso da Regenera Rio, incide sobre o potencial de recuperação associado às unidades de triagem e à expansão da coleta seletiva, conforme detalhado adiante.

Em termos mais intuitivos, o valor de R\$ 1.783 por tonelada pode ser entendido como o custo econômico oculto de não reciclar. Quando uma tonelada de resíduo deixa de ser triada e reciclada, a sociedade incorre em perdas múltiplas: (i) aumento das emissões associadas à disposição final; (ii) perda do valor ambiental da reciclagem, que evita emissões e consumo de recursos naturais; e (iii) redução da eficiência global do sistema de produção, ao exigir maior uso de insumos virgens. O preço-sombra sintetiza todos esses efeitos em uma única métrica monetária. Justamente por medir o custo da não reciclagem, esse parâmetro somente produz benefício mensurável na medida em que a triagem e a recuperação efetivamente ocorram — razão pela qual, neste estudo, ele é aplicado ao volume potencialmente recuperado, e não ao volume total de resíduos recebido e disposto em aterro sanitário.

Adicionalmente, estudos baseados em Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), como o de Paes (2018), mostram que melhorias sistêmicas na gestão de RSU — incluindo reciclagem, compostagem e recuperação energética — podem reduzir os impactos ambientais totais em até 52%. Esse resultado é particularmente relevante porque a ACV captura um conjunto amplo e integrado de categorias de impacto, que vão além da disposição final dos resíduos.

<sup>12</sup> Em conversão pelo câmbio de 17 de março de 2026.

Entre os principais impactos considerados, destacam-se: (i) mudanças climáticas, associadas às emissões de gases de efeito estufa ao longo de todo o ciclo de vida dos materiais; (ii) consumo de energia e recursos naturais, especialmente pela substituição de matérias-primas virgens por materiais reciclados; (iii) toxicidade humana e ecotoxicidade, relacionadas à liberação de substâncias contaminantes no solo, na água e no ar; (iv) eutrofização e acidificação, decorrentes da emissão de nutrientes e poluentes que degradam ecossistemas aquáticos e terrestres; e (v) formação de poluentes atmosféricos, como material particulado e precursores de ozônio troposférico.

Do ponto de vista econômico, a relevância desse resultado reside no fato de que esses impactos se distribuem ao longo de toda a cadeia produtiva e não apenas na etapa de destinação final. A reciclagem, por exemplo, reduz a necessidade de extração e processamento de insumos primários, o que implica menor consumo energético e menores emissões industriais; a compostagem evita emissões associadas à decomposição anaeróbica em aterros; e a recuperação energética substitui fontes fósseis, gerando ganhos adicionais em termos de emissões evitadas. Assim, a redução de até 52% nos impactos ambientais reflete um ganho sistêmico de eficiência, decorrente da reorganização dos fluxos materiais e energéticos na economia.

Por fim, outro aspecto relevante da valoração das externalidades ambientais refere-se à percepção social desses benefícios. Estudos de valoração contingente, como Araújo et al. (2018), indicam que a população está disposta a pagar, em média, cerca de R\$ 6,27 por habitante por mês por soluções adequadas de disposição final de resíduos. Esse resultado evidencia que os ganhos ambientais são percebidos e valorizados pelos cidadãos, ainda que de forma indireta, reforçando a legitimidade econômica de investimentos no setor.

Do ponto de vista conceitual, esses resultados convergem para uma mesma conclusão: a gestão adequada de resíduos sólidos não é apenas uma obrigação ambiental, mas também uma atividade geradora de valor econômico para a sociedade. Isso ocorre porque práticas como reciclagem e tratamento adequado evitam custos futuros — como remediação ambiental, gastos em saúde e perdas de produtividade — e promovem o uso mais eficiente dos recursos naturais. Conforme destacado na literatura, a não internalização dessas externalidades tende a distorcer a análise econômica, subestimando os benefícios sociais das soluções ambientalmente adequadas e favorecendo, indevidamente, alternativas mais baratas no curto prazo, porém mais custosas no longo prazo.

Em síntese, as evidências quantitativas e qualitativas disponíveis indicam que os ganhos ambientais associados à gestão adequada de RSU são substanciais, mensuráveis e economicamente relevantes. A incorporação dessas externalidades nas análises de viabilidade — seja por meio de métodos de transferência de benefícios, preços-sombra ou avaliação do ciclo de vida — é, portanto, fundamental para uma avaliação mais completa e acurada dos projetos, alinhando decisões de investimento com os princípios de eficiência econômica e sustentabilidade ambiental.

### **MENSURANDO OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA REGENERA RIO**

A estimativa do valor econômico associado à mitigação de emissões de gases de efeito estufa, tal qual a utilizada em Vital (2023), no contexto de projetos de gestão de resíduos sólidos urbanos, baseia-se em uma formulação simplificada que combina uma variável física de escala com um parâmetro monetário unitário. A lógica do modelo parte do princípio de que os impactos ambientais (e seus benefícios ou custos econômicos) são proporcionais à quantidade de resíduos processados, sendo possível, portanto, utilizar coeficientes médios por unidade de atividade (tonelada de RSU) para monetizar tais efeitos.

Formalmente, a relação pode ser expressa como:  $B = Q \cdot p \cdot T$

em que

- $B$  representa o benefício anual (em R\$),
- $Q$  corresponde à quantidade de resíduos, em toneladas, processados por dia ( $t/d$ ),
- $p$  é o parâmetro monetário unitário  $\text{R\$}/\left(\frac{t}{d}\right)$ , e
- $T$  é o número de dias de operação no ano (tipicamente 365).

Em termos equivalentes, pode-se escrever  $B = (t/d) \cdot p \cdot 365$ , evidenciando que o resultado anual decorre diretamente da escala física da operação e do valor monetário atribuído por unidade de resíduo tratado.

O parâmetro monetário  $p$  não é estimado diretamente no estudo, mas sim obtido a partir da literatura especializada (BDA, 2009), por meio da técnica de transferência de benefícios. Esse coeficiente representa uma “síntese econômica” que incorpora múltiplos elementos:

- (iv) fatores de emissão de gases (especialmente metano –  $\text{CH}_4$ );
- (iv) taxas de captura e eficiência dos sistemas de coleta de biogás;
- (iv) efeitos de substituição energética (evitação de combustíveis fósseis); e
- (iv) a valoração monetária das emissões evitadas, geralmente associada a proxies do custo social do carbono.

Assim, o parâmetro  $p$  pode ser entendido, em termos mais estruturais, como o produto de uma componente física e uma componente econômica, isto é,  $p \approx (\text{fator de emissão líquido, em tCO}_2\text{e/RSU}) \times (\text{preço social do carbono, em R\$/tCO}_2\text{e})$ .

Dessa forma, para a aplicação da metodologia à atuação da Regenera Rio, a variável física central a ser obtida é a quantidade efetivamente processada de RSU em toneladas por dia  $Q$ . É essa variável que determina a escala dos impactos ambientais e, conseqüentemente, o valor econômico das externalidades estimadas. Eventuais refinamentos analíticos podem envolver ajustes no parâmetro  $p$  para refletir especificidades tecnológicas (como diferentes eficiências de captura de biogás), condições climáticas ou características operacionais do empreendimento, mas a estrutura fundamental do modelo permanece ancorada na proporcionalidade entre volume de resíduos tratado e valor monetário das emissões evitadas.

Para a mensuração do ganho ambiental da substituição da disposição inadequada por destinação ambientalmente controlada, tal como tratado em Jardosh e Kathuria (2025), a variável física de entrada é a própria quantidade de resíduos efetivamente recebida e tratada pela Regenera Rio em aterro sanitário licenciado, uma vez que o contrafactual relevante é a destinação desse mesmo volume em lixões ou aterros controlados. O parâmetro monetário unitário corresponde ao diferencial de custo social líquido entre as duas rotas — de US\$ 25 a US\$ 37 por tonelada —, convertido em reais.

Já o parâmetro de Sala-Garrido et al. (2023) não se aplica ao volume disposto em aterro, mas à parcela de resíduos efetivamente triada e reciclada. Sua aplicação está condicionada, portanto, à materialização do potencial de recuperação de materiais discutido na seção 4.2 — em especial à expansão da coleta seletiva para cerca de 217 mil toneladas anuais e à operação das unidades de triagem do Caju e de Bangu —, sendo apresentada neste estudo como benefício potencial, e não como resultado já observado.

Já para mensurar a redução dos impactos ambientais totais, como em Paes (2018), o resultado é alimentado por um conjunto amplo de variáveis de entrada oriundas do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), que inclui fluxos físicos como quantidades de resíduos por tipologia — definidas a partir da composição gravimétrica —, sua destinação por rota tecnológica (aterro, reciclagem, compostagem, incineração), além de variáveis operacionais como consumo de energia e água, distâncias de transporte e emissões atmosféricas, especialmente em termos de CO<sub>2</sub> equivalente. Esses fluxos são posteriormente convertidos, por meio de fatores de caracterização, em categorias de impacto — como mudanças climáticas, acidificação, eutrofização, formação de material particulado e toxicidade humana — e, em seguida, agregados por procedimentos de normalização, resultando em um indicador sintético de desempenho ambiental.

Como se trata de um resultado construído com diversas variáveis, o resultado para a Regenera Rio pode ser simplificado para a aplicação do parâmetro sobre o total de emissões de GEE produzidos nos municípios do Estado do Rio de Janeiro que são beneficiados por sua atuação.

Em relação ao estudo de Araújo et al. (2018), a mensuração do resultado das atividades da Regenera Rio passa pela aplicação do parâmetro de R\$ 6,27 por habitante/mês dos municípios do Estado do Rio de Janeiro que são beneficiados por sua operação.

Em resumo:

TABELA 6 - PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS

| Literatura                 | Parâmetro original                                                                                | Variável de entrada                                                               | Fonte                                                                          |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Vital (2023)               | R\$ 15,6 mi/ano / tonelada                                                                        | Quantidade de resíduos, em toneladas, processados por dia                         | Regenera Rio                                                                   |
| Jardosh e Kathuria (2025)  | US\$ 25 a US\$ 37 / tonelada (diferencial de custo social líquido entre lixão e aterro sanitário) | Quantidade de resíduos, em toneladas, recebida e tratada em aterro sanitário      | Regenera Rio                                                                   |
| Sala-Garrido et al. (2023) | R\$ 1.783 / tonelada (custo ambiental da não reciclagem)                                          | Quantidade de resíduos, em toneladas, efetivamente triada e reciclada (potencial) | Regenera Rio                                                                   |
| Paes (2018)                | - 52% de impactos ambientais                                                                      | Total de emissões de GEE                                                          | (SEEG) Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Segundo os dados operacionais da Regenera Rio, em 2025 foi tratado um volume de 3,39 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Aplicando-se a esse volume o diferencial de custo social líquido estimado por Jardosh e Kathuria (2025) — de US\$ 25 a US\$ 37 por tonelada, convertidos à taxa de referência de R\$ 5,50 por dólar, equivalentes a R\$ 137,50 a R\$ 203,50 por tonelada —, conclui-se que a destinação ambientalmente adequada promovida pela operação evita custos sociais da ordem de R\$ 466 milhões a R\$ 690 milhões por ano. Cabe registrar que essa estimativa é conservadora em dois sentidos: os valores unitários estão expressos a preços do estudo original, sem atualização monetária, e não se aplicou o ajuste por paridade do poder de compra recomendado pelos próprios autores para a transferência de parâmetros

entre países, o qual tenderia a elevar os valores unitários, dado que o PIB per capita em PPC do Brasil supera o da Índia.

Em resumo:

TABELA 7 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS – CUSTO EVITADO COM A DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PELA REGENERA RIO

| Volume de tratamento de resíduos sólidos em 2025 | Parâmetro (ganho social por tonelada, R\$) | Custo social ambiental evitado pela operação Regenera Rio |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 3,39 MM ton                                      | 137,50 a 203,50                            | R\$ 466 mi a R\$ 690 mi                                   |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Adicionalmente, o preço-sombra de Sala-Garrido et al. (2023) permite dimensionar o benefício ambiental potencial associado à ampliação da triagem e da reciclagem. Considerando-se a recuperação de aproximadamente 130.200 toneladas anuais decorrente da expansão da coleta seletiva (217 mil toneladas coletadas, a uma taxa de recuperação de 60%), o custo ambiental evitado seria da ordem de R\$ 232 milhões por ano. Caso se confirme que os fluxos da coleta seletiva e das unidades de triagem do Caju e de Bangu são distintos e complementares, o volume recuperado alcançaria cerca de 163,4 mil toneladas anuais, elevando o benefício potencial para aproximadamente R\$ 291 milhões por ano. Diferentemente do resultado anterior, trata-se de benefício condicionado à efetiva implantação das estruturas de triagem e à expansão da coleta seletiva, devendo ser lido como potencial, e não como resultado já observado.

Além disso, outro ponto relevante é que os parâmetros aqui empregados não incorporam integralmente etapas tecnológicas adicionais de valorização energética dos resíduos, em especial a conversão de biogás em biometano. No estudo de Jardosh e Kathuria (2025), o aterro sanitário é modelado com captura parcial do metano gerado e eficiência de conversão energética significativamente inferior à observada em operações como a do CTR Rio, de modo que o diferencial de custo social entre lixão e aterro tende a subestimar o ganho efetivo da rota adotada pela Regenera Rio. Nesse sentido, a estimativa de custo ambiental evitado é conservadora, uma vez que não internaliza integralmente os ganhos econômicos e ambientais associados à recuperação energética e à substituição de combustíveis fósseis, implicando subavaliação do valor econômico total gerado pela destinação adequada dos resíduos.

Adicionalmente, de acordos com os resultados obtidos por Paes (2018), **a operação de gestão e tratamento de resíduos da Regenera Rio foi responsável por reduções de gases de efeito estufa da ordem de 227 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e) em 2024**, segundo dados primários do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) para as atividades de tratamento de resíduos sólidos nos municípios onde o programa opera.

É relevante ressaltar que o volume observado de emissões em 2024 já incorpora, no cenário de referência do ano de 2024, o efeito mitigador atribuído à operação do Regenera Rio. Em termos contrafactuais, portanto, na ausência da Regenera Rio, o total de emissões seria superior ao observado, atingindo um valor de aproximadamente 436,7 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e).

Em síntese, tem-se:

TABELA 8 – ESTIMATIVA DAS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS – TOTAL DE EMISSÕES EVITADAS COM A DESTINAÇÃO ADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PELA REGENERA RIO

| Variável de entrada<br>(parâmetro de redução de dos impactos ambientais totais) | Estimativas de emissões em 2024<br>(total de emissões em toneladas de CO <sub>2</sub> e segundo o SEEG) | Resultado parcial<br>(cálculo das emissões em toneladas de CO <sub>2</sub> e caso não existisse a operação) | Resultado final (efeito líquido sobre as emissões oriundas do tratamento de RSU) |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| -52%                                                                            | 209.621                                                                                                 | 436.710                                                                                                     | 227.089                                                                          |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

#### 4.5. EFEITOS TERRITORIAIS E VALORIZAÇÃO URBANA

As externalidades imobiliárias relacionadas aos RSU decorrem da incorporação, nos preços dos imóveis, de atributos ambientais e urbanísticos associados à localização de instalações de disposição final, como lixões e aterros sanitários. Em termos econômicos, essas externalidades refletem a capitalização, no mercado imobiliário, de desamenidades ambientais — como odores, risco percebido à saúde, degradação paisagística e estigmatização territorial — que afetam a utilidade dos indivíduos e, consequentemente, sua disposição a pagar por localização.

#### LITERATURA APLICADA

A literatura empírica sobre o tema é amplamente baseada no método de preços hedônicos, que permite inferir valores implícitos de atributos ambientais a partir da observação de transações imobiliárias. Esse método parte do princípio de que o preço de um imóvel pode ser decomposto em função de suas características estruturais, locacionais e ambientais, sendo possível isolar o efeito marginal de variáveis como a proximidade a aterros sanitários. Trata-se de uma abordagem consolidada na economia do bem-estar aplicada, especialmente na valoração de bens não mercantis, como qualidade ambiental.

No contexto brasileiro, Souza (2024), ao analisar o município de Campinas por meio de modelos de econometria espacial aplicados ao método de preços hedônicos, estima que cada aumento de 1 km na distância em relação a locais de disposição final de resíduos sólidos está associado a uma desvalorização que varia entre 1,06% e 6,25% por quilômetro de proximidade a aterros, com média de 3,6% por quilômetro. Esse resultado pode ser interpretado como uma medida da disposição marginal a pagar por distância em

relação a essas instalações, refletindo o valor econômico atribuído pelos agentes à redução da exposição a externalidades negativas. A utilização de modelos espaciais é particularmente relevante, pois permite capturar dependências espaciais nos preços dos imóveis e evitar vieses associados à autocorrelação geográfica, aumentando a robustez das estimativas.

Evidências internacionais corroboram essa magnitude e reforçam a consistência dos resultados. Rivera-De Jesús (2021), ao analisar o impacto de aterros sanitários no município de Ixtapaluca, no México, encontra que imóveis localizados a até 6 km de aterros apresentam valores até 15,8% inferiores em comparação a imóveis situados a maiores distâncias. Esse efeito expressivo evidencia que a proximidade a instalações de disposição de resíduos constitui um atributo locacional relevante no processo de formação de preços imobiliários, com impactos significativos sobre o bem-estar das famílias e sobre a estrutura urbana.

De forma complementar, evidências empíricas internacionais reforçam a magnitude dessas externalidades e permitem contextualizar sua variabilidade. Hite et al. (2000), ao analisar transações imobiliárias no condado de Franklin, Ohio (Estados Unidos), com dados referentes ao início da década de 1990, utilizando modelos hedônicos combinados com elementos de economia urbana, identificam impactos negativos significativos da proximidade a aterros sobre os preços dos imóveis da ordem de 5,5% a 7,3% de desvalorização para imóveis próximos a 3 milhas dos lixões. Um aspecto relevante do estudo é a consideração de efeitos temporais, indicando que a desvalorização pode persistir mesmo após o encerramento das atividades dos aterros, sugerindo a presença de efeitos de histerese associados à percepção de risco e à estigmatização territorial.

De maneira semelhante, Reichert, Small e Mohanty (1992), ao investigarem o impacto de cinco aterros sanitários na região metropolitana de Cleveland, Ohio (Estados Unidos), com base em dados do final da década de 1980, encontram desvalorizações que variam entre aproximadamente 17,8% e 19,9% em áreas urbanas. Os autores também destacam que o efeito tende a decrescer com a distância, mas não de forma linear, sendo influenciado por fatores como densidade urbana, percepção de risco pela população e características socioeconômicas locais.

Do ponto de vista econômico, esses resultados podem ser interpretados como evidência de que o mercado imobiliário atua como um mecanismo de internalização parcial das externalidades ambientais. A redução nos preços dos imóveis próximos a aterros reflete uma compensação exigida pelos compradores para aceitar níveis mais elevados de risco ou desconforto ambiental. Em termos de teoria microeconômica, trata-se da materialização da disposição marginal a pagar por qualidade ambiental no espaço urbano, revelada por meio de escolhas locacionais.

Adicionalmente, é importante destacar que essas externalidades apresentam características espaciais e distributivas relevantes. Em geral, áreas próximas a instalações de resíduos tendem a concentrar populações de menor renda, seja pela menor capacidade de mobilidade residencial, seja pela própria dinâmica de formação de preços. Isso implica que os efeitos negativos sobre o valor dos imóveis podem se traduzir em desigualdades socioespaciais, reforçando a importância de políticas públicas que considerem critérios de localização, compensação e planejamento urbano.

Em síntese, a evidência empírica indica que a proximidade de estruturas prediais e moradias aos locais de gestão de resíduos sólidos gera externalidades imobiliárias negativas relevantes, que são não apenas significativas do ponto de vista estatístico, mas também mensuráveis e economicamente expressivas. Esses efeitos se manifestam, sobretudo, por meio da desvalorização de imóveis situados no entorno de instalações

de disposição final, refletindo a capitalização, nos preços de mercado, de atributos ambientais adversos — como degradação paisagística, odores, risco percebido à saúde e estigmatização territorial.

Do ponto de vista da economia do bem-estar, tais resultados evidenciam que o mercado imobiliário atua como um mecanismo de revelação da disposição a pagar dos agentes por qualidade ambiental, permitindo inferir o valor econômico das perdas de bem-estar associadas à localização dessas atividades. Ademais, a consistência dos achados em diferentes contextos geográficos e períodos reforça a robustez desse tipo de externalidade, indicando que sua magnitude pode variar conforme características locais, mas sua direção e relevância econômica são inequívocas.

#### **MENSURANDO OS IMPACTOS NO SETOR IMOBILIÁRIO DA REGENERA RIO**

No caso da Regenera Rio, as externalidades urbanísticas identificadas por Souza (2024), Rivera-De Jesús (2021), Hite et al. (2000) e Reichert, Small e Mohanty (1992) podem ser estimadas a partir da análise da valorização imobiliária em áreas diretamente impactadas pela melhoria da gestão dos resíduos sólidos. O bairro de Jardim Gramacho, em Duque de Caxias, apresenta-se como referência natural para essa avaliação, tendo em vista a desativação do antigo lixão de Gramacho e sua substituição por uma solução ambientalmente adequada de destinação final. Para essa finalidade, podem ser utilizados indicadores como a evolução do preço do metro quadrado e o comportamento do estoque de imóveis na região ao longo do tempo.

Em resumo:

**TABELA 9 - ESTIMATIVA DOS EFEITOS TERRITORIAIS E VALORIZAÇÃO URBANA**

| Literatura                       | Parâmetro original                                                                                 | Variável de entrada                                                                                                               | Fonte                                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Souza (2024)                     | Desvalorização varia entre 1,06% e 6,25% por km de proximidade a aterros, com média de 3,6% por km | Evolução do preço do m2 e do número de imóveis existentes na região do bairro de Jardim Gramacho, no município de Duque de Caxias | Sites de anúncios de imóveis (por técnica de <i>web scrapping</i> ) e IBGE (censo 2022 por setor censitário) |
| Rivera-De Jesús (2021)           | Desvalorização de 15,8% para imóveis próximos a 6 km dos aterros                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                              |
| Hite et al. (2000)               | Desvalorização entre 17,8% e 19,9% para imóveis próximos a 3 milhas (~5 km) dos lixões             |                                                                                                                                   |                                                                                                              |
| Reichert, Small e Mohanty (1992) | Desvalorização entre 5,5% e 7,3% para imóveis próximos a 3 milhas (~5 km) dos lixões               |                                                                                                                                   |                                                                                                              |

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Para calcular o impacto sobre o valor dos imóveis das atividades da Regenera Rio provocou sobre os imóveis situados na região no bairro Jardim Gramacho, no município de Duque de Caxias, Estado do Rio de Janeiro, onde se situava o antigo lixão de Gramacho, utilizando os padrões evidenciados por Souza (2024). Os valores médios dos imóveis são provenientes de sítios eletrônicos mantidos por empresas especializadas nas vendas de imóveis, tais como Zap Imóveis e Imóvelweb, e o número de domicílios foi obtido do censo do IBGE relativo aos setores censitários.

Para operacionalizar o componente espacial do parâmetro de Souza (2024), adota-se, nesta aplicação, uma distância efetiva média de 14 km entre os imóveis considerados e o antigo lixão de Jardim Gramacho, tratada como premissa técnica de calibração espacial. Considerando 5.701 imóveis e a faixa de preços médios de R\$ 220 mil a R\$ 300 mil, obtêm-se estoques imobiliários de aproximadamente R\$ 1,25 bilhão e R\$ 1,71 bilhão. Mantida a distância de 14 km, os resultados de R\$ 718,67 milhões e R\$ 735,25 milhões correspondem a taxas efetivas de aproximadamente 4,09% e 3,07% por quilômetro, respectivamente, ambas situadas dentro da faixa de 1,06% a 6,25% por km identificada por Souza (2024) e próximas da média bibliográfica de 3,6% por km. Dessa forma, estima-se um ganho de valor imobiliário no bairro Jardim Gramacho entre R\$ 718,67 milhões e R\$ 735,25 milhões em valores atualizados.

Em resumo:

| Parâmetro de valorização e distância     | Preço médio dos imóveis no bairro Jardim Gramacho * | Nº de imóveis no bairro Jardim Gramacho | Resultados calculados de valorização imobiliária |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1,06% a 6,25%/km; distância média: 14 km | R\$ 220 mil a R\$ 300 mil                           | 5.701                                   | Entre R\$ 718,67 e R\$ 735,25 milhões            |

Fonte: elaboração Pezco Economics. \* o preço médio em R\$ considerado foi o correspondente à imóveis com 2 dormitórios e baseado em sites de vendas de imóveis como Zap Imóveis e Imóvelweb.

#### **INDÍCIOS SOBRE O COMPORTAMENTO DO MERCADO IMOBILIÁRIO NO ENTORNO DO CTR RIO, EM SEROPÉDICA**

A análise dos elementos territoriais, demográficos e econômicos observados em Seropédica desde o início da operação do CTR Rio, em 2011, não permite extrair evidências robustas de desvalorização imobiliária associada, de forma direta, ao funcionamento da unidade de tratamento de resíduos sólidos. As informações disponíveis em fontes públicas e institucionais sugerem, antes, a manutenção da atratividade econômica e territorial do município ao longo do período, ainda que tais elementos, por si sós, não sejam suficientes para estabelecer uma relação causal conclusiva sobre o comportamento dos preços imobiliários no entorno imediato do empreendimento.

Sob a ótica demográfica, Seropédica apresentou crescimento populacional no período. De acordo com o Censo Demográfico 2022 do IBGE, o município alcançou 80.596 habitantes, o que representa aumento de 3,1% em relação ao Censo de 2010, abaixo do crescimento do país no mesmo intervalo (6,5%). A estimativa populacional para 2025, também divulgada pelo IBGE, aponta continuidade dessa trajetória. Embora a dinâmica populacional não se confunda com valorização imobiliária, esse comportamento tampouco sugere esvaziamento territorial ou retração pronunciada da demanda residencial no município.

Além disso, a inauguração do Arco Metropolitano, em 2014, parece ter reforçado a centralidade logística de Seropédica e ampliado sua inserção em fluxos regionais de circulação de mercadorias, investimentos e atividades produtivas. A literatura e o noticiário econômico sobre a região costumam associar essa reconfiguração territorial à expansão de usos logísticos e industriais ao longo da BR-493, com Seropédica figurando entre os municípios beneficiados por esse processo. Nesse contexto, a presença de empreendimentos logísticos e de investimentos privados de maior porte no município constitui elemento mais compatível com a preservação, ou mesmo com o reforço, da funcionalidade econômica do território do que com um quadro evidente de perda de atratividade imobiliária.

Além disso, a consolidação de Seropédica como eixo logístico-industrial foi reforçada pela implantação do Arco Metropolitano e pela posição estratégica do município nas conexões regionais de transporte. Em 2026, a Firjan destacou que Seropédica integra a área com condições para se consolidar como plataforma logístico-industrial metropolitana, o que sugere continuidade de sua funcionalidade econômica regional. Nesse

contexto, a presença de investimentos privados relevantes pode ser lida como indício adicional de manutenção — e não de perda manifesta — de atratividade territorial.

Entre esses sinais, destacam-se a inauguração, em Seropédica, de unidade da Procter & Gamble com investimento total informado de R\$ 600 milhões, bem como a aquisição, em 2021, de parte do empreendimento Golgi Seropédica Condomínio Logístico pelo fundo XP Log, por R\$ 186,2 milhões<sup>13</sup>. Ainda que tais fatos se refiram principalmente ao mercado industrial e logístico, e não ao mercado residencial estrito, eles constituem evidências de alocação de capital privado relevante no município e são pouco compatíveis com a hipótese de desvalorização territorial ampla associada, em termos gerais, à presença do CTR Rio.

Em síntese, os dados populacionais do IBGE, os investimentos corporativos atraídos à região, as transações de ativos logísticos no entorno do Arco Metropolitano e a precificação corrente do solo urbano e rural não corroboram a hipótese de desvalorização imobiliária no entorno do CTR Rio. Os elementos indicam, ao contrário, processo consistente de valorização territorial, no qual o desenvolvimento logístico-industrial impulsionado pelo Arco Metropolitano se sobrepôs, em termos de impacto sobre o mercado imobiliário, à presença operacional da unidade de tratamento de resíduos.

---

<sup>13</sup> Ver <https://www.rj.gov.br/desenvolvimentoeconomico/node/289>

## 5. SÍNTESE DOS RESULTADOS E LEITURA ECONÔMICA DA REGENERA RIO

*Consideradas em conjunto, as evidências reunidas mostram que a Regenera Rio deve ser lida como uma infraestrutura estratégica de geração de valor econômico, social e ambiental.*

A análise desenvolvida ao longo deste estudo indica que a Regenera Rio deve ser compreendida como uma infraestrutura estratégica para a gestão de resíduos sólidos urbanos no estado do Rio de Janeiro. Ao articular estações de transferência e tratamento em escala metropolitana, a operação contribui para maior eficiência no manejo dos resíduos, redução de passivos históricos e qualificação ambiental do território.

Os resultados observados reforçam esse papel. **A robustez operacional do sistema, a captura e valorização do biogás, o tratamento de chorume, a estabilidade dos indicadores ambientais e a presença de iniciativas de inclusão produtiva e governança socioambiental mostram que a Regenera Rio já produz efeitos concretos e mensuráveis em diferentes dimensões.** A atuação da empresa se insere, assim, em uma agenda contemporânea de infraestrutura ambiental, na qual gestão de resíduos, transição energética, mitigação climática e desenvolvimento territorial deixam de ser agendas separadas e passam a compor uma mesma lógica de geração de valor.

Sob a ótica econômica, essa leitura é ainda mais relevante. **As estimativas apresentadas no estudo indicam que os efeitos da Regenera Rio não se restringem à operação, mas alcançam externalidades positivas de natureza social, ambiental, sanitária e econômica mais ampla. Isso significa que sua contribuição deve ser avaliada também pela capacidade de evitar custos, ampliar eficiência sistêmica, sustentar ocupação e renda, reduzir emissões e melhorar as condições gerais de bem-estar nas áreas influenciadas por sua atuação.**

A tabela seguir resume os benefícios econômicos e externalidades da operação da Regenera Rio.

TABELA 10 – SÍNTESE DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES DA REGENERA RIO

| Dimensão do impacto                                               | Estimativa do estudo                                 | Leitura do impacto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Atividade econômica</b>                                        | <b>R\$ 926,7 milhões</b>                             | A operação tem potencial de induzir quase 1 bilhão de reais em Produto Interno Bruto (PIB) regional.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Emprego formal</b>                                             | <b>1.791 empregos formais</b>                        | A operação gera efeito positivo sobre o mercado formal de trabalho nos municípios atendidos.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Inclusão produtiva (reciclagem e recuperação de materiais)</b> | <b>600 a 2,9 mil postos de trabalho equivalentes</b> | A implantação das unidades de triagem e a expansão da coleta seletiva podem ampliar a recuperação de recicláveis e gerar demanda potencial de até 2,9 mil postos de trabalho equivalentes, condicionada à efetiva implantação das estruturas, ao desempenho operacional e à articulação com cooperativas e catadores.                                        |
| <b>Saúde pública (doenças diarreicas agudas)</b>                  | <b>Entre 28 mil e 44 mil casos/ano</b>               | A operação está associada à redução estimada de 28 mil a 44 mil casos por ano por doenças diarreicas agudas nos municípios atendidos.                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Saúde pública (morbidade hospitalar geral)</b>                 | <b>7.248 internações/ano</b>                         | A gestão adequada de resíduos pela Regenera tem potencial de redução de pressão sobre o sistema de saúde em cerca de 7,2 mil internações/ano.                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Saúde pública (economia hospitalar direta)</b>                 | <b>R\$ 4,2 milhões a R\$ 34,1 milhões/ano</b>        | A redução de casos de doenças diarreicas e internações associadas à gestão adequada de resíduos pode gerar economia direta ao SUS entre R\$ 4,2 milhões e R\$ 34,1 milhões ao ano (no estado do Rio de Janeiro), considerando apenas custos hospitalares, sem incluir ganhos de produtividade, atendimentos ambulatoriais, medicamentos ou bem-estar social. |
| <b>Externalidade ambiental monetizada (destinação adequada)</b>   | <b>R\$ 466 milhões a R\$ 690 milhões/ano</b>         | A substituição da disposição inadequada por destinação ambientalmente controlada evita custos sociais entre R\$ 466 milhões e R\$ 690 milhões por ano (Jardosh e Kathuria, 2025).                                                                                                                                                                            |
| <b>Externalidade ambiental potencial (triagem e reciclagem)</b>   | <b>R\$ 232 milhões a R\$ 291 milhões/ano</b>         | A ampliação da triagem e da reciclagem pode evitar custo ambiental adicional entre R\$ 232 milhões e R\$ 291 milhões por ano, condicionado à implantação das unidades de triagem e à expansão da coleta seletiva (Sala-Garrido et al., 2023).                                                                                                                |
| <b>Emissões de GEE</b>                                            | <b>227.089 tCO<sub>2</sub>e</b>                      | A operação reduz emissões associadas ao tratamento de resíduos em cerca de 227 mil tCO <sub>2</sub> e.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Valorização urbana</b>                                         | <b>R\$ 718,67 milhões a R\$ 735,25 milhões</b>       | A desativação do lixão de Jardim Gramacho e a reorganização territorial estão associadas a ganho de valor imobiliário na região em cerca de ~718 a 735 milhões de reais                                                                                                                                                                                      |
| <b>Total anual monetizado (efeitos já associados à operação)</b>  | <b>R\$ 1,40 bilhão a R\$ 1,65 bilhão/ano</b>         | Soma dos benefícios anuais monetizáveis já associados à operação: efeito sobre o PIB regional, custos sociais ambientais evitados e economia hospitalar direta do SUS. Não inclui a valorização urbana, que constitui efeito patrimonial de estoque, nem os benefícios potenciais condicionados à ampliação da triagem e da reciclagem.                      |
| <b>Retorno por real desembolsado</b>                              | <b>R\$ 3,20 a R\$ 3,80 por R\$ 1,00</b>              | Relação entre os benefícios anuais monetizados e o desembolso anual de cerca de R\$ 431 milhões da Comlurb com a operação. Materializado o potencial de triagem e reciclagem, a relação alcança de R\$ 3,80 a R\$ 4,50 por real desembolsado.                                                                                                                |

\*As estimativas devem ser interpretadas como ordens de grandeza e efeitos potenciais ou contrafactuais, derivados da aplicação de parâmetros da literatura aos dados operacionais e territoriais da Regenera Rio apresentados no presente relatório.

Fonte: elaboração Pezco Economics.

Uma leitura complementar decorre da confrontação entre os benefícios estimados e o custo de contratação da operação. A Comlurb desembolsa anualmente cerca de R\$ 431 milhões com os serviços prestados pela Regenera Rio. Os benefícios anuais monetizados neste estudo — R\$ 926,7 milhões de efeito sobre o PIB regional, R\$ 466 milhões a R\$ 690 milhões de custos sociais ambientais evitados e R\$ 4,2 milhões a R\$ 34,1 milhões de economia hospitalar direta do SUS — somam entre R\$ 1,40 bilhão e R\$ 1,65 bilhão por ano. Em outros termos, para cada R\$ 1,00 desembolsado com o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos no Rio de Janeiro, retornam à sociedade entre R\$ 3,20 e R\$ 3,80 sob a forma de atividade econômica induzida, custos ambientais evitados e pressão evitada sobre o sistema público de saúde. O desembolso, nesse sentido, comporta-se menos como despesa corrente e mais como investimento em infraestrutura ambiental urbana.

Essa relação, referida ao desempenho atual da operação, é distinta do retorno provável no horizonte futuro. Caso se materialize o potencial de ampliação da triagem e da coleta seletiva discutido na seção 4.2, o custo ambiental adicionalmente evitado — estimado entre R\$ 232 milhões e R\$ 291 milhões anuais a partir de Sala-Garrido et al. (2023) — elevaria os benefícios totais à faixa de R\$ 1,63 bilhão a R\$ 1,94 bilhão por ano, correspondendo a um retorno entre R\$ 3,80 e R\$ 4,50 por real desembolsado. Trata-se de resultado condicionado à efetiva implantação das unidades de triagem do Caju e de Bangu, à expansão da coleta seletiva e à articulação com cooperativas e catadores, e não de efeito já observado.

Três qualificações são necessárias à leitura desses números. Primeiro, o ganho de valor imobiliário estimado na seção 4.5 (R\$ 718,7 milhões a R\$ 735,3 milhões) não foi incorporado ao cálculo, por constituir efeito patrimonial de estoque, e não fluxo anual recorrente. Segundo, o efeito sobre o PIB regional é medida de atividade econômica induzida, de natureza distinta das externalidades evitadas; excluído esse componente, a relação entre externalidades evitadas e desembolso situa-se entre R\$ 1,09 e R\$ 1,68 por real, o que já indica retorno social positivo mesmo sob o critério mais restritivo. Terceiro, as estimativas de saúde pública e de custo ambiental derivam da aplicação de parâmetros de literatura a dados operacionais e territoriais, devendo ser interpretadas como ordens de grandeza.

Em síntese, a Regenera Rio se firma como um ativo estratégico para o estado do Rio de Janeiro, sendo uma infraestrutura que trata os resíduos e captura valor econômico e social em sentido amplo, consolidando um modelo moderno, eficiente e sustentável de gestão de resíduos com potencial de referência para outras experiências no país.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021. São Paulo: ABRELPE, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br>

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2007. São Paulo: ABRELPE, 2007. Disponível em: <https://abrelpe.org.br>

ABREMA — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. Aterro sanitário Seropédica, região metropolitana do Rio de Janeiro. [S.l.]: ABREMA, 2020. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2020/12/14/aterro-sanitario-seropedica-regiao-metropolitana-do-rio-de-janeiro/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

ABREMA — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. Como um aterro sanitário no Rio transformou o problema do lixo em solução energética. [S.l.]: ABREMA, 2 set. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/09/02/como-um-aterro-sanitario-no-rio-transformou-o-problema-do-lixo-em-solucao-energetica/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2025. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: <https://www.abrema.org.br>. Acesso em: 29 mar. 2026.

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2025. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: <https://www.abrema.org.br>

ABREMA — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025. São Paulo: ABREMA, dez. 2025. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

ADEYEMI, Kehinde Adetoyese; OLUKOLAJO, Michael Ayodele. Effect of waste dumpsites on commercial properties' values in Igando, Alimosho Local Government Area of Lagos State, Nigeria. International Journal of Research and Innovation in Social Science, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 23–33, 2023.

AEGEA SANEAMENTO E PARTICIPAÇÕES S.A. Fato Relevante: Aquisição da Ciclus Ambiental S.A. e Ciclus Ambiental Rio S.A. São Paulo: Aegea, 19 ago. 2025a. Disponível em: <https://www.rededivulgacao.com.br/2025/08/20/aquisicao-ciclus-ambiental-e-ciclus-rio/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

AEGEA SANEAMENTO E PARTICIPAÇÕES S.A. Unidades — Regenera Rio. [S.l.]: Aegea, 2025b. Disponível em: <https://www.aegea.com.br/unidades/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

ARAÚJO, Rogério César Pereira de; RODRIGUES, Camila Pereira Brígido; BARBOSA, Vanecilda de Sousa; MOREIRA, José César Pontes. Disposição a pagar pelo aterro sanitário da microrregião do Cariri, Ceará, Brasil. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 23–37, jul./set. 2018.

APA (Relatório Anual Resíduos Urbanos 2024)  
AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. Relatório Anual Resíduos Urbanos 2024. Versão 1.0. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2025. Arquivo em PDF.

BLOOMBERG LÍNEA. Ouro urbano? Os planos por trás da aquisição bilionária da Aegea em resíduos sólidos. [S.l.]: Bloomberg Línea, 15 set. 2025. Disponível em: <https://www.bloomberglinea.com.br/negocios/ouro-urbano-os-planos-por-tras-da-aquisicao-bilionaria-da-aegea-em-residuos-solidos/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 27 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília: Presidência da República, 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 27 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Produção hospitalar (SIH/SUS). Brasília, DF: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br>. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças diarreicas agudas (DDA): situação epidemiológica. Brasília, DF: Ministério da Saúde, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED). Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, [s.d.]. Disponível em: <https://app.powerbi.com>. Acesso em: 30 mar. 2026.

CATTANI, Yan Nonato; PONTES, Raquel Pereira; BOTASSIO, Diego Camargo; KOMESU, Daniel Kiyoyudi; BENEVENUTO, Rodolfo Gomes; OGASAVARA, Mario Henrique. Measuring the health and fiscal outcomes of solid waste management operations by intergovernmental arrangements: the case of public consortia in Brazil. *Heliyon*, [S.l.], v. 10, e26032, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26032>.

CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA (CLP). Como o Programa Lixão Zero substituiu os lixões do Rio de Janeiro por aterros sanitários. São Paulo: CLP, abr. 2024. Disponível em: <https://clp.org.br/como-o-programa-lixao-zero-substituiu-os-lixoes-do-rio-de-janeiro-por-aterros-sanitarios/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

CICLUS RIO. Ciclus Rio: gestão integrada de resíduos sólidos. [S.l.], [2025]. Disponível em: <https://www.ciclusrio.com.br/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

DANE – DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales de residuos sólidos (CAEFM-RS): 2022–2023 provisional. Bogotá: DANE, 2025.

DE ALMEIDA, Ronei; CAMPOS, Juacyara Carbonelli. Análise tecnoeconômica do tratamento de lixiviado de aterro sanitário. *Revista Ineana*, v. 8, n. 1, p. 6-27, 2020.

DELGADO ERASO, Dayse Alexandra; CONCHA LOZADA, Clara Milena; VIDAL PINILLA, Gehovell Juliana; FERNÁNDEZ, Amanda Lucía. **Innovación social en comunidades rurales: experiencia en aprovechamiento de residuos sólidos (Cauca, Colombia)**. *AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, n. 31, p. 75–108, 2021

DIAS, Sonia Maria. Waste pickers and cities. *Environment and Urbanization*, [S.l.], v. 28, n. 2, p. 375–390, 2016.

ESHETE, Amde; HADDIS, Alemayehu; MENGISTIE, Embialle. Investigation of environmental and health impacts of solid waste management problems and associated factors in Asella town, Ethiopia. *Heliyon*, [S.l.], v. 10, e28203, 2024.

ESPAÇO & ECONOMIA — Revista Brasileira de Geografia Econômica. O processo de produção de uma injustiça ambiental e seus impactos: o caso do CTR Rio em Seropédica. Rio de Janeiro: OpenEdition Journals, 2020. DOI: 10.4000/espacoeconomia.16546. Disponível em: <https://journals.openedition.org/espacoeconomia/16546>. Acesso em: 27 mar. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. A study on the economic valuation of environmental externalities from landfill disposal and incineration of waste: final main report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2000.

EUROPEAN COMMISSION. Employment and growth effects of circular economy. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.

EUROSTAT. Municipal waste statistics. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/10360.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2026.

EXAME. Aegea compra Ciclus Rio, da Simpar, e dá mais um passo em gestão de resíduos. São Paulo: Exame, 20 ago. 2025. Disponível em: <https://exame.com/invest/mercados/aegea-compra-ciclus-rio-da-simpar-e-da-mais-um-passo-em-gestao-de-residuos/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

FARIAS, Tatianne dos Santos Souza. Estudo sobre a participação social de cooperativas de reciclagem na gestão pública de resíduos sólidos no município de Mesquita (RJ). 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

FERRÃO, Paulo; RIBEIRO, Paulo; RODRIGUES, João; MARQUES, Alexandra; PRETO, Miguel; AMARAL, Miguel; DOMINGOS, Tiago; LOPES, Ana; COSTA, Inês. Environmental, economic and social costs and benefits of a packaging waste management system: a Portuguese case study. *Resources, Conservation and Recycling*, [S.l.], v. 85, p. 67–78, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.020>.

FONG MORALES, Chiara May. **¿A qué hora se llevan la basura? Percepciones ciudadanas frente a las políticas públicas relacionadas a la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Ciudad de Panamá**. 2018. 65 f. Dissertação (Mestrado em Assentamentos Humanos e Meio Ambiente) – Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2018.

FREITAS, Juliana Magalhães de. Externalidade na disposição final de resíduos sólidos municipais: avaliação para o Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos Santa Rosa na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2013. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013.

FREITAS, Fernando Garcia de; MAGNABOSCO, Ana Lelia. *Saneamento é saúde: como a falta de acesso à infraestrutura básica afeta a incidência de doenças relativas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil?* [S. l.]: Instituto Trata Brasil, 2025

HITE, Diane; CHERN, Wen; HITZHUSEN, Fred; RANDALL, Alan. Property value impacts of an environmental disamenity: the case of landfills. Columbus: Ohio State University, 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da população 2025. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produto interno bruto dos municípios. Rio de Janeiro: IBGE, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html>. Acesso em: 30 mar. 2026.

INVESTNEWS. Aegea compra Ciclus, maior aterro sanitário do país, por R\$ 1,9 bilhão. [S.l.]: InvestNews, 20 ago. 2025. Disponível em: <https://investnews.com.br/negocios/simpar-vende-ciclus-ambiental/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

INVESTNEWS. O teste de fogo da Aegea: empresa assume concessão no Pará na véspera da COP 30. [S.l.]: InvestNews, 11 set. 2025. Disponível em: <https://investnews.com.br/negocios/o-teste-de-fogo-da-aegea-empresa-assume-concessao-no-para-na-vespera-da-cop-30/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Base de dados macroeconômicos. Brasília: IPEA, 2024. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>

JARDOSH, Nishith; KATHURIA, Vinish. Social cost–benefit analysis of solid waste management options with application to Mumbai, India. *Waste Management & Research*, [S.l.], v. 43, n. 1, p. 39–49, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X241231401>.

JUVAKOSKI, Anni et al. Evidence of waste management impacting severe diarrhea prevalence more than WASH: an exhaustive analysis with Brazilian municipal-level data. *Water Research*, [S.l.], v. 247, 120805, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120805>.

KRESCH, Evan Plous; LIPSCOMB, Molly; SCHECHTER, Laura. Externalities and spillovers from sanitation and waste management in urban and rural neighborhoods. *SSRN Electronic Journal*, [S.l.], 2019.

LÓPEZ PULGARÍN, Yhorman; FRANCO OROZCO, Bárbara. Gestión de residuos sólidos urbanos: Un enfoque en Colombia y el departamento de Antioquia. **Cuaderno Activa**, Medellín, n. 11, p. 119-134, jan./dez. 2019. ISSN 2027-8101. e-ISSN 2619-5232.

MAIELLO, Antonella. In, out or beyond? Waste pickers and policy networks: a story from Jardim Gramacho (Rio de Janeiro). *Sustainability*, [S.l.], v. 14, n. 24, p. 16977, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142416977>.

MATHESON, Thornton. Disposal is not free: fiscal instruments to internalize the environmental costs of solid waste. Washington, DC: International Monetary Fund, 2019. (IMF Working Paper, WP/19/283).

MONEY REPORT. Aegea compra Ciclus Ambiental, da Simpar, por R\$ 1,9 bilhão. [S.l.]: Money Report, 20 ago. 2025. Disponível em: <https://www.moneyreport.com.br/negocios/aegea-compra-ciclus-ambiental-da-simpar-por-r-19-bilhao/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

MOURA, Raphael Rolim de. Impactos e perspectivas socioambientais na gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do município de Curitiba. 2014. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

NYIKA, Joan; DINKA, Megersa Olumana. The role of solid waste management in boosting sustainable development goals. In: IGI GLOBAL. Environmental sustainability and waste management. Hershey: IGI Global, 2024. cap. 8.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). [S.l.]: Observatório do Clima, [s.d.]. Disponível em: <https://seeg.eco.br>. Acesso em: 30 mar. 2026.

OECD. The circular economy in cities and regions of the European Union. Paris: OECD Publishing, 2025.

OGLIARI, Elizandra Machado. Avaliação de duas cooperativas de catadores de resíduos sólidos urbanos para identificação de parâmetros operacionais e de gerenciamento que influenciam na quantidade de rejeitos gerados no processo de coleta e triagem. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2015.

OKOLIMONG, Charles et al. Association of diarrheal disease with solid waste management practices and perceptions among residents of Industrial Division in Mbale City: a cross-sectional study. Research Square, [S.l.], 2024. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4318632/v1>.

PAES, Michel Xocaira. Gestão de resíduos sólidos urbanos: integração de indicadores ambientais e econômicos por meio da avaliação do ciclo de vida. 2018. 183 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2018.

PEREIRA, Tatiana Cotta G. O processo de produção de uma injustiça ambiental e seus impactos: o caso do CTR Rio em Seropédica. Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica, n. 19, 2020.

PEREIRA, Tatiana Cotta Gonçalves. Política Nacional de Resíduos Sólidos e um caso de injustiça ambiental como seu efeito socioespacial: a construção do aterro sanitário em Seropédica. XVII ENANPUR, 2017.

RAHMAN, Mohammad Mashiur; BOHARA, Alok Kumar; VAZQUEZ, Jesus E. Geospatial analysis of health risks and solid waste management behaviour. Journal of Environmental Economics and Policy, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 400–427, 2021.

REDEDIVULGAÇÃO. Aquisição Ciclus Ambiental e Ciclus Rio — Fato Relevante Aegea. [S.l.]: Rede de Divulgação, 20 ago. 2025. Disponível em: <https://www.rededivulgacao.com.br/2025/08/20/aquisicao-ciclus-ambiental-e-ciclus-rio/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

REICHERT, Alan K.; SMALL, Michael; MOHANTY, Sunil. The impact of landfills on residential property values. Journal of Real Estate Research, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 297–314, 1992.

REIS NETO, Octavio Pimenta. Impacts of a large-scale model of Municipal Solid Waste: an input-output analysis for the largest Brazilian metropolitan region. Heliyon, v. 7, n. 5, e06776, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06776.

REIS NETO, Octavio Pimenta. Impacts of a large-scale model of municipal solid waste: an input-output analysis for the largest Brazilian metropolitan region. Heliyon, [S.l.], v. 7, e06776, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06776>.

RIBEIRO, Luiz Carlos de Santana; FREITAS, Lucio Flavio da Silva; CARVALHO, Julia Trindade Alves; OLIVEIRA FILHO, João Damásio de. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. Nova Economia, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191–214, jan./abr. 2014. DOI: 10.1590/0103-6351/1390.

RIBEIRO, Luiz Carlos de Santana; FREITAS, Lúcio Flávio da Silva; CARVALHO, Júlia Trindade Alves; OLIVEIRA FILHO, João Damásio de. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 191–214, jan./abr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/1390>.

RIO DE JANEIRO (Município). Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Rio de Janeiro (PMGIRS) — Versão final, dezembro de 2015. Rio de Janeiro: SMAC/SECONSERVA/COMLURB, 2015. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/4160602/PMGIRS\\_Versao\\_final\\_publicacao\\_DO\\_dezembro2015\\_19\\_ABR\\_2016\\_sem\\_cabecalho1.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3372233/4160602/PMGIRS_Versao_final_publicacao_DO_dezembro2015_19_ABR_2016_sem_cabecalho1.pdf). Acesso em: 27 mar. 2026.

ROMERO, Carlos A.; ROJO BRIZUELA, Sofia; FERRO, Gustavo. Measuring the effects of increasing circularity in the economy through recycling. *Circular Economy and Sustainability*, v. 4, p. 503–522, 2024. DOI: 10.1007/s43615-023-00299-6

SAIANI, Carlos Cesar Santejo; MENDONÇA, Rodrigo Silva; KUWAHARA, Mônica Yukie. Efeitos da disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos sobre a saúde em municípios brasileiros. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, n. 55, p. 229–260, jul./set. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ppp55art8>.

SALA-GARRIDO, Ramón; MOCHOLI-ARCE, Manuel; MOLINOS-SENANTE, Maria; MAZIOTIS, Alexandros. Monetary valuation of unsorted waste: a shadow price approach. *Journal of Environmental Management*, [S.l.], v. 325, 116668, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116668>.

SAMSON, Melanie (ed.). *Refusing to be cast aside: waste pickers organising around the world*. Cambridge: WIEGO, 2009.

SANEAMENTO AMBIENTAL. Aegea adquire Ciclus Rio por mais de R\$ 1 bilhão. [S.l.]: Saneamento Ambiental, ago. 2025. Disponível em: <https://www.saneamentoambiental.com.br/noticias/aegea-adquire-ciclus-rio-por-mais-de-r-1-bilhao>. Acesso em: 27 mar. 2026.

SANTOS, Karyne dos Passos Oliveira; SOARES, Ana Maria Dantas; VEIGA, Luciana Lima de Albuquerque da. Utilização de uma problemática local como foco de discussão na prática educativa: um caso de injustiça ambiental na cidade de Seropédica, RJ. *Ensino, Saúde e Ambiente*, Niterói, v. 15, n. 1, p. 35–55, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/42934>. Acesso em: 27 mar. 2026.

SANTOS, Thiago Andrade et al. Emissão de gases do efeito estufa de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 121–131, jan./fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018167438>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/xVZsksRyQVYm6VSKkKMwPgc/?lang=pt>. Acesso em: 27 mar. 2026.

SCHEINBERG, Anne et al. *Economic aspects of the informal sector in solid waste management*. Eschborn: GTZ, 2010.

SILVA, Priscila Nunes da. Avaliação do processo de coagulação-floculação aplicado ao lixiviado do aterro sanitário de Seropédica, com ênfase na redução da ecotoxicidade. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SINISA – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO. Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2025. Brasília: SINISA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/snis>

SOUZA, Fernando Rodrigo de. Externalidades na coleta seletiva: estudo de caso de uma cooperativa de reciclagem no interior paulista. *Revista CINTEC*, n. 3, p. 51–71, maio/out. 2025. DOI: 10.23925/cintec.v3i1.72167.

SOUZA, Jobson Monteiro de. A estimação das externalidades dos locais de disposição final de resíduos sólidos: uma abordagem com modelos de preços hedônicos espaciais aplicada ao município de Campinas. 2024. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024.

TERNIUM BRASIL. Uso de biometano nas operações de siderurgia começa no Brasil. [S.l.]: Ternium Brasil, 2022. Disponível em: <https://br.ternium.com/pt/novidades/noticias/biometano-na-siderurgia--17096859519>. Acesso em: 27 mar. 2026.

TORRENTE-VELÁSQUEZ, Jorge M.; GIAMPIETRO, Mario; RIPA, Maddalena; CHIFARI, Rosaria. Landfill reactions to society actions: the case of local and global air pollutants of Cerro Patacón in Panama. *Science of the Total Environment*, [S.l.], v. 706, 135988, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135988>.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. Recycling economic information (REI) report. Washington, DC: U.S. EPA, 2020.

VALENTIM, Marllon Robert dos Santos. Redução da ecotoxicidade de lixiviados de aterro de resíduos sólidos ao organismo *Artemia* sp. utilizando processos de ultrafiltração e nanofiltração. 2021.

VALLE, Tatiana Freitas. Aterro Sanitário de Seropédica (RJ): reflexos sociais e urbanos. 2020. Tese (Doutorado em Urbanismo) — Programa de Pós-Graduação em Urbanismo (PROURB), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.prourb.fau.ufrj.br/teses-e-dissertacoes/>. Acesso em: 27 mar. 2026.

VITAL, Marcos Henrique Figueiredo. Externalidades e análise de rentabilidade em projeto de aterro sanitário de grande porte no Brasil: estudo de caso da Central de Tratamento de Resíduos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (CTR-Rio). 2023. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

VLACHOKOSTAS, Christos et al. Externalities of energy sources: the operation of a municipal solid waste-to-energy incineration facility in the greater Thessaloniki area, Greece. *Waste Management*, [S.l.], v. 113, p. 351–358, 2020.

WASTE AND RECYCLING INDUSTRY ASSOCIATION (WRINT). The economic contribution of the waste and recycling industry to the Northern Territory economy 2023–2024. Coolalinga: WRINT; AEAS, 2024.

WORLD BANK. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org>

WORLD BANK. What a Waste 3.0: Global Solid Waste Management Outlook. Washington, DC: World Bank, 2026. Disponível em: <https://www.worldbank.org>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Throwing away our health: the impacts of solid waste on human health: evidence, knowledge gaps and health sector responses. Geneva: WHO, 2025.

XP INVESTIMENTOS. Aegea acquire Ciclus, do Grupo Simpar, por R\$ 1,9 bilhão — Análise de crédito. São Paulo: XP Investimentos, ago. 2025. Disponível em: <https://conteudos.xpi.com.br/renda-fixa/relatorios/aegea-acquire-ciclus-ambiental-do-grupo-simpar/>. Acesso em: 27 mar. 2026.





## ESTUDO ECONÔMICO

# BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E EXTERNALIDADES DA REGENERA RIO

## CONTATO

---

 R. Bela Cintra, 1200 • 1º andar • Consolação  
• São Paulo | SP • BRAZIL

 + 55 11 3582-5509

 [economics@pezco.com.br](mailto:economics@pezco.com.br)

 [www.pezco.com.br](http://www.pezco.com.br)