

# Modelo para cálculo de necessidade de investimentos

Caderno Temático 1

Plano Nacional de  
Saneamento Básico

---

Plansab

2023

SECRETARIA NACIONAL DE  
SANEAMENTO AMBIENTAL

MINISTÉRIO DAS  
CIDADES





Plano Nacional de Saneamento Básico

---

Plansab

# Modelo para cálculo de necessidade de investimentos

Caderno Temático 1

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva Presidente da República

Jader Barbalho Filho Ministro das Cidades

Hildo Augusto da Rocha Neto Secretário-executivo do Ministério das Cidades

Leonardo Carneiro Monteiro Picciani Secretário Nacional de Saneamento Ambiental

Marcello Martinelli de Mello Pitrez Diretor do Departamento de Cooperação Técnica

Geraldo Lopes da Conceição Cunha Coordenador-Geral de Planejamento e Monitoramento

Samuel Weimar Cavalcante e Silva Coordenador de Planejamento e Monitoramento

---

Coordenação:

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental / Ministério das Cidades

---

EQUIPE TÉCNICA DO PLANSAB

Daiana Lira de Araujo

Enivalda Souza dos Santos Cruz

Ivon Mualem da Fonseca

Magnus Martins Caldeira

Mirza Rachel Cintra e Silva

Geraldo Lopes da Conceição Cunha

Samuel Weimar Cavalcante e Silva

Rany Cristinan Carvalho do Nascimento

Tatiana Dumke da Silva

© 2023, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

Bloco N - Sede Saus Quadra 4 Asa Sul, Setor de Autarquia Sul, Brasília - DF, 70070-040

Telefone: (61) 3314-6232

Endereço eletrônico: [www.gov.br/cidades](http://www.gov.br/cidades)

Equipe Editorial

Supervisão editorial

Equipe técnica do Plansab

Revisão dos originais

Equipe técnica do Plansab

Projeto Gráfico e Capa

Tatiana Dumke da Silva

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

# SUMÁRIO

---

<b>Apresentação</b> .....	<b>7</b>
<b>Produto 1</b> - Diagnóstico do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário.....	<b>9</b>
<b>Produto 2</b> - Diagnóstico da Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	<b>83</b>
<b>Produto 3</b> - Análise dos Investimentos em Saneamento.....	<b>182</b>
<b>Produto 4</b> - Arcabouço conceitual para cálculo dos investimentos em Abastecimento de Água potável e Esgotamento Sanitário.....	<b>236</b>
<b>Produto 5</b> - Arcabouço para o cálculo dos investimentos em Limpeza Urbana e Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	<b>293</b>
<b>Produto 7</b> - Modelagem de investimentos para as áreas rurais: soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água e esgotamento sanitário.....	<b>410</b>
<b>Produto 8</b> - Integração de Variáveis Multidimensionais ao Modelo de Necessidade de Investimentos, para o Componente Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.....	<b>476</b>

# APRESENTAÇÃO

---

É com muita satisfação que a equipe do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades apresenta o Caderno Temático 1: Modelo Para Cálculo de Necessidades de Investimentos. Trata-se do primeiro de uma série de cadernos integrantes da segunda revisão do Plansab e que irão acompanhar a versão revisada deste segundo período de implementação (2022- 2025).

Desde sua primeira versão em 2014, o Plansab conta com os Cadernos Temáticos. Estes suplementos são volumes anexos ao Plansab compostos por textos técnicos que colaboram para trazer à tona diversos temas que atravessam ou tangenciam a pauta do saneamento básico no Brasil. Mesmo não fazendo parte do corpo do Plano em si, trazem significantes questionamentos sobre os desafios da política federal de saneamento básico pensados por referências da área em nosso país. Para a segunda revisão estamos privilegiando temas ligados à gestão do setor.

Assim, neste Caderno Temático 1, apresenta-se o resultado de um trabalho cujo objeto foi a revisão do cálculo das necessidades de investimento em saneamento básico, constitutivo do Plano Nacional de Saneamento Básico, para o período 2022-2033. O referido trabalho faz parte do Contrato de Prestação de Serviços de Consultoria Pessoa Jurídica nº 221031 – celebrado em atendimento ao Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/13/005 – MCID – INTERÁGUAS – SANEAMENTO BÁSICO – MDR, para realização dos serviços sob o Edital nº 51/202. Tal trabalho foi realizado pela empresa Envex Engenharia e Consultoria Ltda e executado sob a coordenação-geral do Dr. Gesner José de Oliveira Filho.

A escolha pela reanálise do modelo de cálculo de necessidades de investimentos em saneamento era de fundamental importância para esta segunda revisão do Plano, já que o modelo anterior, utilizado pelo Plansab original e pela primeira revisão (preliminar), tinha como base modelos que já estavam defasados e desatualizados após dez anos. Desta forma traz-se um modelo flexível, escalável, atualizável e transparente e, ademais, implementado em ferramenta computacional desenvolvida em software livre (Linguagem R). Trata-se de uma primeira versão que deverá ser aperfeiçoada e ampliada neste próximo período.

Portanto, apresentamos o modelo completo para ser apreciado e debatido junto ao corpo de técnicos da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, que está sempre disposta para o diálogo e melhoramento das ferramentas que norteiam o Plansab.

Por fim, informamos que a contratação deste trabalho foi composta por 8 produtos, sendo que o processo de modelagem em si se refere aos produtos 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8, enquanto que o produto 6 foi a implementação em ferramenta computacional, de uso interno restrito.

Boa leitura!

Equipe Plansab







# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2023

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 1 – Diagnóstico do abastecimento de água potável e  
do esgotamento sanitário

DEZEMBRO/2021



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 1 – Diagnóstico do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário

CONTRATANTE:

ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho | *Especialista em Saneamento e Economista. Dr. Planejamento Governamental*

### Equipe Chave

Nilo Aihara | *Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário*  
Engenheiro Civil, Esp.

Helder Rafael Nocko | *Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos*  
Engenheiro Ambiental, Msc.

André Luciano Malheiros | *Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo de Águas Pluviais*  
Engenheiro Civil, Dr.

Daniel Thá | *Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades*  
Economista, Msc.

Roberto Oliveira dos Santos | *Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação*  
Matemático, Dr.

### Equipe de Apoio

Bruno Gomes Camargo | *Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto*  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Fernanda Muzzolon Padilha | *Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica*  
Engenheira Ambiental


Paulo Henrique Costa | *Especialista em Geoprocessamento*  
Geógrafo, Esp.

Romildo Macario | *Gerente Financeiro*  
Administrador

Daniela Lopes | *Auxiliar Administrativo e Logística*  
Acadêmicos em Engenharia Ambiental e Geografia

*Estagiários*

00	10/12/21	P1		HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>

<b>DIAGNÓSTICO DO SETOR DE SANEAMENTO</b>			
Produto 1 – Diagnóstico do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho	<b>Revisão</b>		<b>Finalidade</b>
	00		03
<b>Data</b> 10/12/2021			
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
 <b>envex</b> Engenharia e Consultoria		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 <a href="mailto:envex@envexengenharia.com.br">envex@envexengenharia.com.br</a>   <a href="http://www.envexengenharia.com.br">www.envexengenharia.com.br</a>	

## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), Produto 1 – Diagnóstico do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário, para revisão e complementação.

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL .....</b>	<b>12</b>
2.1.	Dados utilizados.....	13
2.1.1.	Fontes de dados.....	13
2.1.2.	Metodologia e análise de consistências .....	14
2.2.	Diagnóstico dos Sistemas Coletivos.....	16
2.2.1.	Déficits Estruturantes.....	17
2.2.2.	Déficits Estruturais.....	26
2.3.	Diagnóstico do Abastecimento Rural .....	38
2.4.	Conclusão .....	40
<b>3.</b>	<b>ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....</b>	<b>45</b>
3.1.	Dados utilizados.....	46
3.1.1.	Fontes de dados.....	46
3.1.2.	Metodologia e análise de consistências .....	48
3.2.	Diagnóstico .....	51
3.2.1.	Déficit de Gestão no Esgotamento Sanitário .....	53
3.2.2.	Déficit de coleta de esgotos sanitários.....	59
3.2.3.	Déficit de sistemas de tratamento .....	63
3.2.4.	Déficit de remoção de carga orgânica de esgotos sanitários (DBO) .....	68
3.3.	Conclusão .....	71
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Municípios Participantes do SNIS 2020 por Região e no Brasil.....	16
Figura 2: Municípios sem PMSB por região e para o país.....	19
Figura 3: Natureza jurídica dos operadores dos sistemas de abastecimento de água por região. .....	22
Figura 4: Municípios sem cobrança pelos serviços de abastecimento de água por região.....	24
Figura 5: Municípios com insuficiência financeira para o país e por região. ....	26
Figura 6: População não atendida com rede de abastecimento de água para o país e por região. .....	31
Figura 7: Domicílio Atingidos por Intermitências por Região e no Brasil. ....	33
Figura 8: Percentual de Municípios com amostras não conformes por Região e no Brasil.....	35
Figura 9: Índice de Perdas por Região.....	37
Figura 10: População rural sem rede de abastecimento de água para o país e por região. ....	40
Figura 11: Comparativo entre os percentuais de atendimento total (urbano e rural) com a meta do Novo Marco Legal. ....	41
Figura 12: Comparativo entre a situação atual dos municípios que atendem os padrões de qualidade da água em relação a ausência de Escherichia Coli na água e as metas do PLANSAB. .....	42
Figura 13: Comparativo entre a situação atual dos domicílios atingidos por intermitências no abastecimento de água e as metas do PLANSAB. ....	42
Figura 14: Perdas na distribuição dos sistemas de abastecimento de água.....	43
Figura 15: Comparativo entre a situação atual dos municípios que cobram pelos serviços de abastecimento de água e as metas do PLANSAB. ....	44
Figura 16: Conceito de déficit em saneamento básico .....	52
Figura 17: Comparativo da porcentagem de esgoto tratado em relação ao coletado com as metas estabelecidas pelo PLANSAB .....	72
Figura 18: Porcentagem da população rural e urbana com coleta e tratamento de esgoto frente ao estabelecido pela Lei 14.026/2020 .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores PLANSAB para Qualidade da Água.....	12
Tabela 2: Municípios Participantes SNIS 2020 por Estado.....	15
Tabela 3: Municípios Participantes SNIS 2020 por Região.....	16
Tabela 4: Número de Municípios sem PMSB por Estado.....	17
Tabela 5: Número de Municípios sem PMSB por Região.....	18
Tabela 6: Natureza jurídica dos operadores dos sistemas de abastecimento de água por estado. .....	20
Tabela 7: Natureza jurídica dos operadores dos sistemas de abastecimento de água por região. .....	21
Tabela 8: Municípios sem cobrança pelos serviços de abastecimento de água por Estado. ....	23
Tabela 9: Municípios sem cobrança pelos serviços de abastecimento de água por região.....	24
Tabela 10: Municípios com insuficiência financeira para custear os serviços de abastecimento de água por estado.....	25
Tabela 11: Municípios com insuficiência financeira para custear os serviços de abastecimento de água por região.....	26
Tabela 12: Déficit de produção de água nos estados.....	27
Tabela 13: Déficit de produção de água por região.....	28
Tabela 14: População não atendida com rede de abastecimento de água por Estado. ....	29
Tabela 15: População não atendida com rede de abastecimento de água por região.....	30
Tabela 16: Intermitências no sistema de abastecimento de água por Estado.....	32
Tabela 17: Domicílios atingidos por intermitências por região.....	33
Tabela 18 – Percentual de Municípios com amostras não conformes.....	34
Tabela 19: Percentual de Municípios com amostras não conformes por região.....	35
Tabela 20: Índice de perdas por região.....	37
Tabela 21: População rural sem canalização de abastecimento de água por estado.....	38
Tabela 22: População rural sem rede de abastecimento de água por região.....	39
Tabela 23: Metas do PLANSAB para o ano de 2033 .....	46



Tabela 24: Faixas populacionais para estimativa dos índices de coleta e tratamento de esgoto .....	48
Tabela 25: Eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) por faixa populacional .....	49
Tabela 26: Índices de atendimento por solução individual nas regiões do Brasil (PNAD-Contínua) .....	50
Tabela 27: Número de Municípios sem PMSB por Estado. ....	53
Tabela 28: Número de Municípios sem PMSB por Região. ....	54
Tabela 29: Municípios sem cobrança por serviços de esgotamento sanitário por estado.....	55
Tabela 30: Municípios com insuficiência financeira para custear os serviços de esgotamento sanitário por região.....	56
Tabela 31: Quantidade de municípios por região por tipo de sistema de drenagem e esgotamento .....	57
Tabela 32: Quantidade de municípios por estado por tipo de sistema de drenagem e esgotamento .....	58
Tabela 33: Médias do IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto por faixa populacional .....	60
Tabela 34: População urbana atendida com soluções coletivas de esgotamento por estado. ....	60
Tabela 35: População urbana atendida com soluções coletivas de esgotamento por região..	61
Tabela 36: População rural atendida com soluções coletivas de esgotamento por estado.....	62
Tabela 37: População rural atendida com soluções coletivas de esgotamento por região.....	63
Tabela 38: Médias do IN016 - Índice do volume de esgoto tratado por faixa populacional....	64
Tabela 39: Caracterização do atendimento da população urbana com serviços de esgotamento por regiões do Brasil .....	64
Tabela 40: Caracterização do atendimento da população rural com serviços de esgotamento por regiões do Brasil .....	65
Tabela 41: População rural por soluções individuais adequadas e inadequadas .....	66
Tabela 42: Estimativa de geração de carga orgânica da população urbana por regiões do Brasil .....	68
Tabela 43: Estimativa de geração de carga orgânica da população rural por regiões do Brasil .....	68
Tabela 44: Déficit de carga orgânica lançada em corpos hídricos por região pela população urbana.....	70

Tabela 45: Déficit de carga orgânica lançada em corpos hídricos por região pela população rural.....	71
--	----



## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento trata-se do Produto 1 – Diagnóstico do Abastecimento de Água Potável e do Esgotamento Sanitário, o qual integra o projeto de revisão de cálculo das necessidades de investimentos em saneamento básico para o período 2022-2033.

Este produto compreende a descrição dos dados e da metodologia utilizada, bem como a forma de cálculo dos déficits destes dois eixos do saneamento básico. Evidencia-se que este diagnóstico consiste na base para as próximas etapas de cálculo das necessidades de investimentos em saneamento básico.

## 2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Para elaboração do diagnóstico de abastecimento de água foram levantadas as diversas formas de abastecimento abordadas nas fontes de dados oficiais visando obter informações para o dimensionamento das demandas de investimentos.

Foram considerados os sistemas coletivos de abastecimento de água, compostos por: produção (captação, adução de água bruta e tratamento) e distribuição (adução de água tratada, reservação, rede de distribuição e ligação predial); e para os sistemas individuais referentes a domicílios não atendidos por rede coletiva, abastecidos com água proveniente de poço ou nascente, reservatório abastecido por carro-pipa, coleta de chuva ou outra procedência que não se enquadre nas anteriormente descritas. O déficit, nestes casos, é mensurado pela inexistência de fonte de água.

Para o cálculo dos déficits foram consideradas as metas da Lei 14026 de 2020 que estabelece o Novo Marco Legal do Saneamento e nas metas da versão preliminar do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) de 2018. O Novo Marco Legal define a obrigatoriedade de atendimento de 99% da população com água potável até 31 de agosto de 2033. O PLANSAB define como meta o atendimento de 99% dos domicílios urbanos e rurais com rede de distribuição ou poço ou nascente até 2033.

Além da meta de atendimento, o PLANSAB define metas para qualidade da água e gestão dos serviços, conforme Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Indicadores PLANSAB para Qualidade da Água.

Indicador	Fonte	Formulação	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
A4. % de municípios que registrou percentual de amostras com ausência	SISAGUA	Número de municípios que registrou percentual de amostras com ausência de Escherichia coli na água distribuída superior a 99% / Total de municípios (1)	2023	95,5	95,9	89,5	98,0	97,8	96,1
			2033	97,6	97,8	94,4	98,9	98,8	97,9

Indicador	Fonte	Formulação	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
de Escherichia coli na água distribuída superior a 99%									
A5. % de economias ativas atingidas por intermitências no abastecimento de água	SNIS	Número de economias ativas atingidas por paralisações ou interrupções sistemáticas no abastecimento de água / Total de economias ativas	2023	34,8	46,8	54,6	25,4	33,1	37,4
			2033	29,6	39,8	46,4	21,6	28,1	31,8
A6. % do índice de perdas de água na distribuição	SNIS	(Volume de água disponibilizado na distribuição - Volume de água consumido - Volume de água de serviços) / Volume de água disponibilizado na distribuição	2023	34,0	41,0	41,0	32,0	32,0	31,0
			2033	31,0	33,0	33,0	26,0	29,0	29,0
A7. % de municípios cujos prestadores cobram pelo serviço de abastecimento de água	SNIS	Número de municípios cujos prestadores cobram pelo serviço de abastecimento de água / Total de municípios	2023	98,0	95,0	97,0	100,0	100,0	100,0
			2033	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
A8. % de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água por rede de distribuição que possuem instalações intradomiciliares de água	CENSO	Número de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água por rede de distribuição, com canalização interna / Total de domicílios urbanos e rurais abastecidos com água por rede de distribuição	2023	99,3	98,2	98,5	100,0	100,0	99,2
			2033	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: PLANSAB (2019).

## 2.1. Dados utilizados

### 2.1.1. Fontes de dados

As fontes de dados que foram utilizadas relativas às diversas formas de abastecimento de água foram:

- Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) – versão preliminar de 2018. Dispõe sobre as metas a serem alcançadas no abastecimento de água;
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) – Série Histórica: Dados referentes ao ano de 2020. Abrange indicadores e índices referentes à população atendida com serviços de abastecimento de água, com base em informações fornecidas pelos municípios;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Dados da estimativa de população referente ao ano de 2020;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo Demográfico 2010, proporção da população urbana e rural;
- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) – Publicada em 2019. Referente a porcentagem de tipologias de abastecimento de água;

As informações e dados do SNIS utilizadas são dos municípios adimplentes em abastecimento de água. A dificuldade inerente à esta falta de dados de municípios não respondentes ao SNIS impede um planejamento de investimentos preciso. Considerando que todos os municípios possuem uma forma de abastecimento de água, a obtenção das demandas relativas aos déficits será por estimação baseada em municípios adimplentes de mesmas características regionais e porte semelhante.

### 2.1.2. Metodologia e análise de consistências

Os dados analisados foram coletados no SNIS, ano base 2020, no qual 5377 municípios responderam aos formulários, correspondendo a cerca de 95,82% do total de municípios brasileiros. A Tabela 2 apresenta o número e o percentual de respondentes por Unidade da Federação e a Tabela 3 e o gráfico da Figura 1

apresentam o número e percentual de respondentes por região do país. A região Sul aparece com o maior percentual de respondentes, enquanto a região Norte apresentou o menor percentual.

Tabela 2: Municípios Participantes SNIS 2020 por Estado.

Estados	Total de Municípios	Municípios participantes (SNIS, 2020)	Percentual de Participantes (%)
AC	22	22	100,00%
AL	102	96	94,12%
AM	62	43	69,35%
AP	16	16	100,00%
BA	417	406	97,36%
CE	184	179	97,28%
DF	1	1	100,00%
ES	78	78	100,00%
GO	246	242	98,37%
MA	217	182	83,87%
MG	853	835	97,89%
MS	79	79	100,00%
MT	141	121	85,82%
PA	144	119	82,64%
PB	223	213	95,52%
PE	185	180	97,30%
PI	224	190	84,82%
PR	399	398	99,75%
RJ	92	86	93,48%
RN	167	164	98,20%
RO	52	50	96,15%
RR	15	15	100,00%
RS	497	483	97,18%
SC	295	292	98,98%
SE	75	75	100,00%
SP	645	635	98,45%
TO	139	137	98,56%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Tabela 3: Municípios Participantes SNIS 2020 por Região.

Regiões	Total de Municípios	Municípios participantes (SNIS, 2020)	Percentual de Participantes (%)
Centro-Oeste	467	443	94,86%
Nordeste	1794	1685	93,92%
Norte	450	402	89,33%
Sudeste	1668	1634	97,96%
Sul	1191	1173	98,49%
<b>Brasil</b>	<b>5570</b>	<b>5337</b>	<b>95,82%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

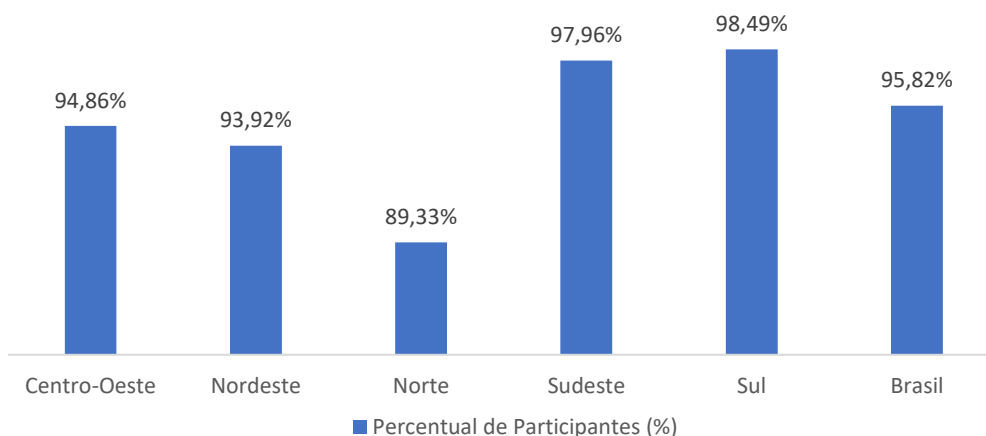


Figura 1: Municípios Participantes do SNIS 2020 por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A amostra por municípios apresenta boa representatividade para todos os estados e regiões. Com apenas 233 municípios sem informações relativas ao abastecimento de água junto ao SNIS.

## 2.2. Diagnóstico dos Sistemas Coletivos

O diagnóstico dos serviços públicos de abastecimento de água foi feito considerando os déficits estruturantes que envolvem a gestão dos serviços, através da consideração da existência de Plano Municipal de Saneamento Básico, natureza jurídica



dos operadores dos serviços e aspectos relacionados à cobrança pelo serviço, assim como de suficiência financeira.

Além dos déficits de gestão foram avaliados os déficits estruturais como o atendimento à população com sistemas coletivos, a qualidade da água ofertada, a ocorrência de intermitências no abastecimento e os índices de perdas de água.

### 2.2.1. Déficit Estruturantes

#### Plano de Saneamento Básico

O déficit de gestão está relacionado, sob uma perspectiva econômico-financeira, com o uso ineficiente de recursos gerando custos evitáveis que são subsidiados por taxas e tarifas cobradas dos usuários. Para o melhor uso dos recursos é necessário estabelecer planejamento de longo prazo. Sob esta perspectiva foram identificados os municípios com Plano Municipal de Saneamento Básico e a partir disso estimado o déficit, conforme apresentado na Tabela 4 a seguir.

O estado do Amazonas apresenta o maior déficit em termos percentuais, com 87% dos municípios sem PMSB, enquanto o Mato Grosso é o estado com maior número de municípios sem plano, 294.

Tabela 4: Número de Municípios sem PMSB por Estado.

Estado	Municípios sem PMSB na amostra	Municípios sem PMSB	Estimativa de municípios sem PMSB
AC	5	33,33%	7
AL	60	71,43%	73
AM	7	87,50%	14
AP	17	40,48%	25
BA	181	61,77%	258
CE	88	55,70%	102
DF	0	0,00%	0

Estado	Municípios sem PMSB na amostra	Municípios sem PMSB	Estimativa de municípios sem PMSB
ES	7	10,00%	8
GO	90	43,06%	106
MA	87	60,84%	132
MG	26	25,49%	36
MS	11	14,86%	12
MT	251	34,48%	294
PA	64	67,37%	97
PB	131	80,37%	179
PE	86	23,76%	95
PI	105	84,00%	155
PR	90	56,60%	127
RJ	31	36,90%	34
RN	53	50,48%	84
RO	53	11,78%	59
RR	24	53,33%	28
RS	9	75,00%	11
SC	41	14,80%	44
SE	111	18,38%	119
SP	33	51,56%	39
TO	41	35,04%	49

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 5 apresenta os mesmos resultados agrupados por região. A região Nordeste apresenta o maior percentual de déficit e também o maior número de municípios sem PMSB, 64% e 1148 municípios, enquanto na região Sul apenas 16% dos municípios não possuem Planos.

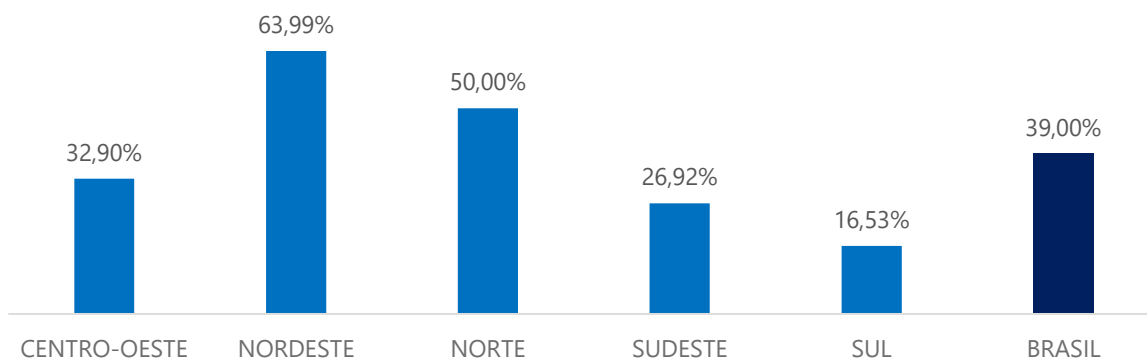
Tabela 5: Número de Municípios sem PMSB por Região.

Região	Municípios sem PMSB na amostra	Municípios sem PMSB	Estimativa de municípios sem PMSB
CENTRO-OESTE	127	32,90%	154
NORDESTE	828	63,99%	1148
NORTE	167	50,00%	225

Região	Municípios sem PMSB na amostra	Municípios sem PMSB	Estimativa de municípios sem PMSB
SUDESTE	400	26,92%	449
SUL	180	16,53%	197
<b>BRASIL</b>	<b>1702</b>	<b>39,00%</b>	<b>2172</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

O gráfico da Figura 2 apresenta a distribuição percentual do déficit em planos municipais de saneamento básico por região e para o Brasil.



**Figura 2: Municípios sem PMSB por região e para o país.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### *Operadores dos sistemas coletivos*

Os operadores dos sistemas foram quantificados e qualificados pela natureza jurídica, conforme apresentado na Tabela 6. Nesta avaliação não existe definição de déficit, a identificação é útil para correlacionar o tipo de prestador com os déficits diagnosticados.

Tabela 6: Natureza jurídica dos operadores dos sistemas de abastecimento de água por estado.

ESTADO	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DIRETA (%)	AUTARQUIA (%)	EMPRESA PRIVADA (%)	EMPRESA PÚBLICA (%)	ORGANIZAÇÃO SOCIAL (%)*	SOCIEDADE DE ECONOMIA MISTA COM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (%)
AC	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
AL	5.68%	10.23%	0.00%	0.00%	0.00%	84.09%
AM	36.00%	12.00%	4.00%	0.00%	0.00%	48.00%
AP	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
BA	2.55%	6.52%	0.00%	0.28%	0.00%	90.65%
CE	2.38%	12.50%	0.00%	0.00%	0.00%	85.12%
DF	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
ES	4.69%	32.81%	1.56%	0.00%	0.00%	60.94%
GO	2.94%	4.20%	0.00%	0.00%	0.00%	92.86%
MA	9.04%	7.23%	0.60%	0.00%	0.00%	83.13%
MG	15.29%	14.79%	0.84%	8.07%	0.00%	61.01%
MS	1.32%	9.21%	1.32%	0.00%	0.00%	88.16%
MT	51.46%	13.59%	34.95%	0.00%	0.00%	0.00%
PA	25.56%	4.44%	14.44%	0.00%	0.00%	55.56%
PB	4.42%	2.21%	0.00%	0.00%	0.00%	93.37%
PE	0.00%	3.57%	0.00%	0.00%	0.00%	96.43%
PI	15.17%	1.69%	0.00%	0.00%	0.00%	83.15%
PR	3.54%	9.09%	0.25%	0.00%	0.00%	87.12%
RJ	7.69%	10.77%	26.15%	0.00%	0.00%	55.38%
RN	1.34%	3.36%	0.00%	0.00%	0.00%	95.30%
RO	6.82%	9.09%	9.09%	0.00%	0.00%	75.00%
RR	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
RS	32.59%	1.79%	0.22%	0.00%	0.89%	64.51%
SC	15.52%	15.52%	3.61%	0.36%	0.00%	64.98%
SE	0.00%	5.80%	0.00%	0.00%	0.00%	94.20%
SP	22.17%	14.04%	3.67%	0.32%	0.00%	59.81%
TO	2.21%	39.71%	58.09%	0.00%	0.00%	0.00%

Fonte: Elaborado por Envex Engenharia e Consultoria (2021).

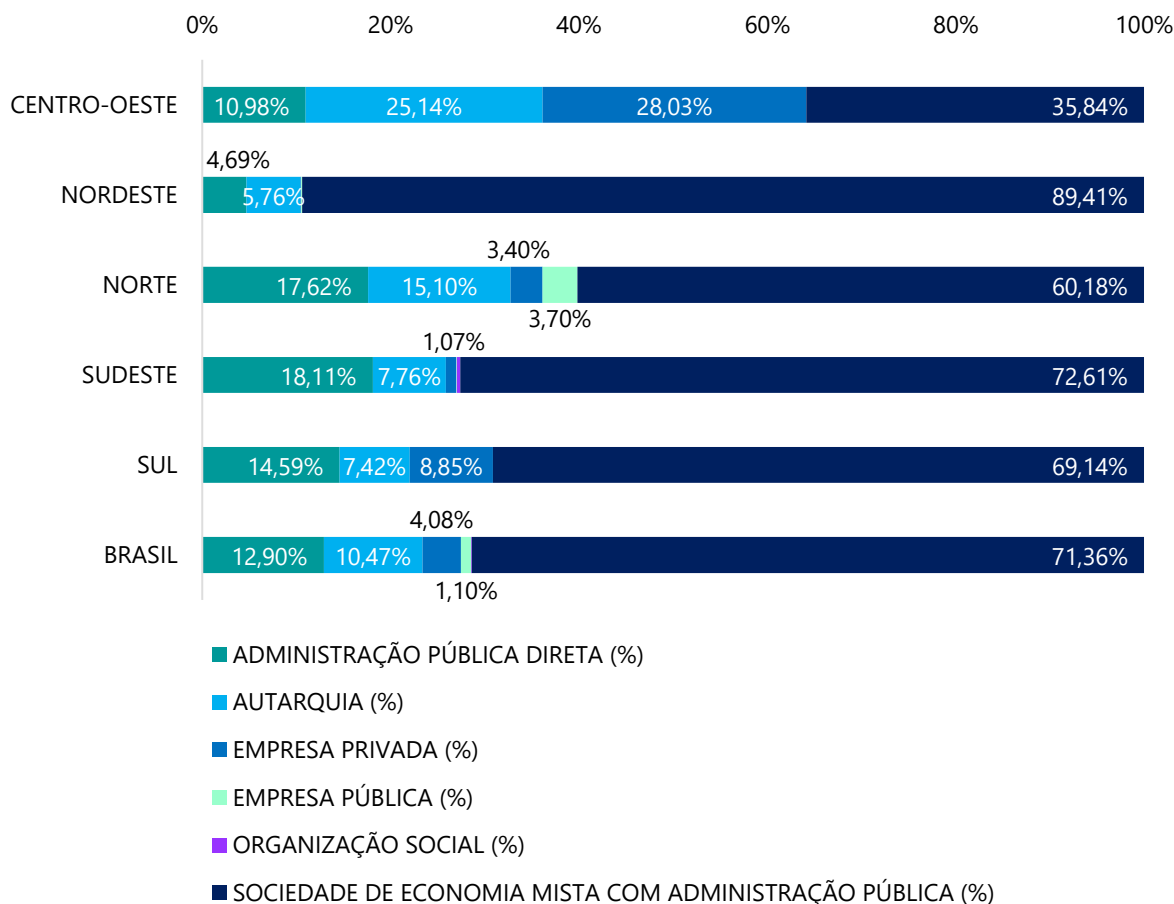
\* ORGANIZAÇÃO SOCIAL – De acordo com o glossário de Informações do SNIS é Entidade da sociedade civil organizada, sem fins lucrativos, à qual tenha sido delegada a administração dos serviços (associações de moradores, por exemplo).

A Tabela 7 e o gráfico da Figura 3 apresentam a distribuição percentual dos operadores por região e para o Brasil. Conforme pode ser observado a grande maioria dos sistemas coletivos de abastecimento de água são operados por empresas de economia mista com administração pública. Destaque pode ser dado à região Centro-Oeste com 28% dos municípios sendo atendidos por empresas privadas, resultado bastante diferente das demais regiões.

Tabela 7: Natureza jurídica dos operadores dos sistemas de abastecimento de água por região.

REGIÃO	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DIRETA (%)	AUTARQUIA (%)	EMPRESA PRIVADA (%)	EMPRESA PÚBLICA (%)	ORGANIZAÇÃO SOCIAL (%)	SOCIEDADE DE ECONOMIA MISTA COM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (%)
CENTRO-OESTE	10.98%	25.14%	28.03%	0.00%	0.00%	35.84%
NORDESTE	4.69%	5.76%	0.07%	0.07%	0.00%	89.41%
NORTE	17.62%	15.10%	3.40%	3.70%	0.00%	60.18%
SUDESTE	18.11%	7.76%	1.07%	0.09%	0.36%	72.61%
SUL	14.59%	7.42%	8.85%	0.00%	0.00%	69.14%
<b>BRASIL</b>	<b>12.90%</b>	<b>10.47%</b>	<b>4.08%</b>	<b>1.10%</b>	<b>0.08%</b>	<b>71.36%</b>

Fonte: Elaborado por Envex Engenharia e Consultoria (2021).



**Figura 3: Natureza jurídica dos operadores dos sistemas de abastecimento de água por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### *Cobrança pelos serviços de abastecimento de água*

A partir das informações dos respondentes ao SNIS 2020, foram avaliados os municípios que informaram ter população urbana atendida com abastecimento de água maior que zero, porém com receita operacional direta de água igual a zero. A Tabela 8 apresenta os resultados por unidade da federação, sendo o Pará e o Maranhão os estados com maior percentual de municípios que não realizam cobrança pelo serviço de abastecimento de água, 21,01% e 18,13% respectivamente.

Tabela 8: Municípios sem cobrança pelos serviços de abastecimento de água por Estado.

Estado	Municípios participantes (SNIS, 2020)	Municípios sem Cobrança	Municípios sem Cobrança (%)	Estimativa de Municípios sem Cobrança
AC	22	0	0,00%	0
AL	96	5	5,21%	5
AM	43	6	13,95%	9
AP	16	0	0,00%	0
BA	406	7	1,72%	7
CE	179	0	0,00%	0
DF	1	0	0,00%	0
ES	78	0	0,00%	0
GO	242	6	2,48%	6
MA	182	33	18,13%	39
MG	835	41	4,91%	42
MS	79	0	0,00%	0
MT	121	3	2,48%	3
PA	119	25	21,01%	30
PB	213	8	3,76%	8
PE	180	2	1,11%	2
PI	190	20	10,53%	24
PR	398	0	0,00%	0
RJ	86	0	0,00%	0
RN	164	2	1,22%	2
RO	50	3	6,00%	3
RR	15	1	6,67%	1
RS	483	8	1,66%	8
SC	292	2	0,68%	2
SE	75	0	0,00%	0
SP	635	2	0,31%	2
TO	137	1	0,73%	1

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 9 e o gráfico da Figura 4 apresenta o déficit de cobrança por região e para o Brasil, com uma estimativa de 186 municípios com serviços públicos de abastecimento de água sem cobrança à população pelos serviços prestados. Sendo

que o Nordeste apresenta o maior número de municípios sem cobrança e a região Norte o maior percentual.

Tabela 9: Municípios sem cobrança pelos serviços de abastecimento de água por região.

Região	Municípios participantes (SNIS, 2020)	Municípios sem Cobrança	Municípios sem Cobrança (%)	Estimativa de Municípios sem Cobrança
CENTRO-OESTE	443	9	2,03%	9
NORDESTE	1685	77	4,57%	82
NORTE	402	36	8,96%	40
SUDESTE	1634	43	2,63%	44
SUL	1173	10	0,85%	10
<b>BRASIL</b>	<b>5337</b>	<b>175</b>	<b>3,34%</b>	<b>186</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

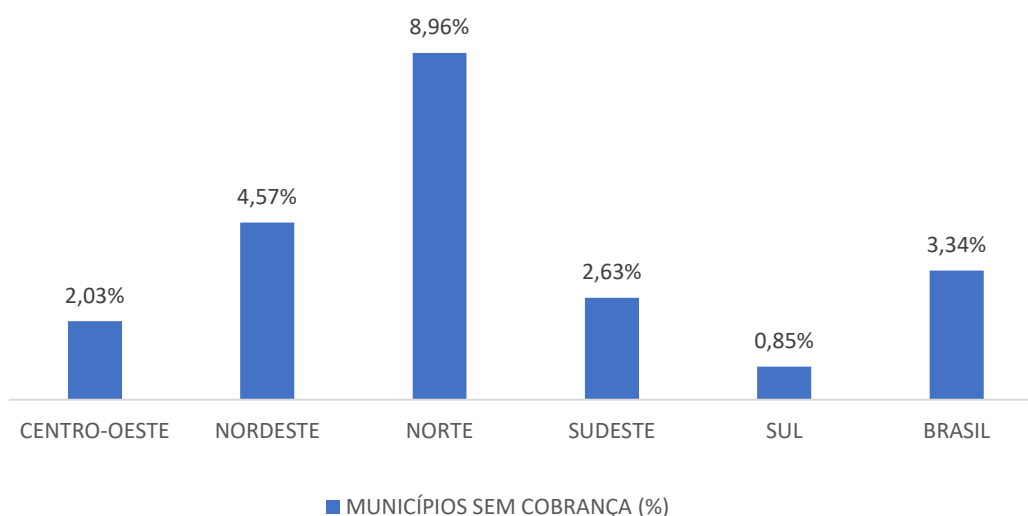


Figura 4: Municípios sem cobrança pelos serviços de abastecimento de água por região.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Quanto à suficiência financeira, o déficit foi avaliado para os municípios que informaram realizar cobrança pelos serviços, o valor arrecadado e os custos dos serviços prestados. A Tabela 10 apresenta os resultados por unidade da federação, com o Acre e Roraima apresentando 100% de municípios com insuficiência na arrecadação.



Tabela 10: Municípios com insuficiência financeira para custear os serviços de abastecimento de água por estado.

Estado	Total de Municípios da Amostra	Municípios com Insuficiência Financeira	Municípios com Insuficiência Financeira (%)	Estimativa de Municípios com Insuficiência Financeira
AC	22	22	100,00%	22
AL	89	10	11,24%	11
AM	25	15	60,00%	37
AP	16	15	93,75%	15
BA	396	178	44,95%	187
CE	177	112	63,28%	116
DF	1	0	0,00%	0
ES	77	8	10,39%	8
GO	242	151	62,40%	153
MA	166	145	87,35%	190
MG	811	265	32,68%	279
MS	77	22	28,57%	23
MT	102	26	25,49%	36
PA	93	76	81,72%	118
PB	210	151	71,90%	160
PE	178	107	60,11%	111
PI	181	176	97,24%	218
PR	396	53	13,38%	53
RJ	88	43	48,86%	45
RN	163	28	17,18%	29
RO	48	17	35,42%	18
RR	15	15	100,00%	15
RS	473	208	43,97%	219
SC	290	139	47,93%	141
SE	75	53	70,67%	53
SP	628	264	42,04%	271
TO	106	37	34,91%	49

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 11 e o gráfico da Figura 5 apresentam os resultados por região e para o Brasil, com a região Norte com o maior percentual de municípios com insuficiência financeira (60,62%) e o Brasil com 45,40% dos municípios com déficit.

Tabela 11: Municípios com insuficiência financeira para custear os serviços de abastecimento de água por região.

Região	Total de Municípios da Amostra	Municípios com Insuficiência Financeira	Municípios com Insuficiência Financeira (%)	Estimativa de Municípios com Insuficiência Financeira
CENTRO-OESTE	422	199	47,16%	220
NORDESTE	1635	960	58,72%	1053
NORTE	325	197	60,62%	273
SUDESTE	1604	580	36,16%	603
SUL	1159	400	34,51%	411
<b>BRASIL</b>	<b>5145</b>	<b>2336</b>	<b>45,40%</b>	<b>2561</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

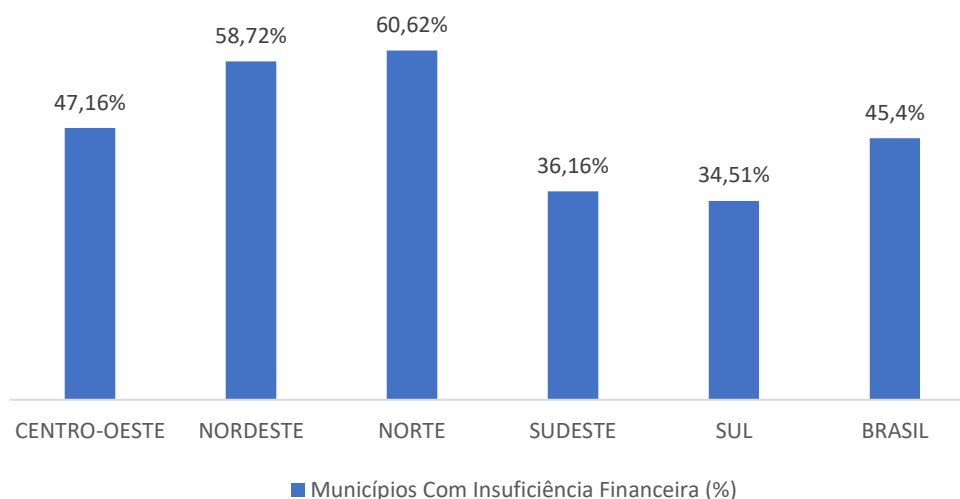


Figura 5: Municípios com insuficiência financeira para o país e por região.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 2.2.2. Déficits Estruturais

Os déficits estruturais diagnosticados referem-se à produção, distribuição, qualidade da água distribuída, ocorrência de intermitências e perdas na distribuição.

### Déficit de produção de água

O déficit de produção foi elaborado, considerando o atendimento praticado, ou seja, foi analisada a deficiência em produção de água para atender a demanda atual do sistema, considerando ampliação para 100% de atendimento.

O déficit de produção foi calculado para a população não atendida com sistema de abastecimento de água, considerando a o volume per capita estadual médio de água consumido. Os resultados estão apresentados na Tabela 12 que também apresenta o percentual do déficit em relação ao total produzido no estado.

Tabela 12: Déficit de produção de água nos estados.

UF	Total Produzido (1.000m <sup>3</sup> /ano)	Déficit de Produção Urbana (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%	Déficit de Produção Rural (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%	Déficit de Produção Total (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%
RO	120.647	26.810	22,2	22.056	18,3	48.866	40,5
AC	61.012	13.310	21,8	12.992	21,3	26.301	43,1
AM	288.423	13.391	4,6	24.025	8,3	37.416	13,0
RR	63.483	79	0,1	5.427	8,5	5.505	8,7
PA	338.586	141.033	41,7	131.388	38,8	272.421	80,5
AP	66.944	31.868	47,6	4.750	7,1	36.618	54,7
TO	98.980	870	0,9	9.512	9,6	10.381	10,5
MA	493.701	64.734	13,1	109.458	22,2	174.191	35,3
PI	234.554	8.514	22,2	22.056	18,3	48.866	40,5
CE	500.024	81.483	21,8	12.992	21,3	26.301	43,1
RN	244.928	6.314	4,6	24.025	8,3	37.416	13,0
PB	218.202	15.875	0,1	5.427	8,5	5.505	8,7
PE	647.296	22.732	41,7	131.388	38,8	272.421	80,5
AL	217.648	13.720	47,6	4.750	7,1	36.618	54,7
SE	169.800	4.916	0,9	9.512	9,6	10.381	10,5
BA	886.801	12.589	13,1	109.458	22,2	174.191	35,3
MG	1.663.690	70.246	3,6	26.852	11,4	35.366	15,1
ES	331.961	16.554	16,3	91.266	18,3	172.750	34,5
RJ	2.236.697	118.713	2,6	15.678	6,4	21.992	9,0
SP	2.573.584	38.253	7,3	32.362	14,8	48.237	22,1

UF	Total Produzido (1.000m <sup>3</sup> /ano)	Déficit de Produção Urbana (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%	Déficit de Produção Rural (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%	Déficit de Produção Total (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%
PR	843.879	254	3,5	43.207	6,7	65.938	10,2
SC	516.557	5.822	6,3	28.900	13,3	42.620	19,6
RS	1.013.472	13.069	2,9	13.826	8,1	18.742	11,0
MS	241.075	1.610	1,4	115.471	13,0	128.060	14,4
MT	350.670	10.693	4,2	144.173	8,7	214.419	12,9
GO	436.327	12.597	5,0	28.937	8,7	45.491	13,7
DF	251.705	1.484	5,3	34.077	1,5	152.789	6,8

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Ao se analisar por regiões, conforme apresentado na Tabela 13, é possível observar que o maior déficit se encontra na região Norte, seguida da região Nordeste, e Sudeste. Para o país o déficit de produção considerando a população não atendida com abastecimento de água é de 12,6% do total produzido no país.

Tabela 13: Déficit de produção de água por região.

Região	Total Produzido (1.000m <sup>3</sup> /ano)	Déficit de Produção Urbana (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%	Déficit de Produção Rural (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%	Déficit de Produção Total (1.000m <sup>3</sup> /ano)	%
NORTE	1.038.075	227.360	21,9	210.149	20,2	437.510	42,1
NORDESTE	3.612.953	230.877	6,4	477.020	13,2	707.896	19,6
SUDESTE	6.805.931	243.766	3,6	273.898	4,0	517.664	7,6
SUL	2.373.908	19.145	0,8	131.362	5,5	150.506	6,3
CENTRO-OESTE	1.279.777	26.385	2,1	68.411	5,3	94.796	7,4
<b>Brasil</b>	<b>15.110.645</b>	<b>747.532</b>	<b>4,9</b>	<b>1.160.840</b>	<b>7,7</b>	<b>1.908.372</b>	<b>12,6</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### Déficit de distribuição

O déficit de distribuição de água nos sistemas coletivos foi identificado a partir dos dados do SNIS (2020), considerando a população total atendida com abastecimento de água, a população urbana atendida e por consequência a população

rural atendida. A partir da população atendida e da projeção de população para o ano de 2020 foi calculado o déficit de atendimento com rede de distribuição, conforme apresentado na Tabela 14.

O maior percentual de déficit da população urbana não atendida encontra-se no Amapá, com 64,54% da população urbana sem acesso à rede de abastecimento. No estado do Pará cerca de 4,9 milhões de habitantes não têm acesso à rede, sendo que destes aproximadamente 2,5 milhões encontram-se na área urbana.

Tabela 14: População não atendida com rede de abastecimento de água por Estado.

Estado	População Total sem Rede (hab)	População Total sem Rede (%)	População Urbana sem Rede (hab)	População Urbana sem Rede (%)	População Rural sem Rede (hab)	População Rural sem Rede (%)
RO	950.847	52,93%	521.675	38,71%	429.172	95,59%
AC	472.101	52,78%	238.903	36,89%	233.198	94,48%
AM	1.088.222	25,86%	389.474	11,67%	698.748	80,22%
RR	114.557	18,15%	1.638	0,33%	112.919	83,00%
PA	4.903.804	56,43%	2.538.711	42,83%	2.365.093	85,57%
AP	571.429	66,31%	497.299	64,54%	74.130	81,24%
TO	224.720	14,13%	18.828	1,49%	205.892	63,72%
MA	3.419.414	48,06%	1.270.737	28,26%	2.148.677	82,09%
PI	803.432	24,48%	193.413	8,94%	610.019	54,57%
CE	3.719.830	40,49%	1.754.591	25,32%	1.965.239	87,03%
RN	558.591	15,81%	160.382	5,80%	398.209	51,86%
PB	1.149.189	28,45%	378.210	12,34%	770.979	79,08%
PE	1.855.386	19,29%	639.628	8,29%	1.215.758	64,05%
AL	881.920	26,31%	283.900	11,43%	598.020	68,96%
SE	431.366	18,60%	113.143	6,58%	318.223	53,17%
BA	3.036.782	20,34%	298.525	2,75%	2.738.257	67,43%
MG	3.763.285	17,67%	1.232.899	6,75%	2.530.386	83,50%
ES	762.596	18,76%	277.504	8,12%	485.092	74,98%
RJ	1.764.758	10,16%	1.371.164	8,17%	393.594	67,56%
SP	1.686.657	3,64%	614.679	1,38%	1.071.978	57,37%
PR	547.647	4,76%	4.977	0,05%	542.670	33,50%
SC	678.746	9,36%	104.636	1,70%	574.110	52,89%
RS	1.564.256	13,69%	240.956	2,46%	1.323.300	80,59%

Estado	População Total sem Rede (hab)	População Total sem Rede (%)	População Urbana sem Rede (hab)	População Urbana sem Rede (%)	População Rural sem Rede (hab)	População Rural sem Rede (%)
MS	397.051	14,13%	28.260	1,17%	368.791	91,55%
MT	604.536	17,14%	179.255	6,21%	425.281	66,66%
GO	682.672	9,60%	248.769	3,85%	433.903	66,18%
DF	30.551	1,00%	29.506	1,00%	1.045	1,00%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

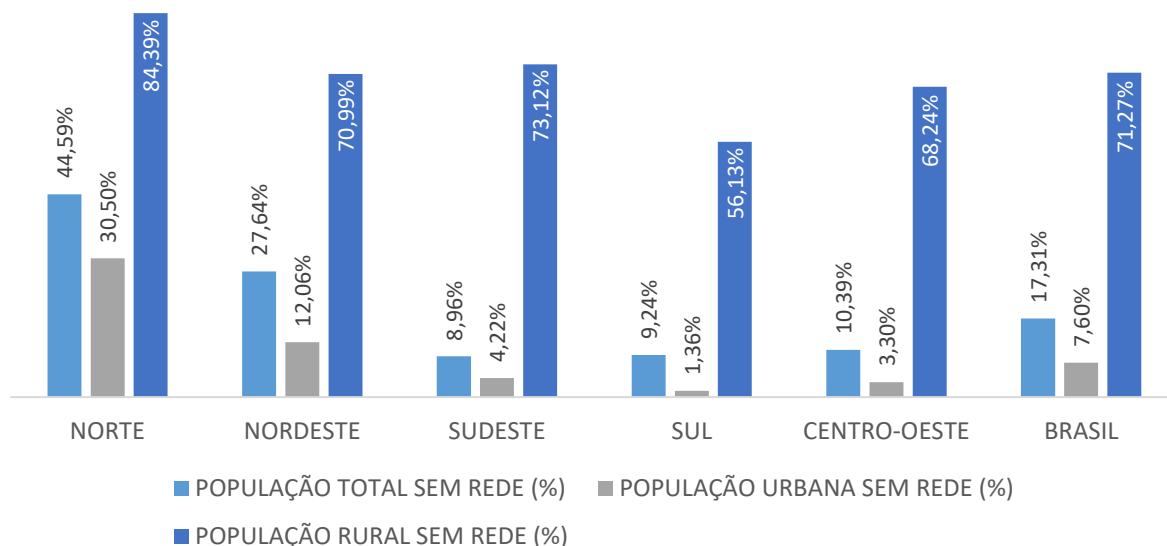
A Tabela 15 apresenta as informações agrupadas por região, a região Norte apresenta os maiores déficits de atendimento com rede de distribuição, 44,59% da população total, 30,50% da população urbana e 84,39% da população rural sem abastecimento de água por sistema coletivo.

No Brasil, cerca de 36,6 milhões de habitantes não têm acesso a rede de água, destes aproximadamente 13,6 milhões residem na área urbana e 23 milhões na área rural. O gráfico da Figura 6 apresenta a distribuição percentual destas informações.

Tabela 15: População não atendida com rede de abastecimento de água por região.

Região	População Total sem Rede (hab)	População Total sem Rede (%)	População Urbana sem Rede (hab)	População Urbana sem Rede (%)	População Rural sem Rede (hab)	População Rural sem Rede (%)
NORTE	8.325.680	44,59%	4.206.528	30,50%	4.119.152	84,39%
NORDESTE	15.855.910	27,64%	5.092.529	12,06%	10.763.381	70,99%
SUDESTE	7.977.296	8,96%	3.496.246	4,22%	4.481.050	73,12%
SUL	2.790.649	9,24%	350.569	1,36%	2.440.080	56,13%
CENTRO-OESTE	1.714.810	10,39%	485.790	3,30%	1.229.020	68,24%
<b>BRASIL</b>	<b>36.664.345</b>	<b>17,31%</b>	<b>13.631.662</b>	<b>7,60%</b>	<b>23.032.683</b>	<b>71,27%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).



**Figura 6: População não atendida com rede de abastecimento de água para o país e por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### *Domicílios atingidos por intermitências*

Os domicílios atingidos por intermitências são considerados atendimento precário quando, apesar de dispor de rede geral, a disponibilidade de água não é contínua. A Intermitência pode ser prolongada ou devido à racionamento. Nestes casos não ocorre interrupção por manutenção seja ela preventiva ou corretiva. Os dados de intermitência foram obtidos na PNADC (2019), na qual a população informa a frequência de disponibilidade de água na rede: diariamente (sem intermitência), de 4 a 6 dias na semana, de 1 a 3 dias na semana, outra frequência. Os resultados são apresentados em unidade de domicílio visando a comparação com as metas do PLANSAB. A Tabela 16 apresenta os resultados por estado. O Acre e Pernambuco apresentam mais de 60% dos domicílios com intermitências no abastecimento de água.

Tabela 16: Intermitências no sistema de abastecimento de água por Estado.

Estados	Domicílios com Intermitência	Total de Domicílios	% de Domicílios com Intermitência
AC	100.451	159.076	63%
AL	189.513	943.835	20%
AM	46.475	881.651	5%
AP	31.475	140.189	22%
BA	1.410.499	4.564.976	31%
CE	416.654	2.476.734	17%
DF	7.941	960.981	1%
ES	33.973	1.253.473	3%
GO	80.681	2.209.343	4%
MA	348.976	1.609.709	22%
MG	273.217	6.744.794	4%
MS	23.278	836.127	3%
MT	149.911	971.468	15%
PA	164.434	1.420.191	12%
PB	335.218	1.032.812	32%
PE	1.640.530	2.631.852	62%
PI	54.789	898.738	6%
PR	131.681	3.719.945	4%
RJ	789.284	5.999.850	13%
RN	378.836	1.027.680	37%
RO	33.003	293.800	11%
RR	6.172	131.672	5%
RS	79.141	3.960.419	2%
SC	87.033	2.226.916	4%
SE	201.023	682.508	29%
SP	636.142	15.630.048	4%
TO	15.087	439.101	3%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 17 apresenta os resultados por região e para o Brasil. Na Região Nordeste 26% dos domicílios urbanos são atingidos por intermitências, enquanto na região Norte apenas 1% e no Brasil 7% dos domicílios.



Tabela 17: Domicílios atingidos por intermitências por região.

Regiões	Domicílios com Intermitência	Total de Domicílios	% de Domicílios com Intermitência
CENTRO-OESTE	261.811	4.847.455	5%
NORDESTE	4.976.038	18.788.212	26%
NORTE	397.097	62.503.566	1%
SUDESTE	1.732.616	11.066.809	16%
SUL	297.855	6.045.571	5%
<b>BRASIL</b>	<b>7.665.417</b>	<b>103.251.613</b>	<b>7%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

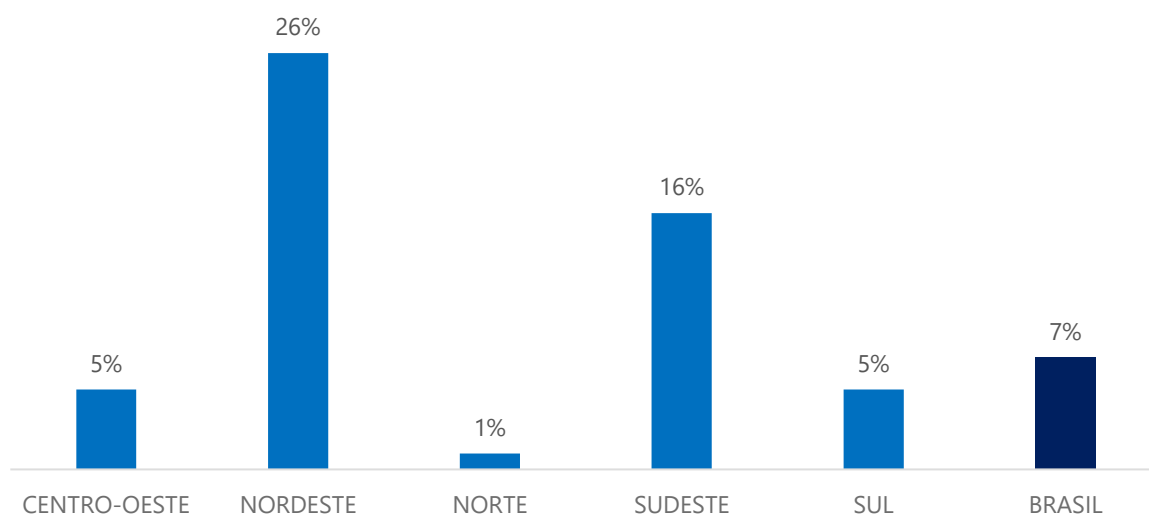


Figura 7: Domicílio Atingidos por Intermitências por Região e no Brasil.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### Déficit de qualidade na água distribuída

A rigor, a qualidade da água distribuída deve atender à Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Dentre os parâmetros a serem avaliados tem-se: se o prestador de serviço a atende (integralmente, parcialmente ou não atende), qual o número de amostras analisadas, número de amostras mínimas obrigatórias ou com resultados fora do padrão para cloro residual, turbidez e coliformes totais. A Tabela 18 apresenta os

resultados por Estado, para os cálculos do percentual de municípios com amostras não conformes para cloro residual, turbidez e coliformes totais

Tabela 18 – Percentual de Municípios com amostras não conformes

Estado	Cloro Residual	Turbidez	Coliformes Totais
RO	81,25%	81,63%	18,18%
AC	68,42%	100,00%	100,00%
AM	36,84%	32,43%	43,59%
RR	0,00%	80,00%	93,33%
PA	38,64%	40,45%	39,33%
AP	100,00%	100,00%	0,00%
TO	1,46%	1,46%	24,09%
MA	50,64%	27,88%	50,93%
PI	80,63%	80,63%	80,63%
CE	26,40%	17,98%	46,89%
RN	84,47%	85,71%	85,09%
PB	49,17%	64,29%	65,38%
PE	76,70%	76,70%	76,70%
AL	48,42%	45,16%	47,37%
SE	17,57%	16,22%	16,22%
BA	43,18%	52,11%	40,55%
MG	32,60%	36,06%	12,05%
ES	5,19%	11,69%	9,09%
RJ	54,88%	57,32%	38,27%
SP	3,63%	3,97%	6,03%
PR	1,01%	1,76%	2,26%
SC	29,21%	16,49%	30,82%
RS	8,56%	6,86%	17,46%
MS	0,00%	0,00%	0,00%
MT	9,09%	9,92%	12,93%
GO	92,95%	93,78%	93,33%
DF	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 19 apresenta o resultado das não conformidades por região e o total para o país. As maiores desconformidades encontram-se nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, enquanto a região sul apresenta os menores percentuais de desconformidades.

Tabela 19: Percentual de Municípios com amostras não conformes por região.

Região	Cloro Residual	Turbidez	Coliformes Totais
NORTE	29,77%	35,16%	38,71%
NORDESTE	53,54%	54,08%	56,99%
SUDESTE	21,02%	23,40%	10,87%
SUL	11,13%	7,52%	15,63%
CENTRO-OESTE	53,17%	53,85%	54,82%
<b>BRASIL</b>	<b>32,13%</b>	<b>32,67%</b>	<b>31,75%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

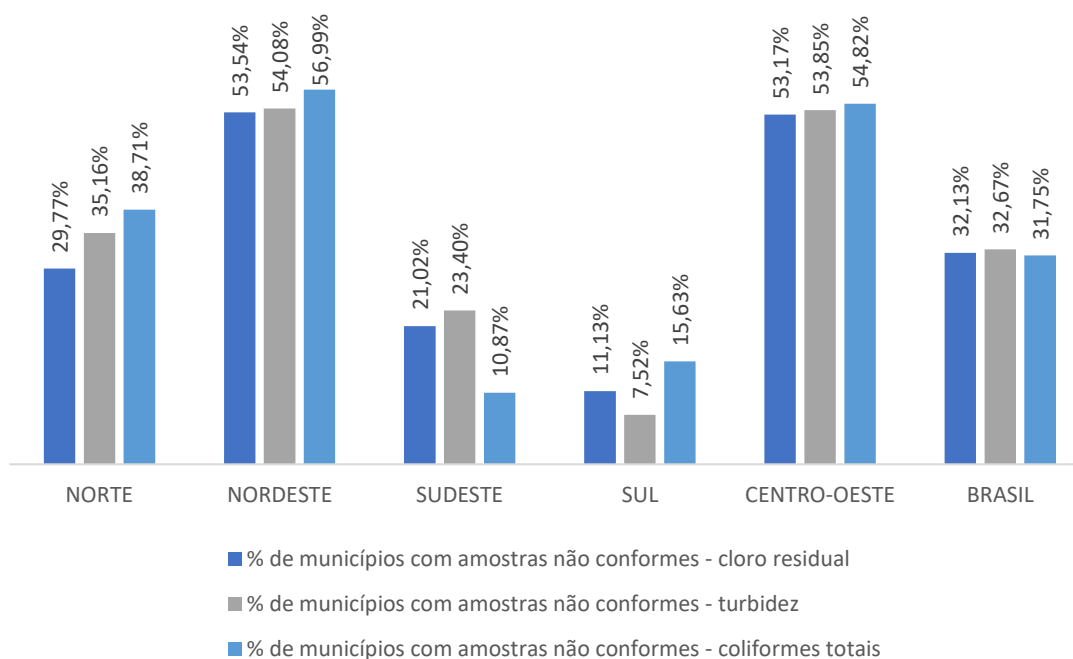


Figura 8: Percentual de Municípios com amostras não conformes por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### Perdas de água no sistema

A De acordo com SNIS (2020) o índice de perdas de água no Brasil passa de 36%, sendo a região Norte a que apresenta maior percentual com 51,2% de perdas, enquanto a região Sudeste apresenta o menor índice com 32,2%, conforme apresentado na Tabela 19 e no gráfico da Figura 9.

Tabela 20 a seguir apresenta o volume de água perdido na distribuição e o seu respectivo índice de perdas calculado com base nos dados do SNIS de 2020.

Estado	Volume de Perdas (1.000m <sup>3</sup> /Ano)	Índice de Perdas na Distribuição
RO	71.881	59,6%
AC	37.876	62,1%
AM	170.900	59,3%
RR	38.393	60,5%
PA	124.491	36,8%
AP	49.915	74,6%
TO	33.765	34,1%
MA	292.703	59,3%
PI	105.299	44,9%
CE	199.370	39,9%
RN	127.096	51,9%
PB	83.441	38,2%
PE	322.767	49,9%
AL	98.142	45,1%
SE	78.233	46,1%
BA	389.885	44,0%
MG	624.231	37,5%
ES	100.388	30,2%
RJ	616.401	27,6%
SP	875.516	34,0%
PR	237.057	28,1%
SC	176.297	34,1%
RS	387.813	38,3%

MS	80.982	33,6%
MT	151.610	43,2%
GO	120.694	27,7%
DF	86.517	34,4%

De acordo com SNIS (2020) o índice de perdas de água no Brasil passa de 36%, sendo a região Norte a que apresenta maior percentual com 51,2% de perdas, enquanto a região Sudeste apresenta o menor índice com 32,2%, conforme apresentado na Tabela 19 e no gráfico da Figura 9.

Tabela 20: Índice de perdas por região.

Estado	Volume de Perdas (1.000m <sup>3</sup> /Ano)	Índice de Perdas na Distribuição
NORTE	1.689.559	51,2%
NORDESTE	2.190.242	46,8%
SUDESTE	792.079	32,2%
SUL	437.279	33,4%
CENTRO-OESTE	5.504.013	34,2%
<b>BRASIL</b>	<b>1.689.559</b>	<b>36,4%</b>

Fonte: SNIS, 2020

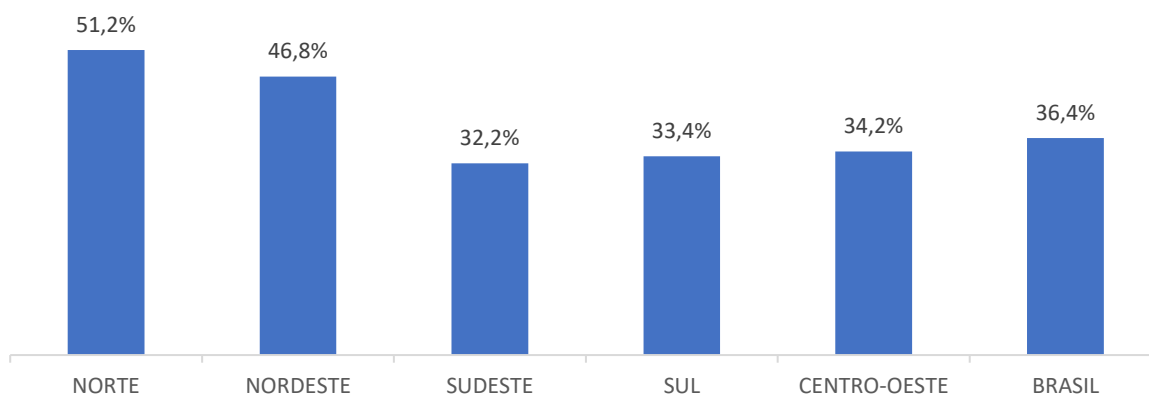


Figura 9: Índice de Perdas por Região.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

## 2.3. Diagnóstico do Abastecimento Rural

O déficit de abastecimento de água na área rural foi calculado considerando os dados da PNAD (2019), que apesar de ser amostral apresenta a melhor informação sobre as formas de abastecimento utilizado na área rural. Foi considerado como déficit a falta de canalização interna, ou seja, todas as formas de abastecimento (rede geral, poço, nascente ou água de chuva armazenada) com canalização interna foram consideradas como atendimento. A Tabela 21 apresenta os dados sobre atendimento e o déficit por estado.

Tabela 21: População rural sem canalização de abastecimento de água por estado.

Estado	População Rural Total (Hab)	População Rural Sem Canalização (Hab)	População Rural Sem Canalização (%)
AC	218.781	70.013	32,00%
AL	724.572	211.824	29,23%
AM	597.215	321.865	53,89%
AP	93.773	14.212	15,16%
BA	4.030.536	584.077	14,49%
CE	2.112.954	447.590	21,18%
DF	146.712	1.203	0,82%
ES	541.002	1.187	0,22%
GO	582.557	16.198	2,78%
MA	2.173.460	444.281	20,44%
MG	2.610.810	56.470	2,16%
MS	261.742	1.830	0,70%
MT	530.181	7.734	1,46%
PA	2.290.553	605.061	26,42%
PB	843.897	304.836	36,12%
PE	1.499.460	577.416	38,51%
PI	1.127.885	164.525	14,59%
PR	1.343.700	8.378	0,62%
RJ	435.237	5.846	1,34%
RN	713.930	152.185	21,32%
RO	412.458	17.751	4,30%
RR	95.911	15.936	16,61%

Estado	População Rural Total (Hab)	População Rural Sem Canalização (Hab)	População Rural Sem Canalização (%)
RS	1.435.819	10.278	0,72%
SC	981.604	3.324	0,34%
SE	498.052	107.935	21,67%
SP	1.722.753	34.205	1,99%
TO	274.821	25.434	9,25%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

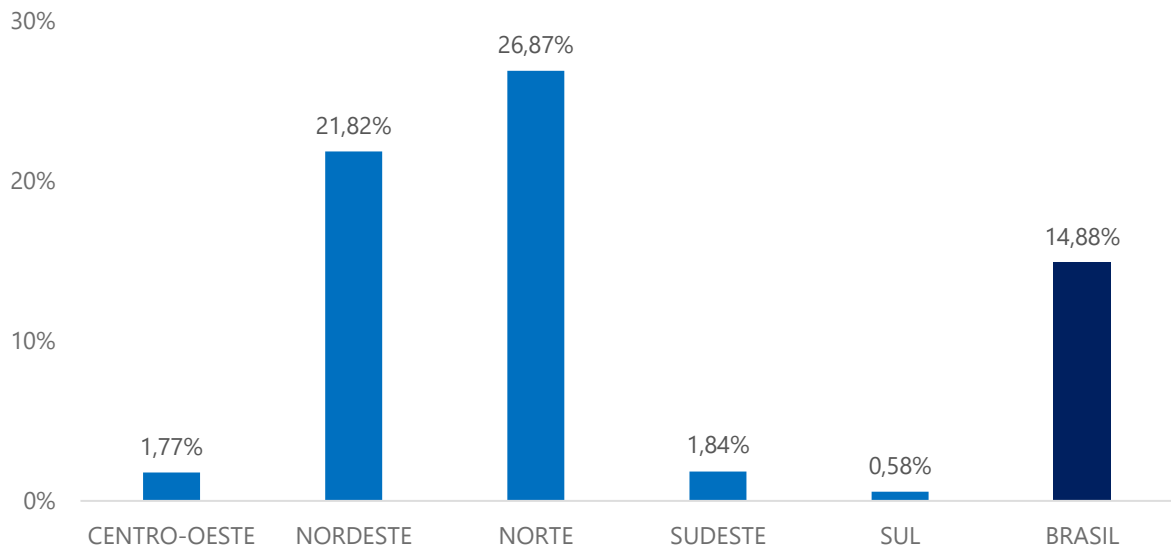
A Tabela 22 apresenta o déficit de abastecimento da população rural por região, sendo que a região Norte apresenta o maior déficit percentual (26%) enquanto o Nordeste apresenta o maior contingente populacional sem acesso à água canalizada, aproximadamente 3 milhões de habitantes.

Tabela 22: População rural sem rede de abastecimento de água por região.

Região	População Rural Total (Hab)	População Rural Sem Canalização (Hab)	População Rural Sem Canalização (%)
CENTRO-OESTE	1.521.192	26.965	1,77%
NORDESTE	13.724.745	2.994.670	21,82%
NORTE	3.983.511	1.070.271	26,87%
SUDESTE	5.309.802	97.708	1,84%
SUL	3.761.124	21.979	0,58%
<b>BRASIL</b>	<b>28.300.374</b>	<b>4.211.593</b>	<b>14,88%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

O gráfico da Figura 10 apresenta a distribuição percentual dos déficits, com o total para o Brasil próximo de 15%, ou 4,2 milhões de habitantes da área rural sem atendimento.



**Figura 10: População rural sem rede de abastecimento de água para o país e por região.**

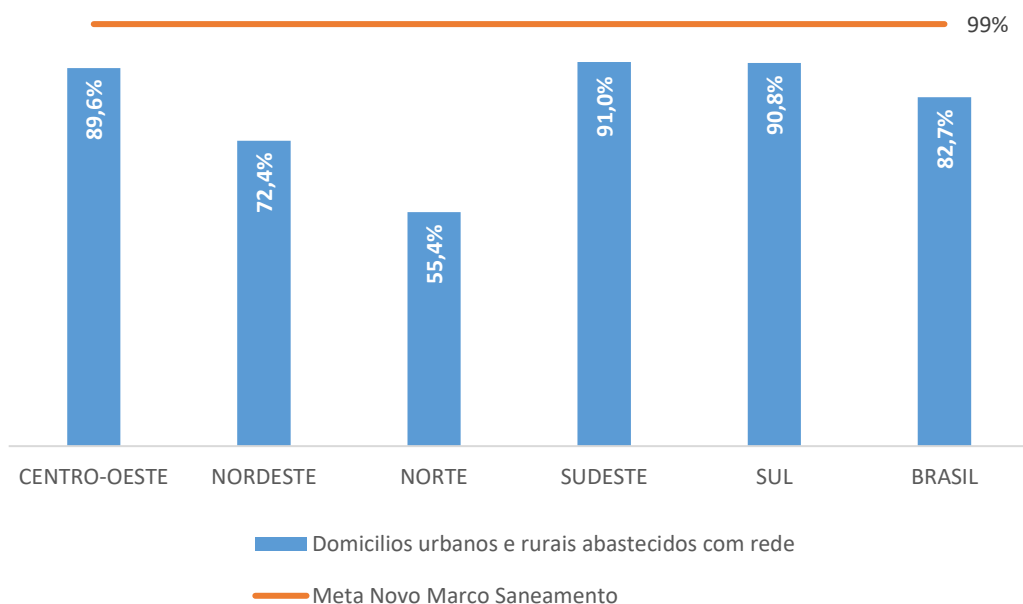
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

## 2.4. Conclusão

Na sequência, são apresentados gráficos que exibem o comparativo entre as metas estabelecidas no PLANSAB, bem como as metas do Novo Marco Legal do Saneamento Básico, com as informações apresentadas neste diagnóstico.

Verifica-se na Figura 11, a seguir, que as regiões mais distantes de alcançar a meta de 99% de atendimento da população com abastecimento de água potável são a Norte e a Nordeste.

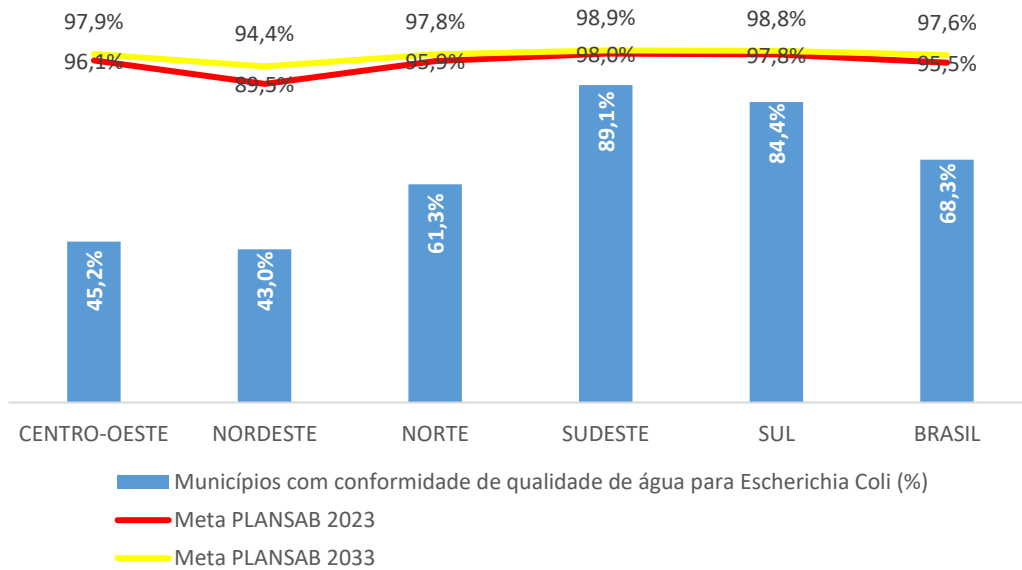




**Figura 11: Comparativo entre os percentuais de atendimento total (urbano e rural) com a meta do Novo Marco Legal.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

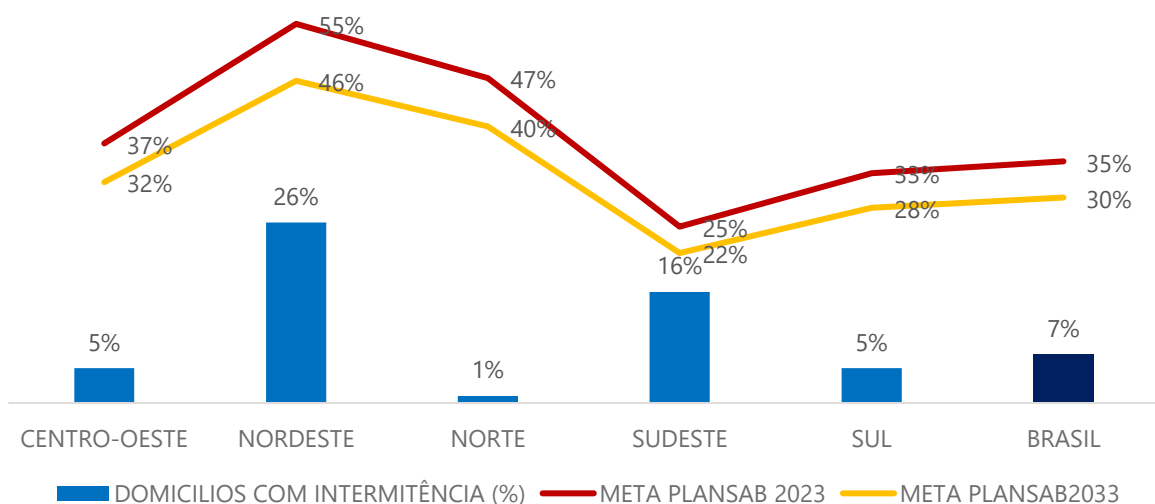
O gráfico da Figura 12 o diagnóstico da qualidade da água relativo ao atendimento dos padrões de qualidade em relação a ausência de Escherichia Coli em comparação com as metas estabelecidas no PLANSAB.



**Figura 12: Comparativo entre a situação atual dos municípios que atendem os padrões de qualidade da água em relação a ausência de Escherichia Coli na água e as metas do PLANSAB.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

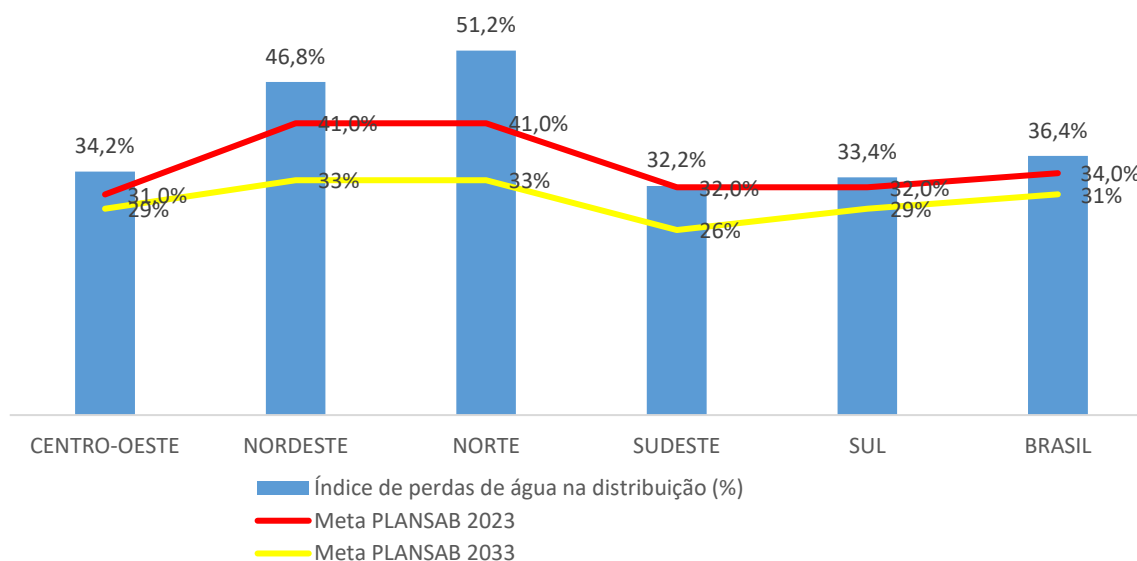
Na Figura 13 é possível observar que em relação aos domicílios atingidos por intermitências no abastecimento de água, todas as regiões atendem as metas estabelecidas no PLANSAB.



**Figura 13: Comparativo entre a situação atual dos domicílios atingidos por intermitências no abastecimento de água e as metas do PLANSAB.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2021).

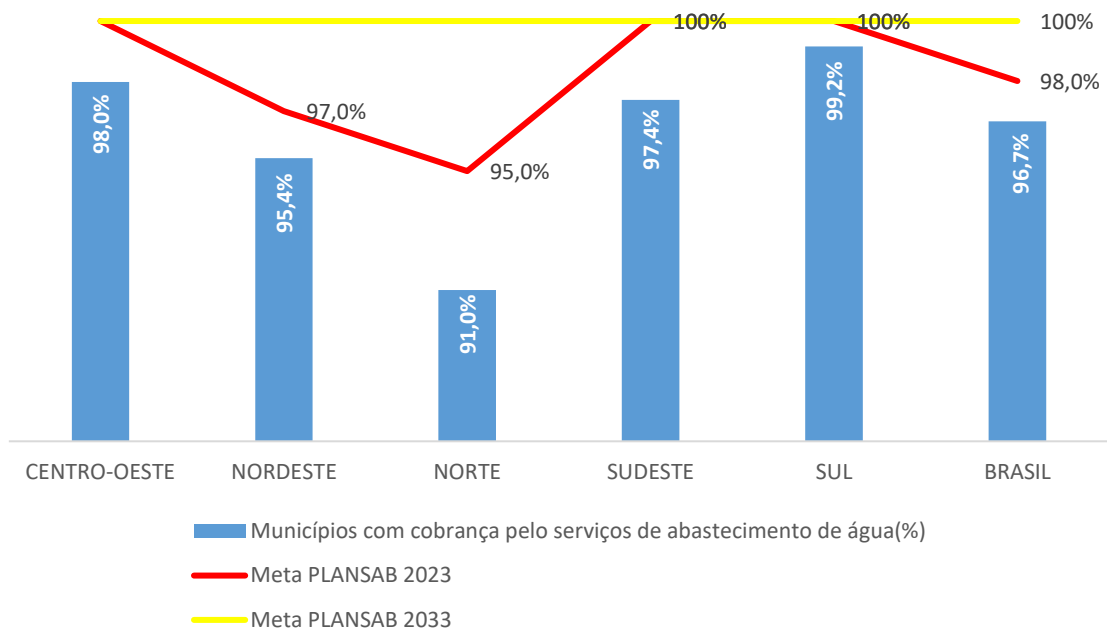
Em relação às perdas na distribuição, verifica-se na Figura 14 que todas as regiões do país possuem percentuais acima das metas estabelecidas no PLANSAB, sendo necessária a redução das perdas de água para atingimento dos índices máximos estabelecidos no Plano Nacional.



**Figura 14: Perdas na distribuição dos sistemas de abastecimento de água.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Quanto à cobrança pelos serviços de abastecimento de água, nota-se na Figura 15 que todas as regiões do país ainda não alcançaram os índices estabelecidos no PLANSAB.



**Figura 15: Comparativo entre a situação atual dos municípios que cobram pelos serviços de abastecimento de água e as metas do PLANSAB.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 3. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os serviços de coleta e tratamento de esgoto são essenciais para garantir a integridade do solo e dos mananciais de abastecimento de água, assim como evitar a proliferação de doenças e vetores. O crescimento populacional acelerado em centros urbanos resulta no aumento do consumo de água e, conseqüentemente, do volume de despejos de esgoto doméstico (FUNASA, 2019).

De acordo com dados do Panorama do Saneamento Básico no Brasil (SNIS, 2020), 55,0% da população total do Brasil é atendida por rede coletora de esgotos e 63,2% da população urbana do país dispõe do serviço. Cabe ressaltar que, apesar da oferta de rede coletora em diversos municípios, há parte do esgoto coletado que não é tratada, além de ocasiões em que o efluente é coletado e lançado diretamente nos corpos hídricos, o que evidencia o déficit na coleta e tratamento dos esgotos no Brasil.

Como apontado no Atlas Esgotos (2017), o déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras resulta em uma parcela significativa de carga poluidora que atinge os corpos hídricos, o que impacta diretamente nos usos múltiplos dos recursos hídricos.

Frente ao cenário nacional, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) estabeleceu metas de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário até o ano de 2033, de modo a universalizar o acesso aos serviços para a população brasileira. Na Tabela 23 as metas do PLANSAB são apresentadas a partir dos indicadores E1, E2 e E3, de acordo com a região de abrangência.

Tabela 23: Metas do PLANSAB para o ano de 2033

Indicador	Meta PLANSAB 2033					
	BRASIL	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
E1. % de domicílios urbanos e rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	92,0	87,0	85,0	96,0	99,0	84,0
E2. % de domicílios urbanos servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	93,0	89,0	86,0	98,0	96,0	92,0
E3. % de domicílios rurais servidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários	69,0	55,0	61,0	93,0	75,0	74,0
E4. % de tratamento de esgoto coletado	93,0	94,0	93,0	90,0	94,0	96,0

Fonte: Adaptado de PLANSAB (2019).

O presente relatório busca avaliar o atual acesso aos sistemas e serviços de esgotamento sanitário, bem como soluções alternativas, para o afastamento e tratamento dos esgotos sanitários nas áreas urbanas e rurais, detalhados por diferentes regiões do país. Foram utilizadas diferentes bases de dados para estimar o déficit de coleta e tratamento, assim como a carga orgânica remanescente que é encaminhada aos corpos hídricos.

### 3.1. Dados utilizados

#### 3.1.1. Fontes de dados

Para calcular o déficit de atendimento e embasar a estimativa das cargas orgânicas geradas, removidas e remanescentes, foram utilizadas as seguintes bases de dados:

- Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) – FUNASA – Publicado em 2019;

- Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) – versão preliminar de 2018. Dispõe sobre a definição de atendimento adequado e déficit em saneamento básico;
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS – Série Histórica: Dados referentes ao ano de 2020. Abrange indicadores e índices referentes à população atendida com serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com base em informações fornecidas pelos prestadores dos serviços;
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS – Planilha de Pesquisa Simplificada (2020). Dispõe sobre os municípios não atendidos por sistemas coletivos de esgotamento sanitário.
- Atlas Esgotos (Agência Nacional das Águas) – Consulta aos metadados de 2019 das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs);
- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) – Publicada em 2019. Referente à porcentagem de domicílios que utilizam soluções coletivas ou individuais adequadas e inadequadas, a nível estadual;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Dados da estimativa de população referente ao ano de 2020.

Dentre as bases de dados utilizadas, constatou-se que diversos municípios não possuem informações registradas no sistema do SNIS para os índices de coleta e tratamento de esgoto a nível municipal. Para esses municípios foram necessárias estimativas de acordo com a população e a localização geográfica.

Da mesma forma, para os sistemas individuais não foi possível estimar os índices de atendimento por soluções adequadas ou inadequadas por faixa populacional. Os dados da pesquisa simplificada do SNIS abrangem municípios com menos de 200.000

habitantes, logo, não é possível fazer uma análise para faixas maiores. Em relação à PNAD-Contínua, o menor nível territorial dos dados fornecidos se refere às Unidades da Federação, o que impossibilita uma análise detalhada por município ou faixa populacional.

Por fim, destaca-se a carência de dados sistematizados a nível nacional, visto a utilização de diversas fontes para obtenção dos dados necessários para análise, além da defasagem entre os anos das pesquisas realizadas. Buscou-se analisar aquelas com divulgação mais recente.

### 3.1.2. Metodologia e análise de consistências

Os principais parâmetros disponibilizados pelo SNIS para estimar o atendimento e o tratamento de esgotos das populações com sistemas coletivos (IN016, IN024 e IN056) não foram respondidos em 2.770 municípios. Partindo-se da premissa que 1.942 municípios não possuem sistemas coletivos, conforme dados da pesquisa simplificada do SNIS, foi necessária a estimativa de índices de atendimento e coleta para 828 municípios sem informações registradas.

Para tal, dividiu-se a população analisada em faixas por número de habitantes, conforme apresentado no Tabela 24.

Tabela 24: Faixas populacionais para estimativa dos índices de coleta e tratamento de esgoto

Faixa	Número de Habitantes
1	1 a 30.000
2	30.001 a 100.000
3	100.001 a 250.000
4	250.001 a 1.000.000
5	1.000.001 a 3.000.000
6	Acima de 3.000.001

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).



Com base nos municípios respondentes (que possuem informações registradas pelo SNIS), foi possível a estimativa dos índices de atendimento por faixa populacional e posterior preenchimento das lacunas para os demais municípios. Ressalta-se que, para todos os municípios respondentes da pesquisa simplificada do SNIS, foi considerado o atendimento de 0% com sistemas coletivos de esgotamento.

Com relação à eficiência de remoção de DBO das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) dos municípios brasileiros, foram utilizados os metadados disponibilizados pelo Atlas Esgotos em 2019. Da mesma forma, foram estimadas eficiências médias de remoção por faixa populacional para preenchimento dos municípios sem informação. Cabe ressaltar que, para casos com mais de uma ETE em um mesmo município, foi considerada a eficiência média de todas as unidades. Os resultados estimados por faixa populacional são apresentados na Tabela 25.

*Tabela 25: Eficiência das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) por faixa populacional*

Faixa	Número de Habitantes	Média de eficiência da ETE
1	1 a 30.000	78,1%
2	30.001 a 100.000	77,5%
3	100.001 a 250.000	79,3%
4	250.001 a 1.000.000	80,1%
5	1.000.001 a 3.000.000	74,8%
6	Acima de 3.000.001	88,9%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Referente aos dados para os sistemas individuais de tratamento de esgotos, foram analisadas duas bases de dados: SNIS e PNAD-Contínua.

Na pesquisa simplificada do SNIS, foi constatada a limitação dos dados, uma vez que não são apresentadas as porcentagens da população atendida por tipo de sistema individual (fossa séptica + sumidouro, fossa rudimentar, lançamentos em cursos d'água e outros). Os dados indicam apenas a porcentagem da população atendida com a principal forma de disposição dos esgotos gerados.

Visto que os municípios respondentes da pesquisa simplificada possuem população abaixo de 200 mil habitantes, não foi possível extrapolar a estimativa por porte populacional para as demais cidades. Logo, foram estimadas médias de atendimento com soluções individuais adequadas e inadequadas por região geográfica: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

De maneira similar foram analisados os dados da PNAD-Contínua de 2019, que apresentam o número de domicílios atendidos por: rede geral ou pluvial, fossa séptica ligada à rede, fossa séptica não ligada à rede e despejos em rio, lago, mar ou vala. Visto a divulgação dos dados por Unidades da Federação, optou-se pela análise por região para preenchimento dos municípios sem dados para sistemas individuais.

Posto que os dados da PNAD-Contínua possuem distinção dos tipos de sistemas individuais por domicílio por estado brasileiro, a base de dados foi utilizada em detrimento ao apresentado pela pesquisa simplificada do SNIS, visto a maior consistência das informações. Dessa forma, foram utilizadas as médias obtidas para estimativa dos índices de atendimento, apresentados na Tabela 26.

Tabela 26: Índices de atendimento por solução individual nas regiões do Brasil (PNAD-Contínua)

Região	Sistema Individual Adequado (%)	Sistema Individual Inadequado (%)
Norte	66,9%	33,1%
Nordeste	68,0%	32,0%
Centro-Oeste	81,0%	19,0%
Sul	83,5%	16,5%
Sudeste	60,8%	39,2%
<b>Brasil</b>	<b>72,0%</b>	<b>28,0%</b>

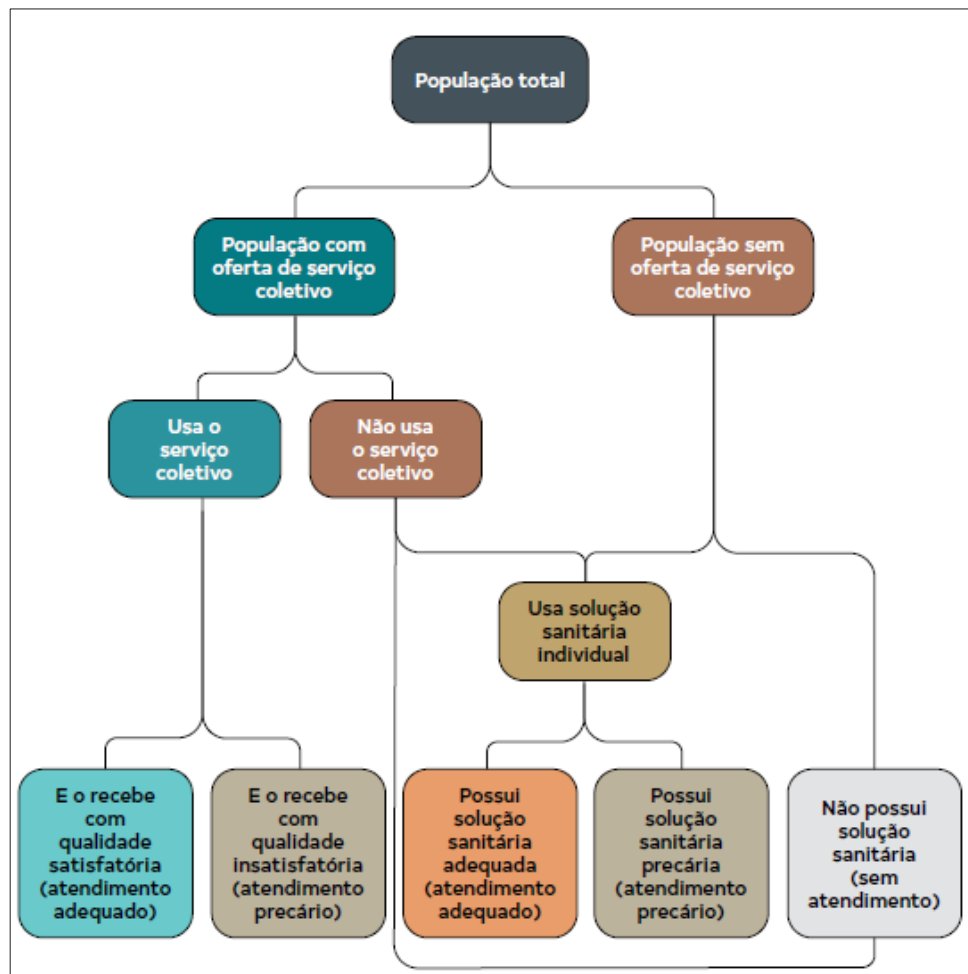
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 3.2. Diagnóstico

Para caracterização do déficit em saneamento básico, utilizou-se a definição do PLANSAB, que contempla aspectos como infraestrutura implantada, características socioeconômicas e culturais, além da qualidade dos serviços ofertados ou da solução empregada.

Conforme o Plano Nacional de Saneamento Básico, o déficit de acesso ao esgotamento sanitário é evidenciado em atendimentos precários (coleta de esgoto sem tratamento posterior, uso de fossas rudimentares) e na ausência de atendimento, que fomenta práticas inadequadas de disposição final dos efluentes gerados. O PLANSAB considera a coleta de esgotos seguida de tratamento e as fossas sépticas com operação regular como atendimento adequado dos serviços de esgotamento.

Na Figura 16 é ilustrado o conceito de déficit em saneamento básico adotado pelo PLANSAB.



**Figura 16: Conceito de déficit em saneamento básico**

Fonte: PNSR (2019).

Neste relatório, além da análise sobre atendimento com coleta e tratamento de esgoto em sistemas coletivos ou individuais, foi calculado o déficit de remoção das cargas orgânicas geradas.

Ressalta-se a importância da análise da parcela de carga orgânica não coletada e não tratada pelos sistemas municipais, visto o impacto do lançamento dos efluentes em corpos hídricos. Conforme explicitado no Atlas Esgotos (2017), com a avaliação das cargas remanescentes (descontadas as parcelas removidas no tratamento coletivo e individual), é possível inferir uma associação com o adensamento populacional, assim como observar o impacto da infraestrutura em esgotamento sanitário existente no abatimento da carga de esgotos com potencial de alcançar os corpos receptores.

Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de Planos de Saneamento Básico para recuperar a integridade ambiental e reverter as desigualdades de acesso aos serviços de esgotamento, visto que os planos configuram instrumentos de planejamento territorial e orientam as políticas, programas e ações de saneamento básico no âmbito municipal. De acordo com a Lei nº 11.445/2007, cabe aos titulares dos serviços de saneamento básico a formulação de políticas públicas, consequentemente da elaboração dos Planos, para regulação e controle social da prestação.

Portanto, também foram analisados os déficits em gestão de serviços de esgotamento sanitário, considerando a existência de planejamento em esgotamento sanitário, a existência de sistema coletivo de esgotamento sanitário, a cobrança de tarifa e a suficiência financeira na cobrança.

### 3.2.1. Déficit de Gestão no Esgotamento Sanitário

Com relação à gestão dos sistemas de esgotamento, foram analisados os municípios que possuem Planos Municipais de Saneamento Básico elaborado nos termos da Lei 11.445/2007, de acordo com informações disponibilizadas pelo SNIS para 2020. Os resultados por estado são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27: Número de Municípios sem PMSB por Estado.

Estado	Municípios sem PMSB na Amostra	Municípios sem PMSB (%)	Estimativa de Municípios sem PMSB
AC	5	33,33%	7
AL	60	71,43%	73
AM	7	87,50%	14
AP	17	40,48%	25
BA	181	61,77%	258
CE	88	55,70%	102
DF	0	0,00%	0
ES	7	10,00%	8

Estado	Municípios sem PMSB na Amostra	Municípios sem PMSB (%)	Estimativa de Municípios sem PMSB
GO	90	43,06%	106
MA	87	60,84%	132
MG	26	25,49%	36
MS	11	14,86%	12
MT	251	34,48%	294
PA	64	67,37%	97
PB	131	80,37%	179
PE	86	23,76%	95
PI	105	84,00%	155
PR	90	56,60%	127
RJ	31	36,90%	34
RN	53	50,48%	84
RO	53	11,78%	59
RR	24	53,33%	28
RS	9	75,00%	11
SC	41	14,80%	44
SE	111	18,38%	119
SP	33	51,56%	39
TO	41	35,04%	49

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 28 apresenta os mesmos resultados agrupados por região. A região Nordeste apresenta o maior percentual de déficit e o maior número de municípios sem PMSB, 64% e 1148 municípios, enquanto na região Sul apenas 16% dos municípios não possuem Planos.

Tabela 28: Número de Municípios sem PMSB por Região.

Região	Municípios sem PMSB na Amostra	Municípios sem PMSB (%)	Estimativa de Municípios sem PMSB
Centro-Oeste	127	32,90%	154
Nordeste	828	63,99%	1148
Norte	167	50,00%	225
Sudeste	400	26,92%	449
Sul	180	16,53%	197

Região	Municípios sem PMSB na Amostra	Municípios sem PMSB (%)	Estimativa de Municípios sem PMSB
<b>Brasil</b>	<b>1.702</b>	<b>39,00%</b>	<b>2172</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A partir das informações dos respondentes ao SNIS 2020, foram avaliados os municípios que informaram ter população atendida com esgotamento sanitário maior que zero, porém com receita operacional direta igual a zero. Dessa forma, foi possível estimar os municípios que possuem o serviço ativo, mas não realizam a cobrança efetiva.

A Tabela 29 apresenta os resultados por unidade da federação, sendo o Pará o estado com maior percentual de municípios que não realizam cobrança pelo serviço de esgotamento sanitário, com 27,3%.

Tabela 29: Municípios sem cobrança por serviços de esgotamento sanitário por estado

Estado	Municípios com população atendida por esgotamento sanitário	Municípios sem cobrança	Municípios sem cobrança (%)	Municípios sem informação	Estimativa de municípios sem informação e sem cobrança
AC	5	0	0,0%	0	0
AL	32	3	9,4%	6	1
AM	8	2	25,0%	19	5
AP	6	0	0,0%	0	0
BA	184	4	2,2%	11	0
CE	105	0	0,0%	5	0
DF	1	0	0,0%	0	0
ES	71	0	0,0%	0	0
GO	86	1	1,2%	4	0
MA	27	4	14,8%	35	5
MG	694	27	3,9%	18	1
MS	65	0	0,0%	0	0
MT	39	1	2,6%	20	1
PA	22	6	27,3%	25	7
PB	76	6	7,9%	10	1

Estado	Municípios com população atendida por esgotamento sanitário	Municípios sem cobrança	Municípios sem cobrança (%)	Municípios sem informação	Estimativa de municípios sem informação e sem cobrança
PE	87	1	1,1%	5	0
PI	33	4	12,1%	34	4
PR	232	0	0,0%	1	0
RJ	70	1	1,4%	5	0
RN	68	0	0,0%	3	0
RO	13	0	0,0%	2	0
RR	6	0	0,0%	0	0
RS	121	1	0,8%	14	0
SC	81	0	0,0%	3	0
SE	16	0	0,0%	0	0
SP	635	1	0,2%	10	0
TO	20	0	0,0%	2	0
<b>Brasil</b>	<b>2.803</b>	<b>62</b>	<b>2,2%</b>	<b>232</b>	<b>24</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Nesse sentido, foi analisado o índice IN101 – Índice de Suficiência de Caixa para aqueles municípios que possuem população atendida por rede coletora de esgoto, conforme dados do SNIS. O índice avalia a arrecadação total da prestadora de serviço em relação às despesas de exploração, encargos, despesas fiscais e tributárias e dívidas. A Tabela 30 apresenta os resultados por região.

Tabela 30: Municípios com insuficiência financeira para custear os serviços de esgotamento sanitário por região.

Região	Total de Municípios com População Atendida por SES	Municípios com Insuficiência Financeira	Municípios com Insuficiência Financeira (%)
Norte	80	50	62,5%
Nordeste	628	324	51,6%
Sul	434	111	25,6%
Sudeste	1470	567	38,6%
Centro-Oeste	191	67	35,1%



Região	Total de Municípios com População Atendida por SES	Municípios com Insuficiência Financeira	Municípios com Insuficiência Financeira (%)
<b>Brasil</b>	<b>2.803</b>	<b>1.119</b>	<b>39,9%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Conforme os dados analisados, viu-se que as regiões Norte e Nordeste apresentam a maior quantidade de municípios com valores de despesa acima da arrecadação, com 62,5% e 51,6% do total atendido com sistemas de esgotamento, respectivamente. Ressalta-se que devido ao grande número de municípios sem informação pelo SNIS e sem serviço de coleta ofertado, não foi realizada a extrapolação para os demais.

Ainda conforme os dados do SNIS (2020), foram identificados os municípios que possuem sistema exclusivo para drenagem e esgoto (separador absoluto) e sistema unitário (encaminhamento de águas pluviais e esgoto em uma mesma infraestrutura). Também foram relacionados os municípios sem sistemas de drenagem e aqueles que indicaram outros sistemas não definidos anteriormente e que, portanto, eram especificados caso a caso. Os resultados dos 4.107 municípios respondentes ao SNIS são apresentados na Tabela 31.

Tabela 31: Quantidade de municípios por região por tipo de sistema de drenagem e esgotamento

Região	Possuem sistema exclusivo/separador para drenagem e esgoto	Não possuem sistema de drenagem	Possuem sistema combinado (parte exclusivo e parte unitário)	Possuem sistema unitário	Possuem outros sistemas	Municípios com sistema unitário
Centro-Oeste	214	61	47	3	27	0,9%
Nordeste	186	371	229	166	81	16,1%
Norte	82	101	40	28	24	10,2%
Sudeste	803	86	334	128	56	9,1%
Sul	574	25	226	166	49	16,0%

Região	Possuem sistema exclusivo/separador para drenagem e esgoto	Não possuem sistema de drenagem	Possuem sistema combinado (parte exclusivo e parte unitário)	Possuem sistema unitário	Possuem outros sistemas	Municípios com sistema unitário
<b>Brasil</b>	<b>1.859</b>	<b>644</b>	<b>876</b>	<b>491</b>	<b>237</b>	<b>12,0%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Constatou-se que o Nordeste e o Sul possuem a maior quantidade de municípios com sistemas unitários, com 16,1% e 16,0% do total de municípios por região, respectivamente. A Tabela 32 a seguir relaciona os mesmos dados desagregados por estados.

Tabela 32: Quantidade de municípios por estado por tipo de sistema de drenagem e esgotamento

Estado	Possuem sistema combinado	Possuem sistema exclusivo/separador para drenagem e esgoto	Não possuem sistema de drenagem	Possuem outros sistemas	Possuem sistema unitário	Municípios com sistema unitário por estado
AC	2	2	4	2	4	28,6%
AL	25	8	19	4	12	17,6%
AM	5	10	2	4	5	19,2%
AP	3	3	2	-	-	0,0%
BA	61	59	71	21	43	16,9%
CE	28	30	31	11	23	18,7%
DF	-	1	-	-	-	0,0%
ES	24	28	4	2	8	12,1%
GO	32	80	49	17	1	0,6%
MA	19	10	41	4	13	14,9%
MG	197	306	62	35	80	11,8%
MS	5	61	-	2	-	0,0%
MT	10	72	12	8	2	1,9%
PA	16	25	26	7	15	16,9%
PB	24	23	52	10	21	16,2%
PE	38	13	33	8	23	20,0%

Estado	Possuem sistema combinado	Possuem sistema exclusivo/separador para drenagem e esgoto	Não possuem sistema de drenagem	Possuem outros sistemas	Possuem sistema unitário	Municípios com sistema unitário por estado
PI	3	9	83	6	9	8,2%
PR	45	259	5	16	9	2,7%
RJ	38	19	3	-	17	22,1%
RN	16	26	35	14	8	8,1%
RO	4	20	7	5	1	2,7%
RR	-	3	2	-	2	28,6%
RS	102	218	15	16	96	21,5%
SC	79	97	5	17	61	23,6%
SE	15	8	6	3	14	30,4%
SP	75	450	17	19	23	3,9%
TO	10	19	58	6	1	1,1%
<b>Brasil</b>	<b>876</b>	<b>1.859</b>	<b>644</b>	<b>237</b>	<b>491</b>	<b>12,0%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Ressalta-se que na Lei 14.026/2020, que atualiza o marco legal do saneamento, é papel da agência reguladora competente o estabelecimento de metas progressivas para a substituição do sistema unitário pelo sistema separador absoluto (BRASIL, 2020, Art. 44. §3º).

### 3.2.2. Déficit de coleta de esgotos sanitários

Para análise da população urbana atendida com rede coletora e o respectivo déficit de coleta, foi utilizado o índice IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto, fornecido pelo SNIS, e as médias resultantes por faixas de população (Tabela 33), utilizadas para preenchimento das lacunas referentes aos municípios não respondentes.

Tabela 33: Médias do IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto por faixa populacional

Faixa	Número de Habitantes	IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto (%)
1	1 a 30.000	39,77
2	30.001 a 100.000	46,45
3	100.001 a 250.000	59,34
4	250.001 a 1.000.000	70,86
5	1.000.001 a 3.000.000	65,79
6	Acima de 3.000.001	91,95
<b>Brasil</b>		<b>62,36</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Para análise da população rural atendida com rede coletora, foi analisada a diferença entre os indicadores ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário e ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário, fornecidos pelo SNIS. Considerou-se a diferença como a população rural atendida por sistema coletivo de esgotamento.

Na Tabela 34 é apresentada a população urbana atendida por sistema coletivo de esgotamento sanitário por estado. Posteriormente, na Tabela 35 são apresentados os mesmos dados agrupados por regiões do Brasil.

Tabela 34: População urbana atendida com soluções coletivas de esgotamento por estado

Estado	População Urbana atendida com Sistema Coletivo (hab.)	População Urbana (hab.)	Relação População Urbana Atendida / População Urbana
AC	126.854	647.646	19,6%
AL	792.176	2.484.323	31,9%
AM	667.728	3.336.629	20,0%
AP	71.259	770.521	9,2%
BA	6.287.402	10.869.582	57,8%
CE	2.702.108	6.929.081	39,0%
DF	2.682.098	2.950.603	90,9%
ES	2.227.991	3.417.104	65,2%
GO	4.213.389	6.457.935	65,2%

Estado	População Urbana atendida com Sistema Coletivo (hab.)	População Urbana (hab.)	Relação População Urbana Atendida / População Urbana
MA	1.159.846	4.497.124	25,8%
MG	15.239.158	18.262.405	83,4%
MS	1.558.991	2.406.557	64,8%
MT	1.235.525	2.888.239	42,8%
PA	838.870	5.926.843	14,2%
PB	1.612.227	3.064.342	52,6%
PE	3.090.013	7.718.524	40,0%
PI	681.706	2.163.679	31,5%
PR	8.399.728	9.897.025	84,9%
RJ	11.609.321	16.783.589	69,2%
RN	998.532	2.766.335	36,1%
RO	115.122	1.347.494	8,5%
RR	405.615	495.130	81,9%
RS	3.859.782	9.780.866	39,5%
SC	1.933.667	6.167.094	31,4%
SE	597.559	1.720.294	34,7%
SP	41.478.902	44.420.786	93,4%
TO	541.743	1.267.114	42,8%
<b>Brasil</b>	<b>115.127.311</b>	<b>179.436.864</b>	<b>64,2%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Tabela 35: População urbana atendida com soluções coletivas de esgotamento por região

Região	População Urbana atendida com Sistema Coletivo (hab.)	População Urbana (hab.)	Relação População Urbana Atendida / População Urbana
Centro-Oeste	9.690.003	14.375.534	67,4%
Nordeste	17.921.569	41.836.479	42,8%
Norte	2.767.190	12.512.301	22,1%
Sudeste	70.555.372	81.817.482	86,2%
Sul	14.193.177	25.594.359	55,5%
<b>Brasil</b>	<b>115.127.311</b>	<b>176.136.156</b>	<b>65,4%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Vê-se que, apesar da vantagem econômica de atendimento da população urbana em relação à rural (por critérios de densidade populacional e localização geográfica), 65,4% da população urbana nacional é atendida com sistemas coletivos de esgotamento sanitário. Cabe ressaltar que não se pode garantir a eficiência plena dos sistemas coletivos, visto que há uma parcela de ligações irregulares existentes dentre a população atendida (não considerada no presente relatório).

Da mesma forma, na Tabela 36 é analisada a população rural atendida com sistemas coletivos por estado brasileiro, e na Tabela 37 os dados são apresentados por região.

Tabela 36: População rural atendida com soluções coletivas de esgotamento por estado

Estado	População Rural atendida com Sistema Coletivo (hab.)	População Rural (hab.)	Relação População Rural Atendida / População Rural
AC	249	246.824	0,10%
AL	4.638	867.220	0,53%
AM	236	871.085	0,03%
AP	-	91.252	0,00%
BA	201.437	4.061.052	4,96%
CE	67.257	2.258.022	2,98%
DF	95.032	104.546	90,90%
ES	85.586	646.948	13,23%
GO	11.253	655.605	1,72%
MA	96.186	2.617.474	3,67%
MG	543.573	3.030.261	17,94%
MS	7.033	402.837	1,75%
MT	2.660	637.981	0,42%
PA	8.871	2.763.902	0,32%
PB	29.567	974.935	3,03%
PE	196.205	1.898.097	10,34%
PI	11.713	1.117.801	1,05%
PR	203.636	1.619.815	12,57%
RJ	132.406	582.600	22,73%

Estado	População Rural atendida com Sistema Coletivo (hab.)	População Rural (hab.)	Relação População Rural Atendida / População Rural
RN	2.268	767.830	0,30%
RO	12.112	448.966	2,70%
RR	10	136.051	0,01%
RS	46.008	1.642.107	2,80%
SC	16.688	1.085.408	1,54%
SE	5.444	598.528	0,91%
SP	417.955	1.868.547	22,37%
TO	1.692	323.134	0,52%
<b>Brasil</b>	<b>2.199.715</b>	<b>32.318.828</b>	<b>6,81%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Tabela 37: População rural atendida com soluções coletivas de esgotamento por região

Região	População Rural atendida com Sistema Coletivo (hab.)	População Rural (hab.)	Relação População Rural Atendida / População Urbana
Centro-Oeste	115.978	1.800.969	6,4%
Nordeste	614.715	15.160.959	4,1%
Norte	23.170	4.881.214	0,5%
Sudeste	1.179.520	6.128.356	19,2%
Sul	266.332	4.347.330	6,1%
<b>Brasil</b>	<b>2.199.715</b>	<b>32.318.828</b>	<b>6,8%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

De modo similar aos resultados obtidos para a população urbana, as regiões Norte e Nordeste apresentam os menores índices de atendimento da população rural com sistemas coletivos, com 0,5% e 4,1%, respectivamente.

### 3.2.3. Déficit de sistemas de tratamento

Para análise da população atendida com tratamento de esgoto, foi utilizado o índice IN016 - Índice de tratamento de esgoto, fornecido pelo SNIS, além das médias resultantes por faixas de população (Tabela 38), utilizadas para preenchimento de

dados dos municípios não respondentes. As médias obtidas foram utilizadas para a população urbana e rural onde há atendimento por rede coletora.

Tabela 38: Médias do IN016 - Índice do volume de esgoto tratado por faixa populacional

Faixa	Número de Habitantes	IN016 - Volume de esgoto tratado (%)
1	1 a 30.000	32,58
2	30.001 a 100.000	57,19
3	100.001 a 250.000	72,76
4	250.001 a 1.000.000	77,33
5	1.000.001 a 3.000.000	77,64
6	Acima de 3.000.001	95,65
<b>Brasil</b>		<b>68,86</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

De acordo com os dados obtidos, verificou-se que a população urbana no Nordeste apresentou a maior população sem coleta e sem tratamento do esgoto gerado, com cerca de 40,2% do total. Com relação à população com atendimento de sistemas coletivos e posterior tratamento, a região Sudeste apresentou o maior número de habitantes atendidos pelo serviço. Os resultados obtidos por região são apresentados na Tabela 39.

Tabela 39: Caracterização do atendimento da população urbana com serviços de esgotamento por regiões do Brasil

REGIÃO	Sem tratamento		Com tratamento	
	População sem coleta e sem tratamento (hab.)	População com coleta e sem tratamento (hab.)	População sem coleta e com tratamento (hab.)	População com coleta e com tratamento (hab.)
Sul	7.736.734	1.124.548	3.915.074	13.068.629
Sudeste	9.637.210	16.990.976	2.691.302	53.564.396
Norte	9.648.473	688.088	1.375.713	2.079.103
Nordeste	21.076.137	3.728.211	3.215.578	14.193.359
Centro-Oeste	4.356.191	514.551	657.140	9.175.452
<b>Brasil</b>	<b>52.454.746</b>	<b>23.046.373</b>	<b>11.854.807</b>	<b>92.080.938</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).



Para a população rural, os resultados obtidos são similares à população urbana: o Nordeste apresenta a maior população sem coleta e sem tratamento do esgoto gerado, com cerca de 50,6% do total, e o Sudeste apresenta a maior população com acesso aos serviços coletivos de coleta e tratamento de efluentes, equivalente a 49,5% do total. Os resultados são mostrados na Tabela 40.

Tabela 40: Caracterização do atendimento da população rural com serviços de esgotamento por regiões do Brasil

REGIÃO	Sem tratamento		Com tratamento	
	População sem coleta e sem tratamento (hab.)	População com coleta e sem tratamento (hab.)	População sem coleta e com tratamento (hab.)	População com coleta e com tratamento (hab.)
Centro-Oeste	320.621	8.743	1.364.370	107.235
Nordeste	4.655.418	377.654	9.890.826	237.061
Norte	1.608.348	15.129	3.249.696	8.041
Sudeste	1.939.321	604.199	3.009.515	575.321
Sul	673.869	32.874	3.407.129	233.458
<b>Brasil</b>	<b>9.197.575</b>	<b>1.038.600</b>	<b>20.921.538</b>	<b>1.161.115</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### Sistemas Alternativos de Esgotamento Sanitário

Conforme abordado por Alem Sobrinho e Tsutiya (2000), no Brasil há o predomínio de sistemas separadores absolutos, principalmente devido aos menores custos para implantação. Cabe ressaltar que, para atendimento da população com sistemas coletivos, normalmente opta-se por locais em que há um maior número de ligações residenciais por extensão de rede, visto o maior retorno financeiro para a prestadora dos serviços a partir da cobrança efetuada. Regionalmente, o Nordeste destoa do cenário nacional, com predomínio do sistema unitário.

Nesse sentido, há dificuldade no atendimento às populações rurais por sistemas coletivos de esgotamento sanitário, visto a baixa densidade populacional e a localização por vezes em regiões remotas, que dificultam a logística de transporte de materiais e mão de obra especializada. Sendo assim, cabe à parcela da população rural

não atendida por sistemas coletivos a utilização de sistemas alternativos de tratamento.

Para estimativa da parcela da população atendida com sistemas alternativos e individuais de esgotamento sanitário, identificou-se o déficit de atendimento com sistemas coletivos de esgotamento sanitário, evidenciado pelos indicadores do SNIS publicados em 2020.

Dentre as soluções individuais e alternativas para coleta e tratamento do esgoto doméstico, tem-se:

- Fossa Séptica;
- Filtro Anaeróbio;
- Filtro de Areia;
- Sistemas compactos de lodos ativados;
- Wetlands.

Na Tabela 41 está relacionada a população rural por estado brasileiro que não possui acesso a sistemas de esgotamento sanitário coletivos. Nesta amostra consta a população por tipo de soluções individual: inadequada (valas, rios, fossas rudimentares) e adequada (fossa séptica), conforme dados divulgados pela PNADC.

Tabela 41: População rural por soluções individuais adequadas e inadequadas

REGIÃO	População rural com Sistema Individual Adequado (hab.)	População rural com Sistema Individual Inadequado (hab.)	População rural Total com Sistemas Individuais (hab.)
AC	164.942	81.633	246.575
AL	586.519	276.063	862.582
AM	582.538	288.311	870.849
AP	61.041	30.211	91.252
BA	2.624.374	1.235.241	3.859.615
CE	1.489.627	701.138	2.190.765

REGIÃO	População rural com Sistema Individual Adequado (hab.)	População rural com Sistema Individual Inadequado (hab.)	População rural Total com Sistemas Individuais (hab.)
DF	7.704	1.810	9.514
ES	341.379	219.983	561.362
GO	521.745	122.607	644.352
MA	1.714.368	806.920	2.521.288
MG	1.512.219	974.469	2.486.688
MS	320.490	75.314	395.804
MT	514.432	120.889	635.321
PA	1.842.926	912.105	2.755.031
PB	642.810	302.558	945.368
PE	1.157.214	544.678	1.701.892
PI	752.093	353.995	1.106.088
PR	1.182.335	233.844	1.416.179
RJ	273.775	176.419	450.194
RN	520.550	245.012	765.562
RO	292.225	144.629	436.854
RR	91.002	45.039	136.041
RS	1.332.546	263.553	1.596.099
SC	892.249	176.471	1.068.720
SE	403.272	189.812	593.084
SP	882.143	568.449	1.450.592
TO	215.023	106.419	321.442
<b>Brasil</b>	<b>20.921.538 (69,5%)</b>	<b>9.197.575 (30,5%)</b>	<b>30.119.113 (100%)</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A partir dos dados, evidencia-se que 30,5% da população rural que utiliza sistemas individuais de esgotamento não propicia o tratamento ou a destinação final correta do efluente doméstico. Logo, são maiores os riscos à saúde humana associados à disposição inadequada dos efluentes em fossas rudimentares, valas, céu aberto e em corpos hídricos.

### 3.2.4. Déficit de remoção de carga orgânica de esgotos sanitários (DBO)

Para estimativa da geração de carga orgânica de esgotos sanitários referente à população urbana, foram utilizados os dados de população fornecidos pelo IBGE para 2020. Da mesma forma que a premissa adotada no relatório de Despoluição das Bacias Hidrográficas do Atlas Esgotos (2017), foi considerada a contribuição per capita de 54 g de DBO/hab.dia.

Em relação ao cenário nacional, obteve-se o resultado de geração de 9,7 mil toneladas de DBO por dia para a população urbana. Os resultados por regiões são apresentados na Tabela 42.

Tabela 42: Estimativa de geração de carga orgânica da população urbana por regiões do Brasil

Região	Carga gerada (ton. DBO/dia)	Carga gerada (%)
Sul	1.395,63	14,4%
Sudeste	4.475,73	46,2%
Norte	744,73	7,7%
Nordeste	2.279,52	23,5%
Centro-Oeste	793,98	8,2%
<b>Brasil</b>	<b>9.689,59</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

De maneira similar, os dados fornecidos pelo IBGE (2020) para a população rural possibilitaram a estimativa da geração total de carga orgânica, apresentada por região do Brasil na Tabela 43.

Tabela 43: Estimativa de geração de carga orgânica da população rural por regiões do Brasil

Região	Carga gerada (ton. DBO/dia)	Carga gerada (%)
Centro-Oeste	97,25	5,6%
Nordeste	818,69	46,9%
Norte	263,59	15,1%
Sudeste	330,93	19,0%
Sul	234,76	13,5%

Região	Carga gerada (ton. DBO/dia)	Carga gerada (%)
<b>Brasil</b>	<b>1.745,22</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Para estimativa do déficit de remoção de DBO, foram analisadas quatro parcelas da carga orgânica gerada:

- Parcela da Carga Orgânica **sem coleta e sem tratamento** – referente à população sem atendimento por rede coletora e com soluções individuais inadequadas frente ao PLANSAB;
- Parcela da Carga Orgânica **sem coleta e com tratamento** – referente à população sem atendimento por rede coletora e com soluções individuais adequadas frente ao PLANSAB. Para esse caso, considerou-se 60% de eficiência de remoção de DBO;
- Parcela da Carga Orgânica **com coleta e sem tratamento** – referente à população atendida por solução coletiva, mas sem tratamento final do efluente;
- Parcela da Carga Orgânica **com coleta e com tratamento** – referente à população atendida por solução coletiva e com tratamento final do efluente.

Com relação à população urbana nacional, obteve-se uma estimativa do déficit de 7,7 mil toneladas de DBO/dia, correspondente ao volume de esgoto não tratado por soluções coletivas e individuais. Dentre o total gerado de 9,7 mil ton DBO/dia, a carga removida corresponde a 1,9 mil ton DBO/dia (19,9%). Os resultados por região são apresentados na Tabela 44.

Do total de DBO gerada pela população urbana, 1,03 mil toneladas por dia são lançadas aos corpos hídricos sem coleta ou tratamento prévio, correspondente à população total sem acesso à coleta e ao tratamento de efluentes.

Tabela 44: Déficit de carga orgânica lançada em corpos hídricos por região pela população urbana

REGIÃO	Carga total gerada (Ton DBO/dia)	Removida (Ton DBO/dia)	Remanescente - Déficit			
			Sem tratamento		Com tratamento	
			Com coleta e sem tratamento (Ton DBO/dia)	Sem coleta e sem tratamento (Ton DBO/dia)	Com coleta e com tratamento (Ton DBO/dia)	Sem coleta e com tratamento (Ton DBO/dia)
Sul	1.395,63	364,98	60,73	103,90	550,85	315,18
Sudeste	4.475,73	662,93	917,51	260,89	2.391,49	242,91
Norte	744,73	187,18	37,16	197,09	84,38	238,93
Nordeste	2.279,52	556,72	201,32	419,82	566,49	535,16
Centro-Oeste	793,98	159,89	27,79	51,51	423,27	131,52
<b>Brasil</b>	<b>9.689,59</b>	<b>1.931,71</b>	<b>1.244,50</b>	<b>1.033,20</b>	<b>4.016,47</b>	<b>1.463,71</b>
			<b>7.757,88</b>			

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A região Sudeste apresenta a maior carga orgânica gerada que é coletada e tratada por sistemas coletivos de esgotamento sanitário (2.391,49 ton DBO/dia), correspondente a 59,5% do total. Em contrapartida, as regiões Nordeste e Sudeste apresentam a maior carga orgânica gerada sem coleta e sem tratamento por soluções individuais e coletivas (40,6% e 25,3% do total, respectivamente).

Do total gerado pela população rural brasileira, 1,24 mil toneladas de DBO por dia (71,2% do total gerado) são lançadas aos corpos hídricos sem coleta ou tratamento prévio.

Para a população rural, constatou-se uma remoção de carga de 0,50 mil ton DBO/dia, equivalente a 28,8% do total gerado (1,7 mil ton DBO/dia). Os resultados para a população rural são apresentados na Tabela 45.

Tabela 45: Déficit de carga orgânica lançada em corpos hídricos por região pela população rural

REGIÃO	Carga total gerada (Ton DBO/dia)	Removida (Ton DBO/dia)	Remanescente - Déficit			
			Sem tratamento		Com tratamento	
			Com coleta e sem tratamento (Ton DBO/dia)	Sem coleta e sem tratamento (Ton DBO/dia)	Com coleta e com tratamento (Ton DBO/dia)	Sem coleta e com tratamento (Ton DBO/dia)
Centro-Oeste	97,3	34,9	0,47	17,31	0,38	44,21
Nordeste	818,7	223,4	20,39	251,39	3,08	320,46
Norte	263,6	70,5	0,82	86,85	0,10	105,29
Sudeste	330,9	89,7	32,63	104,72	6,35	97,51
Sul	234,8	83,4	1,78	36,39	2,79	110,39
<b>Brasil</b>	<b>1.745,22</b>	<b>501,91</b>	<b>56,08</b>	<b>496,67</b>	<b>12,70</b>	<b>677,86</b>
			<b>1.243,31</b>			

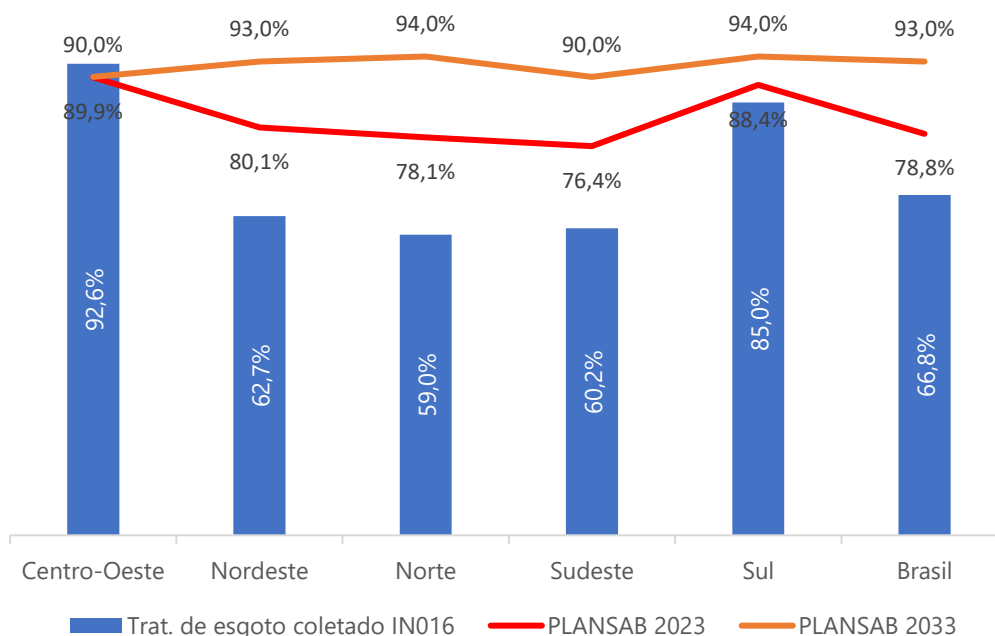
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Com base nos resultados apresentados, a população rural do Nordeste apresenta a maior parcela da carga orgânica com coleta e com tratamento, equivalente a 54,0% do total. Com relação à carga orgânica gerada que não é tratada nem coletada, a região Sudeste apresentou a maior parcela, correspondente a 53,1% do total.

### 3.3. Conclusão

Por fim, foram analisados dados obtidos no presente relatório com as metas do Plano Nacional de Saneamento Básico e do Novo Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020).

A seguir, na Figura 17, compara-se o indicador E4 do PLANSAB (% de tratamento do esgoto coletado) com as informações apresentadas neste diagnóstico. As metas do PLANSAB para 2023 e 2033 foram analisadas frente aos dados obtidos para os resultados mais recentes do SNIS (2020).



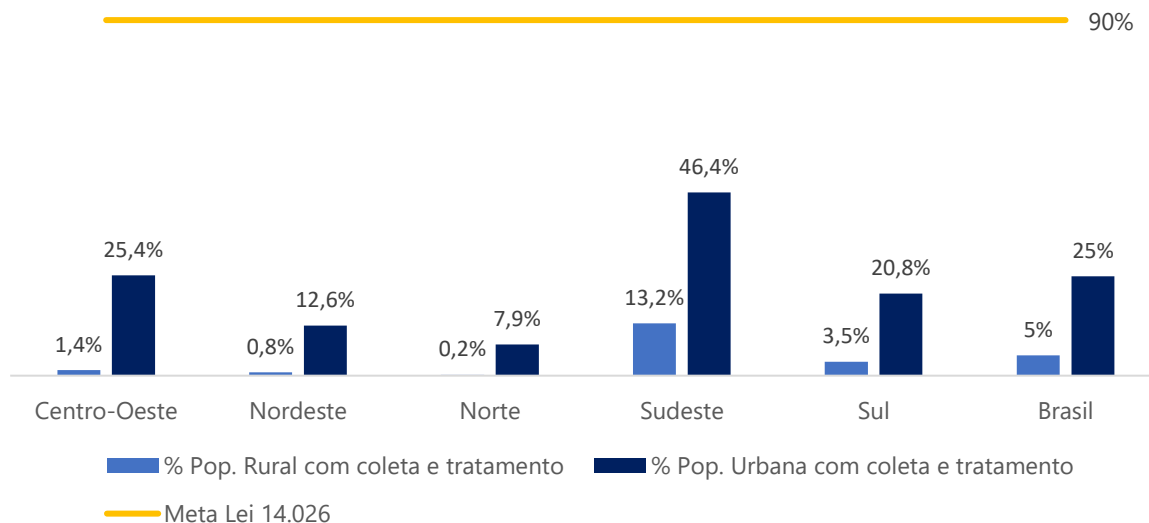
**Figura 17: Comparativo da porcentagem de esgoto tratado em relação ao coletado com as metas estabelecidas pelo PLANSAB**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Constata-se que a única região de acordo com a meta estabelecida pelo PLANSAB para 2023 e 2033 é o Centro-Oeste, com uma média de 92,6% de tratamento de todo o esgoto coletado na região.

Na Figura 18 é mostrada a porcentagem da população rural e urbana com coleta e com tratamento de esgoto sanitário conforme estimativa do presente trabalho. Conforme o Art. 11-B da Lei 14.026/2020, os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico devem definir metas de universalização de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até o ano de 2033.





**Figura 18: Porcentagem da população rural e urbana com coleta e tratamento de esgoto frente ao estabelecido pela Lei 14.026/2020**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Verifica-se que todas as regiões estão distantes da meta estabelecida pelo Novo Marco Legal do Saneamento para 2033. O Sudeste apresenta as maiores porcentagens de população rural e urbana com atendimento e coleta de esgoto, com 13,2% e 46,4% do total da região, respectivamente.

De modo geral, os resultados insatisfatórios frente às metas estabelecidas possuem influência direta pela ausência de políticas e planos municipais de saneamento em parte dos municípios brasileiros. A falta de mecanismos para controle e regulação dos serviços prestados impacta na qualidade do atendimento, visto que os planos são utilizados como instrumentos de planejamento territorial e orientação pública.

Em resumo, foi possível verificar que grande parte da carga orgânica gerada pela população rural e urbana não é assimilada pelos sistemas coletivos ou alternativos, sendo encaminhada para os corpos hídricos sem o tratamento necessário.

## 4. REFERÊNCIAS

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 547 p.

BRASIL. (2007). **Política Nacional de Saneamento Básico**. Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Brasília/DF.

BRASIL. (2020). **Lei de Saneamento Básico**. Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Brasília/DF.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **MANUAL DE SANEAMENTO**. 5. ed. Brasília, 2019. 546 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2020**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)/Ministério das Cidades.



# **REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2023**

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 2 – Diagnóstico da Limpeza Urbana e Manejo de  
Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas  
Pluviais Urbanas

JANEIRO/2022



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 2 – Diagnóstico da Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho Economista, Dr.	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
--	--

### Equipe Chave

Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo de Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Roberto Oliveira dos Santos Matemático, Dr.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>

### Equipe de Apoio

Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Msc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinícius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>

### Equipe de Apoio

Pedro Levy Sayon. Economista, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache Engenheiro Mecatrônico, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Cláudia Orsini Machado de Sousa Administradora e Bióloga, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Luccas Saqueto Espinoza Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Thainá Sanches Becker Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Larissa dos Santos Silva Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Felipe Baglioli	<i>Acadêmico de Engenharia Ambiental</i>
Guilherme Bortolotti	<i>Acadêmico de Engenharia Civil</i>
Nicolas dos Santos Rosa	<i>Acadêmico de Geologia</i>
Daniele Delgado	<i>Acadêmica de Geologia</i>

03	28/01/2022	P2	-	HRN	GJOF
02	13/01/2022	P2	-	HRN	GJOF
01	13/12/2021	P2	-	HRN	GJOF
00	03/12/2021	P2	-	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>


<b>DIAGNÓSTICO DO SETOR DE SANEAMENTO</b>			
<b>Produto 2 – Diagnóstico da Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas</b>			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho	<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Data</b>
	03	03	28/01/2022
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br   www.envexengenharia.com.br	

## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Produto 2 – Diagnóstico da Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, integrante da Revisão do Cálculo das Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o período 2022-2033, referente ao Contrato nº 221031/2021.

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral





## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.</b>	<b>MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....</b>	<b>14</b>
1.1.	Dados utilizados.....	16
1.1.1.	Fontes de dados.....	16
1.1.2.	Metodologia e análise de consistências.....	17
1.2.	Diagnóstico.....	21
1.2.1.	Gestão do Manejo de Resíduos Sólidos.....	21
1.2.2.	Déficit de Coleta Regular de RSU.....	29
1.2.3.	Déficit na Coleta Seletiva de Recicláveis.....	38
1.2.4.	Déficit na Destinação dos Resíduos.....	44
1.2.5.	Recuperação de Áreas Degradadas.....	56
1.3.	Conclusão.....	62
<b>2.</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....</b>	<b>70</b>
2.1.	PLANSAB.....	70
2.2.	Fontes Utilizadas.....	71
2.2.1.	SNIS Águas Pluviais.....	72
2.2.2.	Considerações.....	78
2.3.	Proposição de conceito de cobertura.....	79
2.4.	Diagnóstico.....	81
2.4.1.	Déficit de cobertura.....	82
2.4.2.	Déficit de gestão.....	88
2.5.	Metas do PLANSAB.....	94
2.6.	Conclusão.....	96
2.6.1.	Sugestões para os indicadores.....	97
<b>3.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Municípios Respondentes por Região e no Brasil (SNIS 2020). .....	18
Figura 2: Municípios sem Planos de Resíduos por Região e no Brasil. ....	24
Figura 3: Municípios sem Cobrança por Região e no Brasil. ....	26
Figura 4: Déficit de atendimento da coleta regular de resíduos sólidos por região. ....	32
Figura 7: Quantidade de RSU Gerada e Não Coletada por Região e no Brasil. ....	36
Figura 8: Déficit da Quantidade de RSU Não Coletada. ....	37
Figura 9: Municípios Sem Coleta Seletiva por Região e no Brasil. ....	40
Figura 10: População Urbana sem Coleta Seletiva por Região e no Brasil. ....	43
Figura 12: Municípios Sem Triagem de Recicláveis por Região e no Brasil. ....	47
Figura 13: Tratamento de Resíduos Orgânicos, Metas PLANSAB e Déficit Por Região e no Brasil. ....	50
Figura 14: Municípios com Área Degradadas por Disposição Inadequada de RSU por Região e no Brasil. ....	60
Figura 15: Municípios sem Plano, Política e Cobrança de Resíduos por Região e no Brasil. ....	63
Figura 16: Déficit de Coleta e Disposição Inadequada por Região e no Brasil. ....	64
Figura 17: Comparativo entre o percentual de municípios com cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos e a meta do PLANSAB por região. ....	65
Figura 18: Comparativo entre o percentual de municípios com coleta seletiva de recicláveis e as metas do PLANSAB por região. ....	66
Figura 19: Comparativo entre o percentual de municípios com disposição inadequada de RSU e as metas do PLANSAB por região. ....	67
Figura 20: Comparativo entre o percentual da quantidade de resíduos com disposição inadequada de RSU e as metas do PLANSAB por região. ....	67
Figura 21: Comparativo entre o percentual de municípios com disposição adequada e a meta estabelecida pelo Novo Marco de Saneamento. ....	68
Figura 22: Municípios respondentes do SNIS-AP 2020. ....	73
Figura 23: Municípios participantes do SNIS-AP 2020 por região. ....	74
Figura 24: Municípios participantes do SNIS-AP 2020 por estado. ....	76
Figura 25: Municípios participantes do SNIS-AP 2020 por faixa populacional. ....	78
Figura 26: Déficit de cobertura por região e estado. ....	85

Figura 27: Visão geral dos Déficits de cobertura.....	87
Figura 28: Déficit de gestão por região e estado.....	91
Figura 29: Visão geral dos Déficits de gestão.....	93
Figura 30: Situação atual das metas do PLANSAB.....	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Metas do PLANSAB para o manejo de resíduos sólidos.....	15
Tabela 2: Quantidade de municípios que responderam ao SNIS 2020 por região.....	18
Tabela 3: Quantidade de municípios que responderam ao SNIS 2020 por estado.....	18
Tabela 4: Faixas populacionais consideradas no diagnóstico de manejo de resíduos sólidos.	20
Tabela 5: Estimativa de municípios sem planos de resíduos sólidos por estado.....	22
Tabela 6: Estimativa de municípios sem planos de resíduos sólidos por região.....	23
Tabela 7: Estimativa de municípios sem cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos por estado.....	24
Tabela 8: Estimativa de municípios sem cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos por região.....	26
Tabela 9: Estimativa de municípios que não possuem suficiência financeira nos serviços de manejo de resíduos sólidos por estado.....	27
Tabela 10 Estimativa de municípios que não possuem suficiência financeira nos serviços de manejo de resíduos sólidos por região.....	28
Tabela 11: Estimativa da população não atendida com coleta regular de RSU por estado.....	30
Tabela 12: Estimativa da população não atendida com coleta regular de RSU por região.....	31
Tabela 13: Taxas de geração per capita de resíduos sólidos por região e por faixa populacional.....	33
Tabela 14: Estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerada e não coletada por estado.	35
Tabela 15: Estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerada e não coletada por região..	36
Tabela 16: Estimativa de municípios sem coleta seletiva por estado.....	39
Tabela 17: Estimativa de municípios sem coleta seletiva implantada por região.....	40
Tabela 18: Estimativa da população urbana não atendida com coleta seletiva por estado.....	42
Tabela 19: Estimativa da população urbana não atendida com coleta seletiva por região.....	43
Tabela 20: Estimativa de municípios sem triagem de resíduos recicláveis e quantidades de unidades de triagem por estado.....	45
Tabela 21: Estimativa de municípios sem triagem de resíduos recicláveis e quantidade de unidades de triagem de recicláveis por região.....	47
Tabela 22: Quantidades de resíduos orgânicos encaminhada para unidades de tratamento e taxas de tratamento por estado.....	48

Tabela 23: Quantidades de resíduos orgânicos encaminhada para unidades de tratamento, taxas de tratamento e déficits por região. ....	50
Tabela 24: Estimativa de municípios e da população total com disposição inadequada de RSU por estado. ....	52
Tabela 25: Municípios e população com disposição inadequada de RSU por região. ....	53
Tabela 26: Déficit total da população e da quantidade de resíduos com disposição inadequada por estado. ....	54
Tabela 27: Déficit total da população e da quantidade de resíduos com disposição inadequada por região. ....	56
Tabela 28: Estimativa de municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por estado. ....	58
Tabela 29: Municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por região. ....	59
Tabela 30: Número de áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por estado. ....	60
Tabela 31: Número de áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por região. ....	62
Tabela 32: Municípios com disposição adequada de resíduos conforme o Novo Marco de Saneamento. ....	68
Tabela 33: Indicadores do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. ....	71
Tabela 34: Metas do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. ....	71
Tabela 35: Municípios participantes do SNIS-AP por ano Base. ....	72
Tabela 36: Total de municípios participantes do SNIS-AP 2020 para as regiões do Brasil. ....	74
Tabela 37: Total de municípios participantes do SNIS-AP 2020 para os Estados do Brasil. ....	75
Tabela 38: Faixas Populacionais adotadas pelo SNIS. ....	77
Tabela 39: Total de municípios participantes do SNIS-AP 2020 por faixa populacional. ....	77
Tabela 40: Déficit de cobertura por região. ....	83
Tabela 41: Déficit de cobertura por Estado. ....	83
Tabela 42: Déficit de cobertura por faixa populacional. ....	86
Tabela 43: Déficit de gestão por região em número de municípios. ....	89
Tabela 44: Déficit de gestão por Estado em número de municípios. ....	89
Tabela 45: Déficit de gestão por faixa populacional. ....	92

Tabela 46: Indicadores do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.....	94
Tabela 47: Metas do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas para 2020.....	94
Tabela 48: Sugestão de Indicadores de Gestão para o PLANSAB.....	98
Tabela 49: Valores para os indicadores de Gestão 2020.....	98

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento, trata-se do Produto 2 – Diagnóstico da Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, o qual integra o projeto de revisão de cálculo das necessidades de investimentos em saneamento básico para o período 2022-2033.

Este produto compreende a descrição dos dados e da metodologia utilizada, bem como a forma de cálculo dos déficits destes dois eixos do saneamento básico. Evidencia-se que este diagnóstico consiste na base para as próximas etapas de cálculo das necessidades de investimentos em saneamento básico.

## 1. MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O levantamento e a caracterização do déficit nos serviços de manejo de resíduos sólidos foram realizados de forma a permitir uma constante análise da evolução dos números e conseqüentemente avaliar o atendimento das metas sobre disposição final ambientalmente adequada de resíduos estabelecidas na Lei nº 14.026 de 2020 que atualiza o marco legal do saneamento básico e das demais metas estabelecidas no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) para o setor.

O Novo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026 de 2020, alterou o prazo estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2010) sobre o encerramento de áreas irregulares de disposição de rejeitos, estabelecendo que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira. Para os municípios que possuem Plano e realizam cobrança foram definidos os seguintes prazos para implementação da disposição final ambientalmente adequada:

- Até 2 de agosto de 2021, para capitais de estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
- Até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;



- Até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010;
- Até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

Além dos prazos da Lei sobre disposição final, o PLANSAB (2019) estabeleceu metas para o manejo de resíduos sólidos, conforme apresentado Tabela 1.

Tabela 1: Metas do PLANSAB para o manejo de resíduos sólidos.

Indicador	Formulação	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudoeste	Sul	Centro-Oeste
R1. % de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Número de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos urbanos / Total de domicílios	2023	90,6	78,5	82	97,4	95,8	93,6
		2033	95,4	88,1	89,4	99,4	98,7	96,9
R2. % de domicílios urbanos atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Número de domicílios urbanos atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos urbanos (2) / Total de domicílios urbanos	2023	98,7	96,6	97	100	100	100
		2033	100	100	100	100	100	100
R3. % de domicílios rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Número de domicílios rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos urbanos (2) / Total de domicílios rurais	2023	328	12	28,7	45,5	59,7	24,1
		2033	46,8	28,1	40,4	62,9	71,4	42,1
R5. % de municípios com coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares secos	Número de municípios com coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares secos / Total de municípios	2023	37,2	12,5	16,1	46,8	56,6	24,5
		2033	43	22	28	53	63	27
R6. % de municípios que cobram pelo serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos	Número de municípios que cobram pelo serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos (2) / Total de municípios	2023	65,2	38,5	29,6	76,4	99	45,7
		2033	100	100	100	100	100	100
R7. % da massa de resíduos sólidos com disposição final ambientalmente inadequada	Massa de resíduos sólidos cuja disposição é feita em aterro controlado, lixão ou vazadouro / Total da massa de resíduos sólidos dispostos em aterro sanitário, aterro controlado, lixão ou vazadouro	2023	18,3	29,8	27,6	8,8	4,5	35,7
		2033	0	0	0	0	0	0
R8. % de desvio de resíduos sólidos	Massa de resíduos sólidos orgânicos encaminhada para as unidades de	2023	2,8	1,9	1,8	3,3	3,3	3,4

Indicador	Formulação	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudoeste	Sul	Centro-Oeste
orgânicos da disposição final	compostagem, biodigestão e manejo de podas e galhadas / Total da massa de resíduos sólidos coletada	2033	10,4	7,2	6,9	12,3	12,3	12,9

Fonte: PLANSAB (2019), adaptado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Para realização do diagnóstico, a principal fonte de dados utilizada foi o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), por ser alimentado pelos municípios, titulares dos serviços, por ter periodicidade anual, permitindo a constante avaliação da evolução dos serviços por estados e por apresentar informações sobre oferta dos serviços.

Outras fontes de dados como CENSO e PNAD apresentam informações relativas às práticas adotadas pela população e não refletem necessariamente a oferta dos serviços pelo poder público. Além disso, a PNAD é amostral não tendo dados para municípios e o CENSO é realizado apenas a cada 10 anos, dificultando o acompanhamento das evoluções alcançadas.

## 1.1. Dados utilizados

### 1.1.1. Fontes de dados

Para a estimativa de déficits nos serviços de manejo de resíduos sólidos, foram utilizadas as seguintes fontes de dados:

- Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) – Publicado em 2019. Dispõe sobre as metas a serem alcançadas no manejo de resíduos sólidos;
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) – Série Histórica: Dados referentes ao ano de 2020. Abrange indicadores e índices referentes à população atendida com serviços de manejo de resíduos sólidos, com base em informações fornecidas pelos municípios;

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Dados da estimativa de população referente ao ano de 2020;
- Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR) – Informações sobre disposição final de resíduos sólidos urbanos;
- Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) – Atlas de Destinação Final de Resíduos Brasil 2020: Informações sobre a disposição final de resíduos sólidos urbanos;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo Demográfico 2010, proporção da população urbana e rural.

Utilizar os dados do SNIS como principal fonte de informações requer o tratamento dos dados para extrapolação dos mesmos, uma vez que estes são fornecidos pelos municípios e em geral não são respondidos por todos os municípios. Porém, a grande vantagem é ter uma boa amostragem com informações anuais, possibilitando o acompanhamento da evolução da prestação dos serviços e consequentemente a necessidade de investimentos.

### 1.1.2. Metodologia e análise de consistências

Conforme citado anteriormente, a fonte de dados utilizada neste diagnóstico foi o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), com dados do ano de 2020. Neste ano 4589 municípios responderam ao SNIS Resíduos Sólidos, representando 82% dos municípios brasileiros.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de municípios respondentes de cada região, com a região Nordeste apresentando o menor percentual de respondentes, 72% do total de municípios da região. A região Sul teve o maior número relativo de respondentes, com 91% do total de municípios da região.

Tabela 2: Quantidade de municípios que responderam ao SNIS 2020 por região.

Região	Total de Municípios da Região (IBGE)	Total de Municípios Respondentes do SNIS 2020	Percentual de Respondentes (%)
Centro-Oeste	467	386	82,7%
Nordeste	1794	1294	72,1%
Norte	450	334	74,2%
Sudeste	1668	1486	89,1%
Sul	1191	1089	91,4%
<b>Brasil</b>	<b>5570</b>	<b>4589</b>	<b>82,4%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

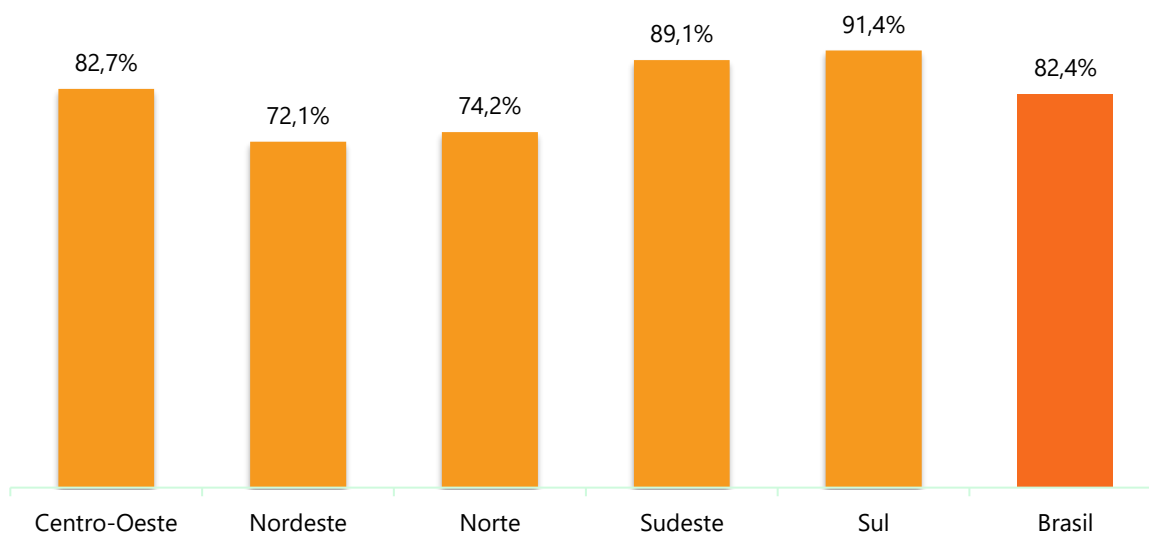


Figura 1: Municípios Respondentes por Região e no Brasil (SNIS 2020).

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 3 apresenta os respondentes por estado, sendo o Amapá o estado com o menor percentual de respondentes (50,0%).

Tabela 3: Quantidade de municípios que responderam ao SNIS 2020 por estado.

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Total de Municípios Respondentes do SNIS 2020	Percentual de Respondentes (%)
Acre	22	15	68,2%
Alagoas	102	84	82,4%
Amapá	16	8	50,0%

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Total de Municípios Respondentes do SNIS 2020	Percentual de Respondentes (%)
Amazonas	62	42	67,7%
Bahia	417	293	70,3%
Ceará	184	158	85,9%
Distrito Federal	1	1	100,0%
Espírito Santo	78	70	89,7%
Goiás	246	209	85,0%
Maranhão	217	143	65,9%
Mato Grosso	141	102	72,3%
Mato Grosso do Sul	79	74	93,7%
Minas Gerais	853	728	85,3%
Pará	144	95	66,0%
Paraíba	223	163	73,1%
Paraná	399	362	90,7%
Pernambuco	185	125	67,6%
Piauí	224	159	71,0%
Rio de Janeiro	92	84	91,3%
Rio Grande do Norte	167	105	62,9%
Rio Grande do Sul	497	450	90,5%
Rondônia	52	45	86,5%
Roraima	15	12	80,0%
Santa Catarina	295	277	93,9%
São Paulo	645	604	93,6%
Sergipe	75	64	85,3%
Tocantins	139	117	84,2%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Como os dados não abrangem 100% dos municípios as análises de déficits foram feitas a partir das taxas de atendimento de cada serviço, ou seja, o percentual de atendimento. A partir das taxas calculadas foram extrapolados os dados para calcular a população não atendida. As taxas de atendimento foram calculadas por faixa populacional e por região, considerando todos os respondentes de cada faixa por região.

Foram consideradas sete faixas populacionais, conforme apresentado na Tabela 4, sendo que na faixa 7 encontram-se apenas os municípios de Rio de Janeiro e São Paulo. A divisão das faixas populacionais foi feita de forma condizente com as faixas populacionais do SNIS, tendo sido acrescida apenas uma divisão: a Faixa 1 até 10 mil habitantes.

*Tabela 4: Faixas populacionais consideradas no diagnóstico de manejo de resíduos sólidos.*

Faixa Populacional	Número de Habitantes
1	Até 10 mil habitantes
2	De 10.001 a 30 mil habitantes
3	De 30.001 a 100 mil habitantes
4	De 100.001 a 250 mil habitantes
5	De 250.001 a 1 milhão habitantes
6	De 1.000.001 a 4 milhões habitantes
7	Acima de 4 milhões

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A partir das taxas de atendimento de cada faixa populacional por região foram preenchidos os dados dos municípios não respondentes daquela região, de forma a obter resultados para o total de municípios. A partir disso foram calculados os déficits por município e então por estado e região.

Neste diagnóstico os déficits foram analisados sob a perspectiva de municípios, população e massa de resíduos. Como por exemplo o número de municípios, o número de habitantes e a quantidade de toneladas de resíduos com disposição final inadequada.

## 1.2. Diagnóstico

### 1.2.1. Gestão do Manejo de Resíduos Sólidos

O déficit no manejo de resíduos sólidos não pode ser avaliado apenas sob a perspectiva de infraestruturas, uma vez que a gestão e o gerenciamento dos serviços impactam diretamente na qualidade e na abrangência do atendimento à população.

A avaliação da gestão dos serviços de manejo de resíduos sólidos foi realizada a partir da existência de Política e Plano Municipal ou Regional de Saneamento ou Resíduos Sólidos, pela realização da cobrança pela prestação dos serviços e a respeito da suficiência financeira, ou seja, se o que é arrecadado com a cobrança é suficiente para cobrir os custos operacionais dos serviços por estados, assim como pela existência de ente regulador dos serviços.

O regramento e o planejamento dos serviços públicos municipais são imprescindíveis para o direcionamento dos investimentos de recursos para o alcance da universalização e melhoria na prestação dos serviços. A elaboração do Plano está prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como obrigação indelegável dos titulares dos serviços, no caso os municípios. Os planos podem ser municipais, no caso de interesse local, ou regionais quando existirem interesses comuns com outros municípios ou com o próprio estado.

A cobrança pela prestação dos serviços públicos ofertados, com suficiência, além de ser uma obrigação prevista em Lei, é fundamental para a garantir a continuidade e a ampliação na oferta dos serviços.

### *Déficits de gestão*

Em relação aos Planos, foi considerado tendo déficit em planejamento os municípios que não possuem Plano de Resíduos Sólidos e/ou Planos de Saneamento

que contemplem o setor de Resíduos Sólidos. Foram utilizadas as informações do SNIS (2020) referentes a existência de Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PO048) e a existência de Plano Municipal de Saneamento Básico (PO028) abrangendo a componente de resíduos sólidos (PO036). Na Tabela 5, a seguir, verifica-se que os estados do Amapá e de Pernambuco são os que possuem os maiores percentuais de municípios que não possuem Planos Municipais ou Regionais de Resíduos Sólidos ou Saneamento, com 75,0% e 66,4%, respectivamente. Quanto aos menores percentuais de municípios sem Planos, estes são verificados para os estados de Mato Grosso do Sul, com 8,1%, e São Paulo, com 13,2%. Já analisando os estados com maior número de municípios sem Planos de Resíduos Sólidos, nota-se que estes correspondem a Minas Gerais, com 357 municípios, seguido da Bahia, com 276.

Tabela 5: Estimativa de municípios sem planos de resíduos sólidos por estado.

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios Sem Planos de Resíduos na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Planos de Resíduos na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Planos de Resíduos
Acre	22	5	33,3%	7
Alagoas	102	52	61,9%	63
Amapá	16	6	75,0%	12
Amazonas	62	11	26,2%	16
Bahia	417	194	66,2%	276
Ceará	184	70	44,3%	82
Distrito Federal	1	0	0,0%	0
Espírito Santo	78	15	21,4%	17
Goiás	246	98	46,9%	115
Maranhão	217	81	56,6%	123
Mato Grosso	141	41	40,2%	57
Mato Grosso do Sul	79	6	8,1%	6
Minas Gerais	853	305	41,9%	357
Pará	144	52	54,7%	79
Paraíba	223	101	62,0%	138
Paraná	399	84	23,2%	93



Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios Sem Planos de Resíduos na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Planos de Resíduos na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Planos de Resíduos
Pernambuco	185	83	66,4%	123
Piauí	224	93	58,5%	131
Rio de Janeiro	92	39	46,4%	43
Rio Grande do Norte	167	67	63,8%	107
Rio Grande do Sul	497	77	17,1%	85
Rondônia	52	17	37,8%	20
Roraima	15	7	58,3%	9
Santa Catarina	295	54	19,5%	58
São Paulo	645	80	13,2%	85
Sergipe	75	25	39,1%	29
Tocantins	139	41	35,0%	49

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

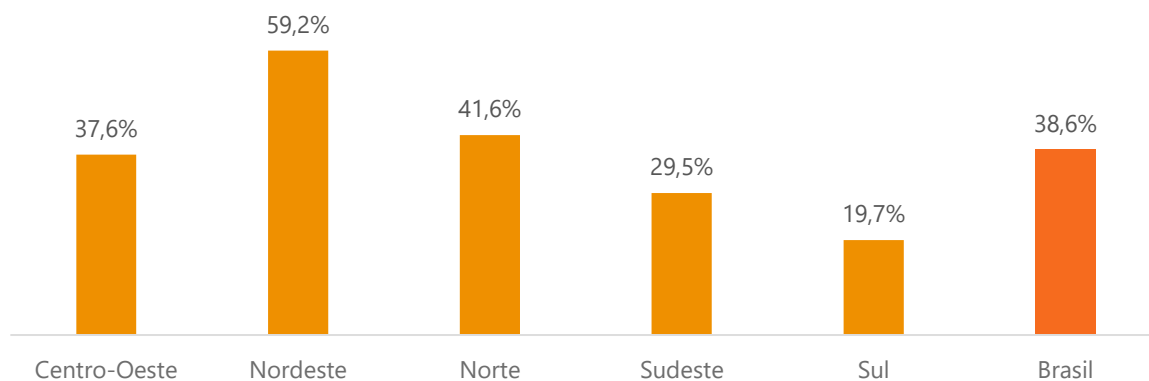
A Tabela 6 exibe as informações referentes aos municípios deficitários em Planos por região. Observa-se que a região Nordeste é a que possui o maior percentual de municípios sem Planos, com 59,2%, enquanto a região Sul é a que possui o menor percentual, com 19,7%. Ao total, estima-se que o Brasil possui 38,6% dos municípios sem Planos de Resíduos Sólidos. Destaca-se que a estimativa do universo de municípios sem planos de resíduos, exibida na Tabela 6, foi obtida por meio da multiplicação do percentual de municípios sem planos de resíduos na amostra pelo total de municípios de cada região. No caso da estimativa nacional, esta foi obtida por meio da soma das estimativas das regiões.

Tabela 6: Estimativa de municípios sem planos de resíduos sólidos por região.

Região	Municípios Sem Planos de Resíduos na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Planos de Resíduos
Centro-Oeste	37,6%	175
Nordeste	59,2%	1062
Norte	41,6%	187

Região	Municípios Sem Planos de Resíduos na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Planos de Resíduos
Sudeste	29,5%	493
Sul	19,7%	235
<b>Brasil</b>	<b>38,6%</b>	<b>2153</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2021).



**Figura 2: Municípios sem Planos de Resíduos por Região e no Brasil.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A respeito da cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos, foram utilizadas as informações do SNIS (2020) referentes a existência de cobrança (FN201). Verifica-se que os estados do Maranhão e Sergipe apresentaram 100% de déficit, ou seja, nenhum município realiza a cobrança. A Tabela 7 a seguir apresenta o resultado por estado.

*Tabela 7: Estimativa de municípios sem cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos por estado.*

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios Sem Cobrança na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Cobrança na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Cobrança
Acre	22	12	80,0%	18
Alagoas	102	74	88,1%	90

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios Sem Cobrança na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Cobrança na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Cobrança
Amapá	16	7	87,5%	14
Amazonas	62	40	95,2%	59
Bahia	417	282	96,2%	401
Ceará	184	157	99,4%	183
Distrito Federal	1	0	0,0%	0
Espírito Santo	78	35	50,0%	39
Goiás	246	192	91,9%	226
Maranhão	217	143	100,0%	217
Mato Grosso	141	53	52,0%	73
Mato Grosso do Sul	79	36	48,6%	38
Minas Gerais	853	436	59,9%	511
Pará	144	82	86,3%	124
Paraíba	223	154	94,5%	211
Paraná	399	66	18,2%	73
Pernambuco	185	92	73,6%	136
Piauí	224	156	98,1%	220
Rio de Janeiro	92	43	51,2%	47
Rio Grande do Norte	167	87	82,9%	138
Rio Grande do Sul	497	77	17,1%	85
Rondônia	52	8	17,8%	9
Roraima	15	11	91,7%	14
Santa Catarina	295	37	13,4%	39
São Paulo	645	285	47,2%	304
Sergipe	75	64	100,0%	75
Tocantins	139	109	93,2%	129

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Quanto às regiões, o Nordeste apresenta o maior déficit de cobrança com 93,4% totalizando 1.676 municípios. A região Sul apresenta o menor déficit com cerca de 16,5% dos municípios. A análise para o país apresentou estimativa de 62,4% dos municípios sem cobrança, ou seja, 3.474 municípios não possuem nenhuma arrecadação específica para custeio dos serviços por estados. Evidencia-se que as

estimativas apresentadas na Tabela 8 foram obtidas por meio da multiplicação dos percentuais de municípios sem cobrança na amostra pelo total de municípios da região. Já a estimativa nacional foi obtida por meio da soma das estimativas das regiões.

Tabela 8: Estimativa de municípios sem cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos por região.

Regiões	Municípios Sem Cobrança na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Cobrança
Centro-Oeste	72,8%	340
Nordeste	93,4%	1676
Norte	80,5%	362
Sudeste	53,8%	897
Sul	16,5%	197
<b>Brasil</b>	<b>62,4%</b>	<b>3474</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

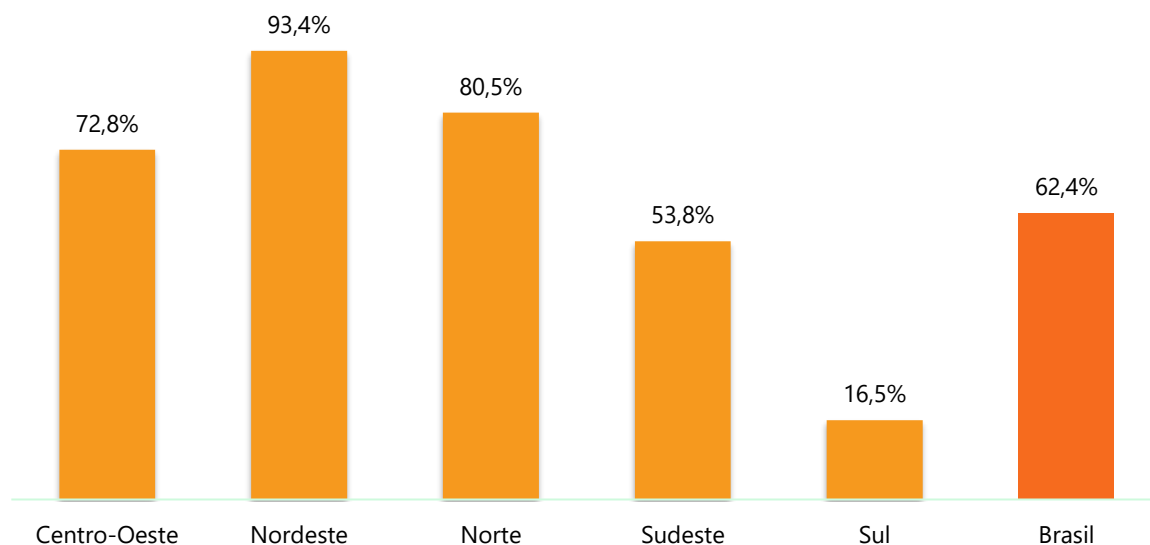


Figura 3: Municípios sem Cobrança por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Quanto a suficiência financeira na cobrança dos serviços de manejo de resíduos sólidos, esta foi avaliada por meio das informações do SNIS (2020) relativas à existência de cobrança (FN201) e ao indicador de autossuficiência financeira (IN005). Sendo

assim, para obtenção do número de municípios que não possuem suficiência financeira, apresentados na Tabela 9, somou-se os municípios que não realizam cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos (FN201 = Não) com os municípios que realizam cobrança, mas não arrecadam o suficiente para custear os serviços (IN005 < 100%). Verifica-se na Tabela 9 que das 27 unidades da federação brasileiras, 8 possuem o percentual de municípios que não possuem suficiência financeira equivalente a 100%.

*Tabela 9: Estimativa de municípios que não possuem suficiência financeira nos serviços de manejo de resíduos sólidos por estado.*

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira
Acre	22	14	93,3%	21
Alagoas	102	83	98,8%	101
Amapá	16	8	100,0%	16
Amazonas	62	41	97,6%	61
Bahia	417	293	100,0%	417
Ceará	184	157	99,4%	183
Distrito Federal	1	1	100,0%	1
Espírito Santo	78	66	94,3%	74
Goiás	246	206	98,6%	242
Maranhão	217	143	100,0%	217
Mato Grosso	141	97	95,1%	134
Mato Grosso do Sul	79	70	94,6%	75
Minas Gerais	853	717	98,5%	840
Pará	144	92	96,8%	139
Paraíba	223	163	100,0%	223
Paraná	399	318	87,8%	351
Pernambuco	185	122	97,6%	181
Piauí	224	159	100,0%	224
Rio de Janeiro	92	80	95,2%	88
Rio Grande do Norte	167	103	98,1%	164

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira
Rio Grande do Sul	497	414	92,0%	457
Rondônia	52	40	88,9%	46
Roraima	15	12	100,0%	15
Santa Catarina	295	246	88,8%	262
São Paulo	645	557	92,2%	595
Sergipe	75	64	100,0%	75
Tocantins	139	116	99,1%	138

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A seguir, a Tabela 10 exibe a estimativa de municípios que não possuem suficiência financeira nos serviços de manejo de resíduos sólidos por região. Nota-se que a região que possui o menor percentual de municípios com insuficiência financeira, que compreendem os municípios que não cobram pelos serviços de manejo de resíduos sólidos e os que cobram mas não arrecadam o suficiente para custear os serviços, é a Região Sul com 89,8%, ao passo que a região que possui o maior percentual é a Nordeste, com 99,5%. Observa-se ainda que a estimativa nacional de municípios que não possuem suficiência financeira equivale a 95,8% dos municípios brasileiros. Destaca-se que as estimativas apresentadas na Tabela 10 foram obtidas por meio da multiplicação do percentual de municípios que não possuem suficiência financeira na amostra pelo total de municípios de cada região. Para obter a estimativa nacional o procedimento adotado foi somar as estimativas das regiões.

*Tabela 10 Estimativa de municípios que não possuem suficiência financeira nos serviços de manejo de resíduos sólidos por região.*

Região	Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira
Centro-Oeste	96,9%	452
Nordeste	99,5%	1784

Região	Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios que Não Possuem Suficiência Financeira
Norte	97,3%	438
Sudeste	95,6%	1594
Sul	89,8%	1070
<b>Brasil</b>	<b>95,8%</b>	<b>5338</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 1.2.2. Déficit de Coleta Regular de RSU

O déficit de coleta regular de resíduos sólidos urbanos foi analisado sob dois aspectos: a população não atendida e a massa de resíduos não coletada.

#### *População não atendida*

O levantamento do déficit de atendimento com a coleta regular de RSU foi realizado a partir do cálculo da taxa de atendimento da população total (população total atendida (Co164)/população total estimada), da população urbana (população urbana atendida (Co050)/população urbana estimada) e da população rural [(Co164 – Co050)/população rural estimada]. Foi considerado como atendimento todo tipo de serviço de coleta disponibilizado: coleta porta a porta independente da frequência de coleta e, também, a coleta por meio de contêiner.

O percentual de atendimento calculado, por região e por faixa populacional, foi estendido para os municípios não respondentes ao SNIS. A partir do preenchimento de todos os municípios, foi calculado o déficit para cada Estado e Macrorregião.

A Tabela 11 apresenta o percentual de déficit de atendimento da população total, urbana e rural calculado para os estados e o número de habitantes sem atendimento com coleta. Em termos percentuais o Maranhão é o estado com maior déficit de atendimento da população total com cerca de 31,9%, já em número de habitantes a Bahia é o estado com maior população sem atendimento com serviços de coleta,

totalizando cerca de 3,4 milhões de habitantes, destes cerca de 2,7 milhões referem-se à população residente na área rural.

Tabela 11: Estimativa da população não atendida com coleta regular de RSU por estado.

Estado	Pop. Total Sem Coleta (%)	Pop. Urbana Sem Coleta (%)	Pop. Rural Sem Coleta (%)	Pop. Total Sem Coleta (hab)	Pop. Urbana Sem Coleta (hab)	Pop. Rural Sem Coleta (hab)
Acre	26,7%	7,4%	77,5%	238.940	47.968	190.972
Alagoas	19,9%	3,3%	67,4%	667.292	83.064	584.228
Amapá	13,8%	8,0%	63,1%	119.245	61.850	57.395
Amazonas	20,5%	4,2%	82,8%	860.590	141.093	719.497
Bahia	22,9%	6,5%	66,6%	3.415.878	710.582	2.705.296
Ceará	17,8%	3,2%	62,6%	1.631.543	219.719	1.411.824
Distrito Federal	2,0%	2,0%	0,9%	61.103	60.193	910
Espírito Santo	8,1%	1,0%	45,6%	328.596	33.664	294.932
Goiás	8,5%	2,1%	71,6%	605.873	136.344	469.530
Maranhão	31,9%	8,9%	71,3%	2.266.557	398.621	1.867.936
Mato Grosso	17,8%	4,7%	77,7%	629.267	135.936	493.331
Mato Grosso do Sul	12,9%	0,9%	84,6%	362.197	21.467	340.729
Minas Gerais	10,8%	2,5%	60,9%	2.303.689	458.809	1.844.880
Pará	28,1%	6,5%	74,2%	2.429.393	382.775	2.046.618
Paraíba	22,8%	6,5%	74,1%	920.722	198.262	722.460
Paraná	9,8%	1,0%	63,8%	1.128.056	94.333	1.033.723
Pernambuco	16,7%	5,7%	61,6%	1.607.877	436.900	1.170.977
Piauí	29,5%	6,0%	75,1%	969.391	130.168	839.223
Rio de Janeiro	1,5%	0,5%	29,4%	258.151	86.494	171.657
Rio Grande do Norte	16,9%	5,4%	58,4%	597.618	149.446	448.172
Rio Grande do Sul	8,1%	0,7%	52,0%	922.208	68.239	853.969
Rondônia	27,2%	10,9%	75,5%	489.185	145.791	343.394
Roraima	20,4%	2,0%	86,9%	128.514	9.725	118.789
Santa Catarina	9,2%	1,2%	55,0%	668.779	71.389	597.390
São Paulo	2,3%	0,3%	48,9%	1.050.954	123.734	927.219
Sergipe	15,0%	3,0%	49,7%	348.949	51.331	297.618
Tocantins	19,6%	4,7%	78,1%	311.877	59.655	252.222

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

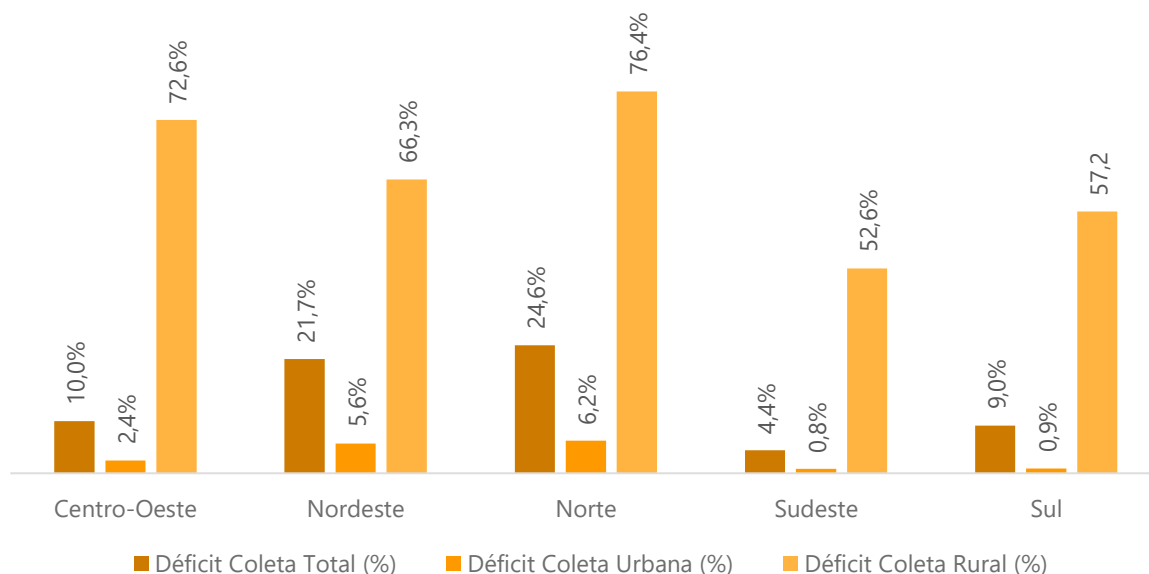


A Tabela 12 e o gráfico da Figura 4 apresentam os resultados agrupados por região do país das estimativas de população não atendida com coleta regular de RSU. Novamente analisando em termos percentuais a região Norte é a que apresenta maior déficit total de atendimento com 6,2% da população urbana e 76,4% da população rural sem atendimento totalizando cerca de 4,5 milhões de habitantes. A região Nordeste é a que apresenta maior contingente populacional sem atendimento com coleta de RSU, mais de 12 milhões de habitantes, destes mais de 10 milhões residentes na área rural. Evidencia-se que para obter-se as estimativas nacionais de população total, urbana e rural sem coleta regular de RSU foram somadas as estimativas de cada região.

Tabela 12: Estimativa da população não atendida com coleta regular de RSU por região.

Regiões	Pop. Total Sem Coleta (%)	Pop. Urbana Sem Coleta (%)	Pop. Rural Sem Coleta (%)	Pop. Total Sem Coleta (hab)	Pop. Urbana Sem Coleta (hab)	Pop. Rural Sem Coleta (hab)
Centro-Oeste	10,0%	2,4%	72,6%	1.658.440	353.940	1.304.500
Nordeste	21,7%	5,6%	66,3%	12.425.828	2.378.093	10.047.735
Norte	24,6%	6,2%	76,4%	4.577.745	848.857	3.728.888
Sudeste	4,4%	0,8%	52,6%	3.941.390	702.701	3.238.689
Sul	9,0%	0,9%	57,2%	2.719.043	233.961	2.485.082
<b>Brasil</b>	<b>12,0%</b>	<b>2,5%</b>	<b>64,3%</b>	<b>25.322.446</b>	<b>4.517.552</b>	<b>20.804.894</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).



**Figura 4: Déficits de atendimento da coleta regular de resíduos sólidos por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

O déficit total estimado para o Brasil alcança mais de 25 milhões de habitantes, aproximadamente 12,0% do total do país. Destes, 2,5% encontram-se na área urbana, cerca de 4,5 milhões, e 64,3% na área rural, cerca de 20,8 milhões de habitantes.

### *Quantidade de resíduos não coletada*

A estimativa da quantidade, em massa, de resíduos sólidos urbanos não coletada foi realizada a partir do cálculo da taxa de quantidade coletada per capita de RSU considerando dados de quantidade total de resíduos coletados (Co119) dividido pela população total atendida (Co164) pelo serviço de coleta. Neste item foram considerados apenas os municípios que informaram utilizar balança para pesagem dos resíduos.

Para esta estimativa além da avaliação por porte de município por Região, também foi considerado se o município é litorâneo, uma vez que a geração de resíduos tende a ser maior em municípios com população flutuante.

A Tabela 13 apresenta a quantidade coletada per capita de resíduos calculada para cada região do país, por faixa populacional de municípios litorâneos e não litorâneos. Como pode ser observado, em média os maiores valores encontram-se no Nordeste, que como observado no item anterior apresenta o maior déficit de atendimento com coleta de RSU do país.

Tabela 13: Taxas de geração per capita de resíduos sólidos por região e por faixa populacional.

Região	Faixa Populacional	Massa Coletada Per Capita (kg/dia.hab)	Massa Coletada Per Capita Municípios Litorâneos (kg/dia.hab)
Centro-Oeste	Até 10 mil habitantes	1,00	-
	De 10.001 a 30 mil habitantes	1,12	-
	De 30.001 a 100 mil habitantes	0,94	-
	De 100.001 a 250 mil habitantes	0,91	-
	De 250.001 a 1 milhão habitantes	1,17	-
	De 1.000.001 a 4 milhões habitantes	0,76	-
	Acima de 4 milhões	-	-
Nordeste	Até 10 mil habitantes	0,84	1,67
	De 10.001 a 30 mil habitantes	0,75	1,10
	De 30.001 a 100 mil habitantes	0,97	1,22
	De 100.001 a 250 mil habitantes	0,99	1,20
	De 250.001 a 1 milhão habitantes	1,16	1,10
	De 1.000.001 a 4 milhões habitantes	0,00	1,32
	Acima de 4 milhões	-	-
Norte	Até 10 mil habitantes	0,64	-
	De 10.001 a 30 mil habitantes	0,72	-
	De 30.001 a 100 mil habitantes	1,05	-
	De 100.001 a 250 mil habitantes	0,86	-
	De 250.001 a 1 milhão habitantes	1,08	0,58
	De 1.000.001 a 4 milhões habitantes	1,12	-
	Acima de 4 milhões	-	-
Sudeste	Até 10 mil habitantes	0,72	-
	De 10.001 a 30 mil habitantes	0,75	0,71
	De 30.001 a 100 mil habitantes	0,82	1,28

Região	Faixa Populacional	Massa Coletada Per Capita (kg/dia.hab)	Massa Coletada Per Capita Municípios Litorâneos (kg/dia.hab)
	De 100.001 a 250 mil habitantes	0,84	1,02
	De 250.001 a 1 milhão habitantes	0,95	1,30
	De 1.000.001 a 4 milhões habitantes	0,92	1,04
	Acima de 4 milhões	0,85	1,31
Sul	Até 10 mil habitantes	0,65	0,80
	De 10.001 a 30 mil habitantes	0,72	1,52
	De 30.001 a 100 mil habitantes	0,72	0,99
	De 100.001 a 250 mil habitantes	0,69	1,05
	De 250.001 a 1 milhão habitantes	0,92	1,17
	De 1.000.001 a 4 milhões habitantes	0,90	-
	Acima de 4 milhões	-	-

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A partir da massa per capita foi calculada a quantidade total de resíduos a ser coletada por município, considerando a população urbana e rural. Para obter a quantidade de RSU a ser disponibilizada para coleta e não coletada nos municípios, foi calculada massa total para cada município a partir da massa per capita calculada para a faixa populacional multiplicado pela população total do município subtraindo a quantidade já coletada no município. Para os municípios que não realizam pesagem de resíduos coletados, a quantidade coletada foi estimada a partir da massa per capita multiplicada pela população total atendida com coleta.

O déficit de quantidade de massa de resíduos não coletados está apresentado na Tabela 14 por estado e na Tabela 15 por região. Maranhão é o estado com maior percentual de déficit de quantidade de resíduos coletada com 29,95%, já a Bahia é o estado com maior quantidade em massa de resíduos não coletados com cerca de 1 milhão de toneladas/ano.

Tabela 14: Estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerada e não coletada por estado.

Estados	Quantidade de RSU Não Coletada (t/ano)	Quantidade de RSU Não Coletada (%)
Acre	84.944,86	24,8%
Alagoas	200.533,18	17,0%
Amapá	36.590,91	18,8%
Amazonas	282.235,71	18,3%
Bahia	1.097.514,62	21,8%
Ceará	545.848,00	13,3%
Distrito Federal	17.031,26	2,0%
Espírito Santo	90.408,38	7,7%
Goiás	231.527,91	9,4%
Maranhão	723.577,00	29,9%
Mato Grosso	237.896,15	18,3%
Mato Grosso do Sul	134.700,97	11,7%
Minas Gerais	629.631,84	10,3%
Pará	827.493,66	25,7%
Paraíba	294.771,80	20,7%
Paraná	315.117,68	9,3%
Pernambuco	502.594,69	14,4%
Piauí	300.364,29	23,7%
Rio de Janeiro	92.630,80	1,2%
Rio Grande do Norte	200.828,29	15,8%
Rio Grande do Sul	254.515,67	7,5%
Rondônia	136.892,52	24,9%
Roraima	34.083,75	20,5%
Santa Catarina	195.978,71	9,3%
São Paulo	311.390,78	2,1%
Sergipe	108.386,42	11,0%
Tocantins	87.180,61	16,5%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Com relação às regiões do país, a região Norte apresenta o maior percentual de déficit com cerca de 22,8% e a região Nordeste apresenta a maior quantidade de resíduos não coletada, aproximadamente 3 milhões de toneladas/ano. No total do país cerca de 8 milhões de t/ano de RSU não são coletadas, em torno de 11,0% do total.

Tabela 15: Estimativa da quantidade de resíduos sólidos gerada e não coletada por região.

Regiões	Quantidade de RSU Não Coletada (t/ano)	Quantidade de RSU Não Coletada (%)
Centro-Oeste	621.156,28	10,8%
Nordeste	3.974.418,29	18,8%
Norte	1.489.422,02	22,8%
Sudeste	1.124.061,79	3,7%
Sul	765.612,05	8,6%
<b>Brasil</b>	<b>7.974.670,43</b>	<b>11,0%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

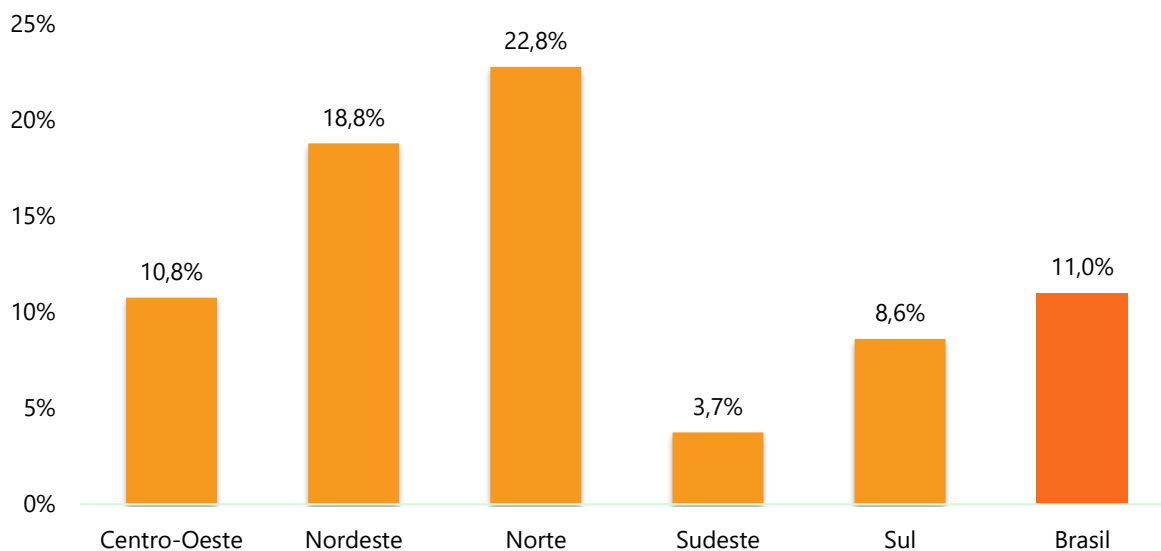


Figura 5: Quantidade de RSU Gerada e Não Coletada por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

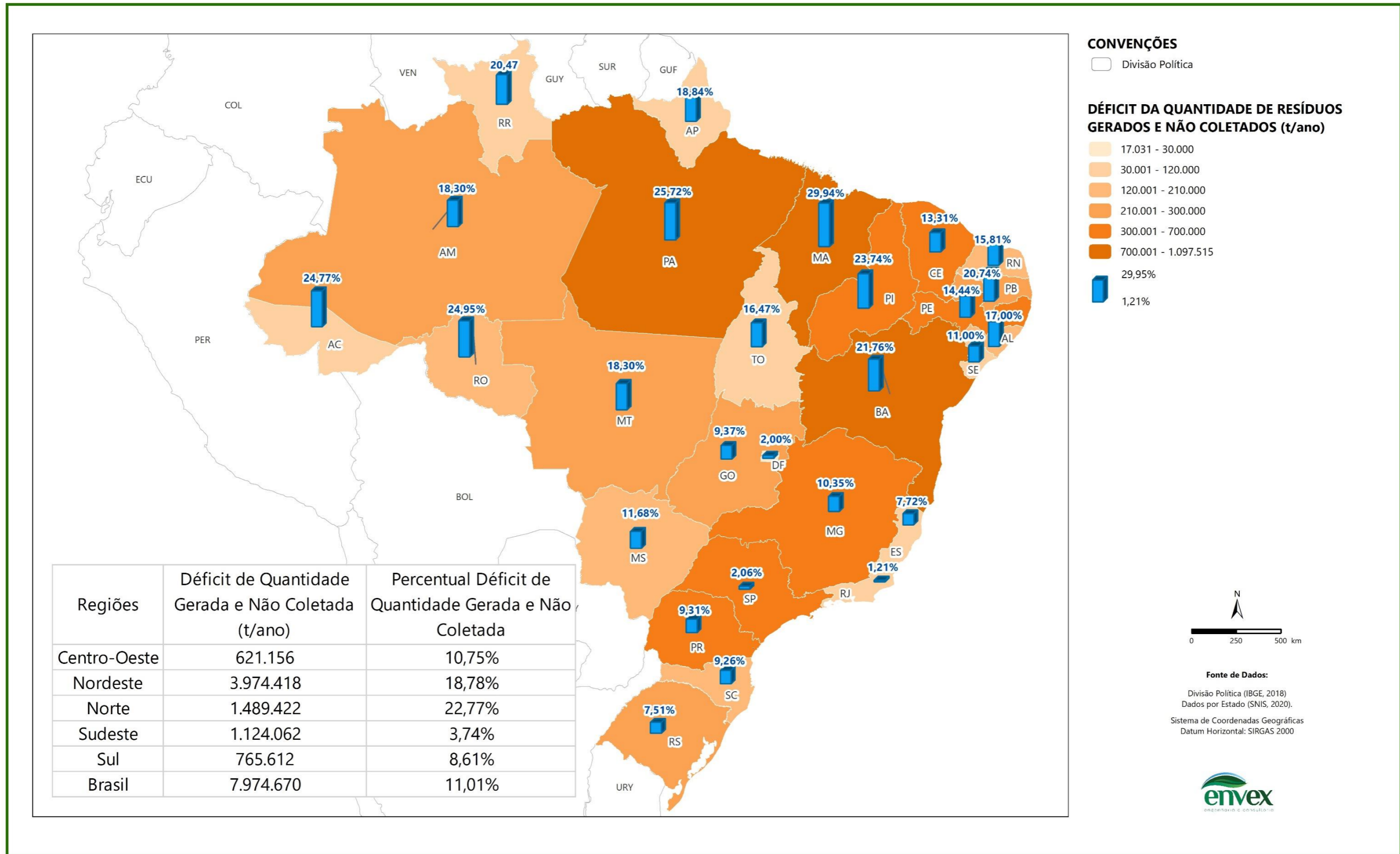


Figura 6: Déficit da Quantidade de RSU Não Coletada.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 1.2.3. Déficit na Coleta Seletiva de Recicláveis

Para o déficit da coleta seletiva de recicláveis foram realizadas duas análises. Os municípios que ainda não possuem coleta de recicláveis ofertada como serviço público e a população urbana não atendida, uma vez que não existem dados referentes à coleta seletiva na área rural dos municípios.

#### *Municípios sem serviço público de coleta seletiva*

A partir dos respondentes ao SNIS (2020), foram encontrados os percentuais de municípios que não contam com serviços de coleta seletiva em cada estado. Em seguida, este percentual foi utilizado para calcular o total de municípios sem coleta seletiva de recicláveis por estado e por região, conforme apresentado nas Tabela 16 e Tabela 17 respectivamente. Foram utilizadas as informações referentes à existência de coleta seletiva (CS001) e população urbana atendida com coleta seletiva porta a porta (CS050).

Para os estados do Amapá e Roraima encontrou-se 100% de déficit na coleta seletiva, uma vez que todos os municípios destes estados que responderam ao SNIS em 2020 informaram não possuir coleta seletiva. Em Minas Gerais 70,5% dos municípios respondentes informaram não possuir coleta seletiva, totalizando uma estimativa de 601 municípios sem coleta de recicláveis no estado. Os estados com menor déficit em coleta seletiva são o Espírito Santo e o Paraná, com 17,1% e 18,0%, respectivamente.



Tabela 16: Estimativa de municípios sem coleta seletiva por estado.

Estados	Total de Municípios	Municípios Sem Coleta Seletiva (SNIS, 2020)	Municípios Sem Coleta Seletiva (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Coleta Seletiva
Acre	22	13	86,7%	19
Alagoas	102	69	82,1%	84
Amapá	16	8	100,0%	16
Amazonas	62	35	83,3%	52
Bahia	417	253	86,3%	360
Ceará	184	135	85,4%	157
Distrito Federal	1	0	0,0%	0
Espírito Santo	78	12	17,1%	13
Goiás	246	157	75,1%	185
Maranhão	217	139	97,2%	211
Mato Grosso	141	80	78,4%	111
Mato Grosso do Sul	79	33	44,6%	35
Minas Gerais	853	513	70,5%	601
Pará	144	85	89,5%	129
Paraíba	223	148	90,8%	202
Paraná	399	65	18,0%	72
Pernambuco	185	109	87,2%	161
Piauí	224	154	96,9%	217
Rio de Janeiro	92	45	53,6%	49
Rio Grande do Norte	167	96	91,4%	153
Rio Grande do Sul	497	224	49,8%	247
Rondônia	52	30	66,7%	35
Roraima	15	12	100,0%	15
Santa Catarina	295	137	49,5%	146
São Paulo	645	216	35,8%	231
Sergipe	75	46	71,9%	54
Tocantins	139	111	94,9%	132

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Tendo em vista as regiões, o Nordeste apresenta o maior déficit com 88,8% dos municípios sem serviços públicos de coleta seletiva, totalizando 1593 municípios. A região Sul apresenta o menor déficit com 39,1%, 466 municípios. Para o Brasil o total

estimado de municípios sem coleta seletiva é 3666, ou seja, 65,8%. Destaca-se que o cálculo das estimativas por região foi realizado por meio da multiplicação do percentual de municípios sem coleta seletiva na amostra pelo total de municípios da região. No caso da estimativa nacional, esta foi calculada por meio da soma das estimativas regionais.

Tabela 17: Estimativa de municípios sem coleta seletiva implantada por região.

Regiões	Municípios Sem Coleta Seletiva na Amostra (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Coleta Seletiva
Centro-Oeste	69,9%	327
Nordeste	88,8%	1593
Norte	88,0%	396
Sudeste	52,9%	882
Sul	39,1%	466
<b>Brasil</b>	<b>65,8%</b>	<b>3666</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

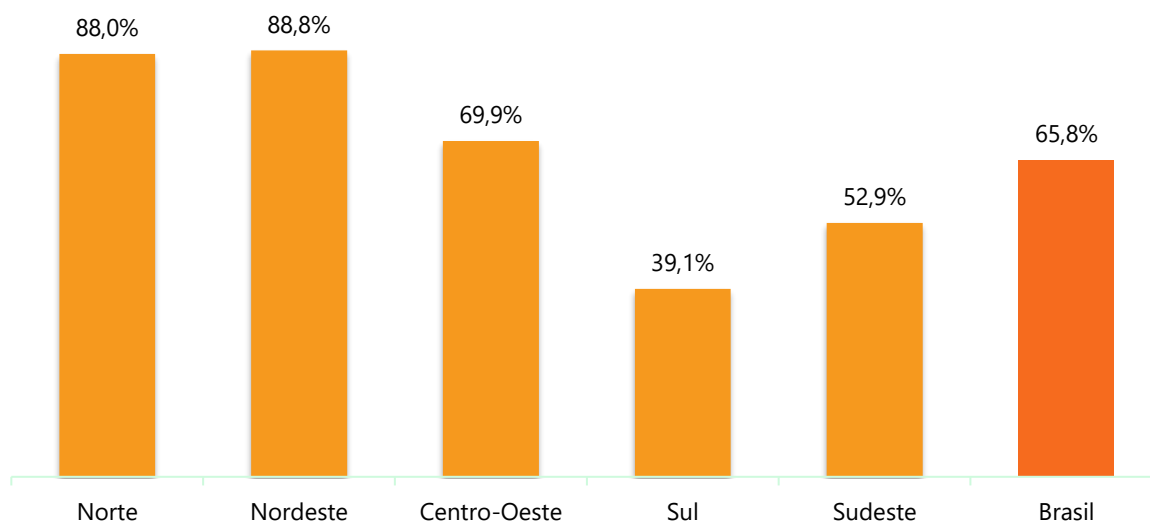


Figura 7: Municípios Sem Coleta Seletiva por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### *População não atendida com coleta seletiva*

A partir dos municípios sem coleta seletiva em cada estado e em cada região calculou-se a população urbana não atendida nesses municípios. Em seguida, somou-se a esse valor a população urbana não atendida com coleta seletiva para os municípios que possuem coleta seletiva, a qual foi calculada por meio da taxa de atendimento. Após o cálculo da população urbana não atendida com coleta seletiva dos municípios respondentes do SNIS (2020), calculou-se o déficit de atendimento da população urbana com coleta seletiva subtraindo-se de 100% as taxas de atendimento da população urbana com coleta seletiva por estado e região e estimou-se a população urbana total não atendida com coleta seletiva por meio da multiplicação do déficit pela população urbana total de cada estado e de cada região.

É importante mencionar que haviam municípios em que havia a informação de que possuem coleta seletiva, no entanto não havia a informação da população urbana atendida. Para o preenchimento da população atendida destes municípios foi adotado o seguinte procedimento, primeiramente, foram calculadas as taxas de atendimento da população urbana com coleta seletiva para cada faixa populacional (1 a 7) de cada região (CO, NE, N, SE e S), dividindo-se a população urbana atendida com coleta seletiva (CS050) pela população urbana estimada. Na sequência foram utilizadas estas taxas de atendimento para calcular a população urbana atendida com os serviços de coleta seletiva para cada município que informou possuir coleta seletiva no SNIS (2020) e não informou a população urbana atendida.

A Tabela 18, a seguir, exibe a estimativa do déficit da população urbana não atendida com os serviços de coleta seletiva de recicláveis de cada estado. Verifica-se que os estados do Amapá e de Roraima possuem 100% de população urbana não atendida com coleta seletiva, visto que todos os municípios que responderam ao SNIS (2020) não possuem coleta seletiva. Além disso, os estados que possuem os menores percentuais de déficit de população com coleta seletiva são Paraná e Santa Catarina.

Tabela 18: Estimativa da população urbana não atendida com coleta seletiva por estado.

Estado	População Urbana da Amostra Sem Coleta Seletiva na Amostra (hab)	População Urbana Sem Coleta Seletiva (%)	Estimativa da População Urbana Sem Coleta Seletiva (hab)
Acre	467.348	83,3%	539.523
Alagoas	1.868.719	81,8%	2.031.145
Amapá	662.552	100,0%	770.804
Amazonas	2.615.118	84,2%	2.809.691
Bahia	7.829.186	85,1%	9.249.605
Ceará	5.436.389	83,6%	5.791.221
Distrito Federal	1.320.673	44,7%	1.320.673
Espírito Santo	2.084.645	64,9%	2.216.871
Goiás	3.715.370	59,6%	3.851.479
Maranhão	3.364.794	91,0%	4.090.222
Mato Grosso	1.940.093	73,2%	2.117.780
Mato Grosso do Sul	978.803	41,9%	1.008.473
Minas Gerais	11.784.005	67,6%	12.344.270
Pará	5.004.191	95,8%	5.667.728
Paraíba	2.002.450	80,7%	2.473.818
Paraná	1.133.464	11,7%	1.158.525
Pernambuco	5.716.248	87,6%	6.761.462
Piauí	1.653.617	89,7%	1.940.075
Rio de Janeiro	10.649.956	64,5%	10.828.930
Rio Grande do Norte	2.103.213	87,8%	2.428.038
Rio Grande do Sul	2.546.614	27,2%	2.664.431
Rondônia	869.173	67,7%	907.971
Roraima	485.572	100,0%	494.506
Santa Catarina	1.465.678	24,3%	1.499.320
São Paulo	16.611.148	37,9%	16.830.626
Sergipe	1.215.939	74,1%	1.275.071
Tocantins	989.193	88,1%	1.116.035

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Na sequência, a Tabela 19 apresenta o déficit e a população urbana não atendida por região. Nota-se que que a região Norte é a que possui o maior percentual de não atendimento, com 89,1% de déficit, enquanto a região que possui a maior população

urbana não atendida com coleta seletiva corresponde a Sudeste com cerca de 42 milhões de habitantes. No total do país, estima-se que aproximadamente 57% da população urbana não é atendida com os serviços de coleta seletiva de recicláveis, que equivale a cerca de 103,9 milhões de habitantes. Evidencia-se que as estimativas regionais apresentadas na tabela a seguir foram obtidas por meio da multiplicação do percentual da população urbana sem coleta seletiva de recicláveis na amostra pela população urbana total de cada região. A estimativa nacional foi calculada por meio da soma das estimativas das regiões.

Tabela 19: Estimativa da população urbana não atendida com coleta seletiva por região.

Regiões	População Urbana Sem Coleta Seletiva na Amostra (%)	Estimativa da População Urbana Sem Coleta Seletiva (hab)
Centro-Oeste	56,2%	8.259.078
Nordeste	85,3%	35.996.687
Norte	89,1%	12.277.543
Sudeste	50,8%	42.089.317
Sul	20,5%	5.306.934
<b>Brasil</b>	<b>57,0%</b>	<b>103.929.560</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

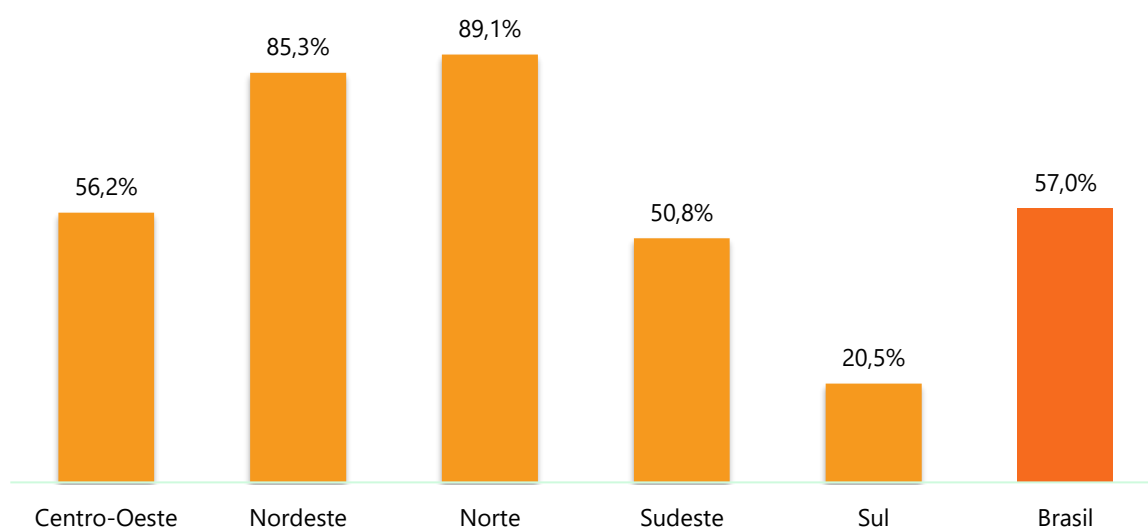


Figura 8: População Urbana sem Coleta Seletiva por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

#### 1.2.4. Déficit na Destinação dos Resíduos

De acordo com a PNRS a destinação adequada de resíduos inclui a reutilização e reciclagem, tratamento e a disposição final ambientalmente adequada, entendida como a distribuição ordenada dos rejeitos em aterros sanitários.

#### Triagem

O déficit quanto a triagem de recicláveis foi entendido como municípios que não possuem unidades de triagem para atendimento do serviço público. Neste caso foi considerado que todos os municípios sem serviço de coleta seletiva também não possuem unidades de triagem para atendimento público. Quanto à existência de unidades de triagem de recicláveis nos municípios, considerou-se que os municípios que informaram possuir o tipo de unidade (UP003) denominado unidade de triagem (galpão ou usina) possuem unidade de triagem de recicláveis, bem como os municípios que informaram possuir associações/cooperativas de catadores de materiais recicláveis (Ca006). Além disso, evidencia-se que foi considerado que todos os municípios que declararam uma quantidade de resíduos recicláveis recuperada (Cs009) possuem unidades de triagem, mesmo aqueles que não cadastraram unidades de triagem e informaram não possuir entidades associativas de catadores de materiais recicláveis. Complementarmente à contabilização dos municípios que não possuem unidades de triagem de recicláveis, foi calculada a taxa de existência de unidades de triagem nos municípios respondentes por estado para estimativa dos municípios não respondentes.

A Tabela 20, apresentada na sequência, exibe a quantidade de unidades de triagem existentes em cada estado, conforme os dados do SNIS (2020), bem como apresenta o percentual de municípios que não possuem triagem de resíduos recicláveis e a estimativa de municípios que não possuem esse serviço. Verifica-se que os estados

de São Paulo e do Rio Grande do Sul são os que possuem os maiores números de unidades de triagem de recicláveis, com 460 e 446 unidades, respectivamente, ao passo que o estado do Amapá não possui nenhuma unidade. Analisando os percentuais de municípios sem triagem de resíduos recicláveis, nota-se que após o Amapá, o estado do Piauí é o que possui o maior déficit, com 93,7%. Além disso, observa-se que em termos de estimativas de municípios sem triagem de recicláveis, os estados de Minas Gerais e Bahia são os que possuem os maiores números, com 424 e 327 municípios, respectivamente.

*Tabela 20: Estimativa de municípios sem triagem de resíduos recicláveis e quantidades de unidades de triagem por estado.*

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Quantidade de Unidades de Triagem (SNIS, 2020)	Municípios Sem Triagem de Recicláveis na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Triagem de Recicláveis (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Triagem de Recicláveis
Acre	22	2	13	86,7%	19
Alagoas	102	26	63	75,0%	77
Amapá	16	0	8	100,0%	16
Amazonas	62	24	28	66,7%	41
Bahia	417	82	230	78,5%	327
Ceará	184	75	105	66,5%	122
Distrito Federal	1	7	0	0,0%	0
Espírito Santo	78	68	10	14,3%	11
Goiás	246	96	131	62,7%	154
Maranhão	217	14	130	90,9%	197
Mato Grosso	141	39	66	64,7%	91
Mato Grosso do Sul	79	47	30	40,5%	32
Minas Gerais	853	406	362	49,7%	424
Pará	144	30	71	74,7%	108
Paraíba	223	40	128	78,5%	175
Paraná	399	401	45	12,4%	50
Pernambuco	185	42	90	72,0%	133
Piauí	224	10	149	93,7%	210
Rio de Janeiro	92	66	39	46,4%	43

Estado	Total de Municípios do Estado (IBGE)	Quantidade de Unidades de Triagem (SNIS, 2020)	Municípios Sem Triagem de Recicláveis na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Triagem de Recicláveis (%)	Estimativa do Universo de Municípios Sem Triagem de Recicláveis
Rio Grande do Norte	167	26	83	79,0%	132
Rio Grande do Sul	497	446	114	25,3%	126
Rondônia	52	25	21	46,7%	24
Roraima	15	2	11	91,7%	14
Santa Catarina	295	228	100	36,1%	106
São Paulo	645	460	192	31,8%	205
Sergipe	75	35	32	50,0%	38
Tocantins	139	19	100	85,5%	119

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Na sequência, a Tabela 21 apresenta a quantidade de unidades de triagem existentes por região, de acordo com os dados do SNIS (2020), assim como o número de municípios que não possuem triagem de resíduos recicláveis. Importante destacar que existem municípios com mais de uma unidade de triagem no território.

Verifica-se que o país possui um total de 2716 unidades de triagem, sendo 1075 pertencentes a região Sul. Nota-se que a região que possui o menor número de unidades de triagem é a Norte, com apenas 102. Quanto ao percentual de municípios sem triagem de recicláveis, a região Nordeste é a que possui o maior déficit, com 78,1%. Além disso, destaca-se que ao total, estima-se que o Brasil possui 2977 municípios sem triagem de resíduos recicláveis, que corresponde a 53,4% dos municípios brasileiros. Destaca-se que as estimativas regionais de municípios sem triagem de recicláveis foram obtidas por meio da multiplicação do percentual de municípios sem triagem na amostra pelo total de municípios de cada região. Já a estimativa nacional foi calculada por meio da soma das estimativas regionais.



Tabela 21: Estimativa de municípios sem triagem de resíduos recicláveis e quantidade de unidades de triagem de recicláveis por região.

Regiões	Quantidade de Unidades de Triagem na Amostra (SNIS, 2020)	Municípios Sem Triagem de Recicláveis na Amostra (%)	Estimativa de Municípios Sem Triagem de Recicláveis
Centro-Oeste	189	58,8%	275
Nordeste	350	78,1%	1400
Norte	102	75,9%	342
Sudeste	1000	40,6%	677
Sul	1075	23,8%	283
<b>Brasil</b>	<b>2716</b>	<b>53,4%</b>	<b>2977</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

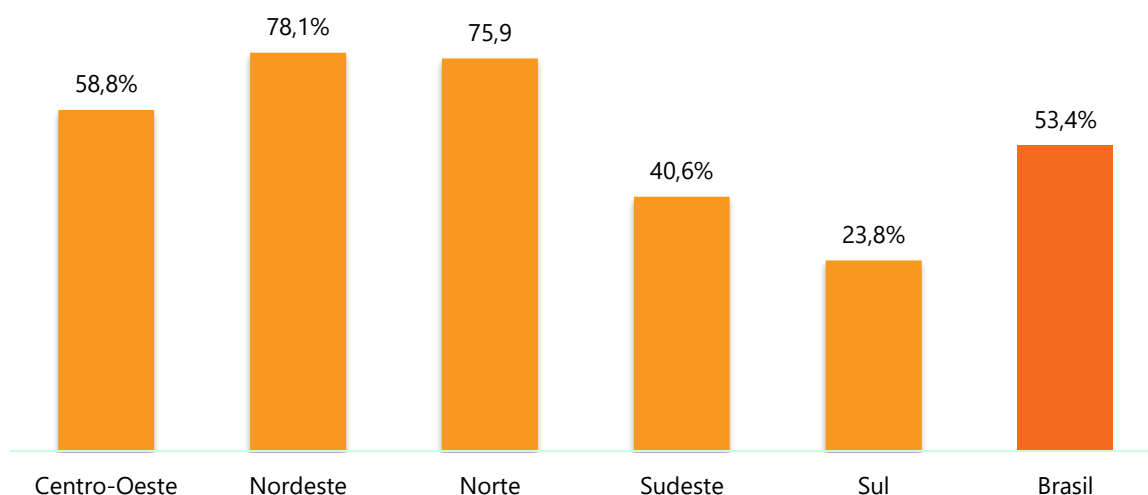


Figura 9: Municípios Sem Triagem de Resíduos Recicláveis por Região e no Brasil.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### Tratamento de orgânicos

O déficit de tratamento da fração orgânica dos RSU foi avaliado em relação à meta do PLANSAB: porcentagem da massa de resíduos sólidos orgânicos encaminhada para unidades de compostagem, biodigestão e manejo de podas e galhadas. Nesta análise foram utilizadas as informações do SNIS (2020) e para o cálculo da taxa de tratamento de resíduos orgânicos realizou-se a soma das quantidades totais de

resíduos (Up080) destinadas a unidades de compostagem (pátio ou usina) e dividiu-se pela quantidade total de RSU coletada, conforme a meta do PLANSAB. Destaca-se que a informação Up080 compreende a soma dos resíduos sólidos domiciliares (RDO), dos resíduos públicos (RPU) e dos resíduos de podas (RPO). Na sequência, foi calculado o déficit de tratamento de resíduos orgânicos subtraindo-se a meta do PLANSAB pela taxa de tratamento de resíduos orgânicos. Ressalta-se que o déficit de tratamento de resíduos orgânicos foi calculado apenas para o país e para as regiões, visto que o PLANSAB não estabeleceu metas específicas para cada estado.

A Tabela 22, a seguir, exhibe por estado a quantidade de resíduos orgânicos encaminhada para unidades de compostagem, bem como apresenta a taxa de tratamento de orgânicos. Verifica-se que todos os estados possuem baixos índices de tratamento de resíduos orgânicos, sendo que para dezesseis estados a taxa equivale a 0%. Observa-se ainda, que somente três unidades da federação apresentaram percentuais de tratamento de resíduos orgânicos acima de 1,0%, são elas Distrito Federal, Paraná e Rio Grande do Sul, com 4,6%, 3,1% e 1,0%, respectivamente.

Tabela 22: Quantidades de resíduos orgânicos encaminhada para unidades de tratamento e taxas de tratamento por estado.

Estados	Quantidade de Orgânicos Destinada a Unidades de Compostagem (t/ano)	Tratamento de Resíduos Orgânicos (%)
Acre	0,00	0,0%
Alagoas	0,00	0,0%
Amapá	0,00	0,0%
Amazonas	0,00	0,0%
Bahia	9,60	0,0%
Ceará	0,00	0,0%
Distrito Federal	38.627,40	4,6%
Espírito Santo	0,00	0,0%
Goiás	0,00	0,0%
Maranhão	0,00	0,0%
Mato Grosso	326,00	0,0%

Estados	Quantidade de Orgânicos Destinada a Unidades de Compostagem (t/ano)	Tratamento de Resíduos Orgânicos (%)
Mato Grosso do Sul	1.474,40	0,1%
Minas Gerais	26.857,40	0,5%
Pará	3.007,00	0,1%
Paraíba	1.740,00	0,2%
Paraná	96.480,20	3,1%
Pernambuco	7.756,00	0,3%
Piauí	0,00	0,0%
Rio de Janeiro	4.147,00	0,1%
Rio Grande do Norte	0,00	0,0%
Rio Grande do Sul	32.560,90	1,0%
Rondônia	0,00	0,0%
Roraima	0,00	0,0%
Santa Catarina	3.170,60	0,2%
São Paulo	58.098,90	0,4%
Sergipe	0,00	0,0%
Tocantins	0,00	0,0%

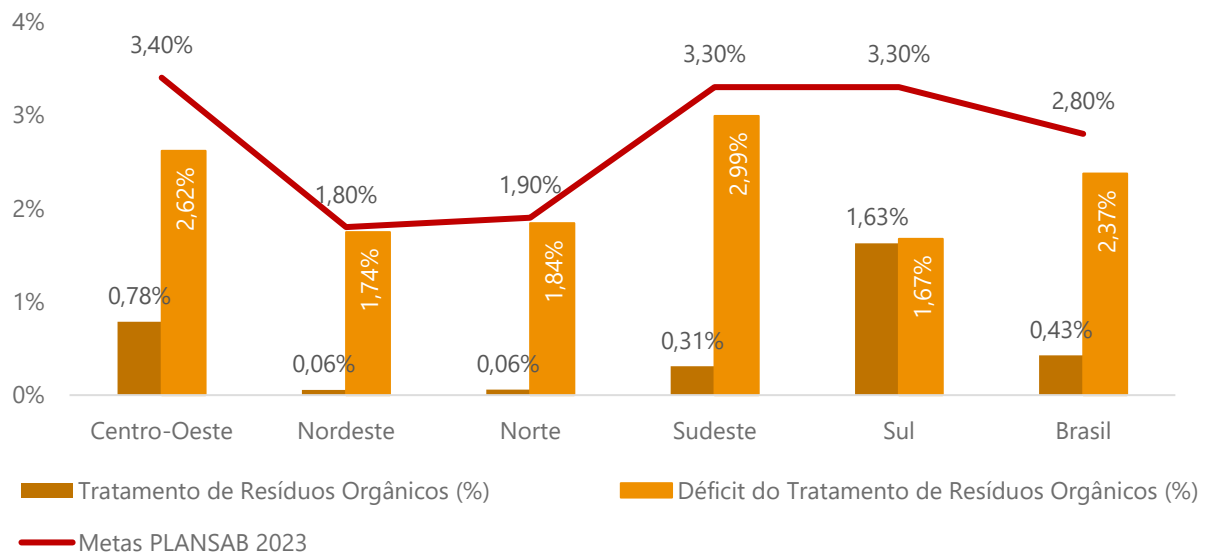
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 22 apresenta as quantidades totais de resíduos orgânicos por região que foram encaminhadas para unidades de tratamento conforme os dados do SNIS (2020), além de exibir as taxas de tratamento e os déficits conforme as metas do PLANSAB para o ano de 2023. Evidencia-se que as quantidades totais correspondem a informação Up080, que compreende a soma dos resíduos domésticos, públicos e de poda. Verifica-se que as regiões que apresentam os maiores déficits de tratamento de orgânicos em relação às metas do PLANSAB são a Sudeste e a Centro-Oeste, enquanto a Sul é a que possui o menor déficit. Analisando os valores nacionais, nota-se que a taxa de tratamento de resíduos orgânicos atualmente equivale a 0,43% e a meta do PLANSAB para o ano de 2023 corresponde a 2,8%, dessa forma, o déficit nacional referente ao tratamento de resíduos orgânicos é de 2,37%.

Tabela 23: Quantidades de resíduos orgânicos encaminhada para unidades de tratamento, taxas de tratamento e déficits por região.

Regiões	Quantidade de Orgânicos Destinada à Unidade de Compostagem (t/ano)	Tratamento de Resíduos Orgânicos (%)	Metas PLANSAB 2023	Déficit do Tratamento de Resíduos Orgânicos (%)
Centro-Oeste	40.427,80	0,78%	3,40%	2,62%
Nordeste	9.505,60	0,06%	1,80%	1,74%
Norte	3.007,00	0,06%	1,90%	1,84%
Sudeste	89.103,30	0,31%	3,30%	2,99%
Sul	132.211,70	1,63%	3,30%	1,67%
<b>Brasil</b>	<b>274.255,40</b>	<b>0,43%</b>	<b>2,80%</b>	<b>2,37%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).



**Figura 10: Tratamento de Resíduos Orgânicos, Metas PLANSAB e Déficit Por Região e no Brasil.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Importante destacar que o SNIS e o SINIR não apresentam informações sobre outros tipos de unidades de tratamento de resíduos orgânicos, como os tratamentos mecânico biológicos e sistemas de recuperação energética a partir de resíduos orgânicos, o que pode impactar negativamente na taxa de tratamento destes resíduos no país.

### *Disposição final*

Para analisar a disposição final de resíduos sólidos, foram utilizados os dados do SNIS relativos aos anos de referência compreendidos no período de 2017 a 2020. Para cada município foram consideradas as informações mais recentes do SNIS, totalizando uma base de dados para 4999 municípios brasileiros, que corresponde a 89,7% do total.

As áreas de disposição final dos municípios foram classificadas como adequada nos casos dos municípios que dispõem seus resíduos em aterros sanitários e como inadequadas nos casos dos municípios que dispõem seus resíduos em lixões e aterros controlados. Destaca-se que nos casos dos municípios que possuem mais de uma área de disposição final, a disposição final foi classificada como inadequada caso uma das áreas correspondesse a lixão ou aterro controlado.

A partir dos dados levantados foram analisadas três abordagens para o déficit: municípios com disposição final inadequada; habitantes com disposição final inadequada e quantidade de resíduos (t) com disposição final inadequada.

A Tabela 24 apresenta o resultado por estado com a quantidade de municípios com disposição final inadequada, o respectivo percentual em relação ao total do estado e a estimativa de municípios com disposição inadequada, assim como o percentual e a estimativa do número de habitantes (população total) com déficit na disposição final de RSU.

Conforme pode ser observado, Roraima e Sergipe possuem 100% de seus municípios com disposição final inadequada. Já em relação aos menores percentuais de municípios com disposição inadequada, verifica-se que além do Distrito Federal, estes correspondem aos estados do Rio Grande do Sul e Alagoas.

Tabela 24: Estimativa de municípios e da população total com disposição inadequada de RSU por estado.

Estados	Municípios com Disposição Inadequada de Resíduos na Amostra (SNIS, 2017-2020)	Municípios com Disposição Inadequada de Resíduos (%)	Estimativa do Universo de Municípios com Disposição Inadequada de Resíduos	Percentual da População Total com Disposição Inadequada de Resíduos (%)	Estimativa da População com Disposição Inadequada de Resíduos (hab)
Acre	16	88,9%	20	47,0%	420.790
Alagoas	7	7,8%	8	3,2%	106.353
Amapá	9	75,0%	12	19,7%	169.451
Amazonas	45	95,7%	59	41,3%	1.739.354
Bahia	295	89,9%	375	56,1%	8.380.224
Ceará	158	93,5%	172	59,4%	5.457.545
Distrito Federal	0	0,0%	0	0,0%	0
Espírito Santo	30	38,5%	30	19,8%	804.009
Goiás	195	87,4%	215	50,0%	3.556.214
Maranhão	153	92,2%	200	72,3%	5.141.088
Mato Grosso	83	72,8%	103	64,9%	2.288.504
Mato Grosso do Sul	38	49,4%	39	36,7%	1.030.269
Minas Gerais	428	54,0%	460	36,0%	7.667.300
Pará	106	98,1%	141	98,3%	8.542.376
Paraíba	119	61,0%	136	36,5%	1.474.378
Paraná	77	20,2%	81	7,8%	898.466
Pernambuco	58	38,2%	71	23,0%	2.210.215
Piauí	167	95,4%	214	95,9%	3.145.610
Rio de Janeiro	21	23,9%	22	13,3%	2.312.002
Rio Grande do Norte	111	86,7%	145	42,0%	1.485.444
Rio Grande do Sul	22	4,5%	22	1,9%	219.986
Rondônia	11	22,4%	12	46,8%	840.505
Roraima	12	100,0%	15	100,0%	631.181
Santa Catarina	25	8,5%	25	8,2%	596.287
São Paulo	133	21,0%	136	9,2%	4.271.873
Sergipe	55	100,0%	75	100,0%	2.318.822
Tocantins	112	89,6%	125	56,5%	898.377

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 25 apresenta o déficit de disposição final por região do país. O Nordeste apresenta o maior contingente populacional não atendido com disposição final adequada, cerca de 30 milhões de habitantes, ou seja, cerca de 53,7% da população da região. Já a região Norte apresenta o maior percentual de municípios e de habitantes com disposição inadequada, 83,8% e 86,1%, respectivamente. Evidencia-se que primeiramente foram calculadas as estimativas para cada região, as quais foram somadas para obtenção das estimativas nacionais.

Tabela 25: Municípios e população com disposição inadequada de RSU por região.

Regiões	Municípios com Disposição Inadequada de Resíduos na Amostra (SNIS 2017-2020)	Municípios com Disposição Inadequada de Resíduos (%)	Estimativa do Universo de Municípios com Disposição Final inadequada	Percentual da População Total com Disposição Inadequada de Resíduos (%)	Estimativa da População com Disposição Inadequada de Resíduos (hab)
Centro-Oeste	316	76,1%	356	41,2%	6.793.915
Nordeste	1123	77,0%	1382	53,7%	30.827.013
Norte	311	83,8%	377	86,1%	16.080.701
Sudeste	612	38,5%	642	17,1%	15.201.330
Sul	124	10,7%	127	5,8%	1.755.229
<b>Brasil</b>	<b>2486</b>	<b>51,8%</b>	<b>2883</b>	<b>32,1%</b>	<b>70.658.189</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

No Brasil, estima-se que cerca de 32,1% da população reside em municípios que não possuem disposição final adequada de RSU o que significa aproximadamente 70,6 milhões de pessoas. Porém, este número é ainda maior quando adicionamos a população residente em municípios que contam com aterro sanitário para disposição de RSU mas que não é atendida com serviços de coleta pública de resíduos.

Desta forma, a Tabela 26 apresenta o déficit total de população e de quantidade de resíduos dispostos de forma inadequada, considerando municípios sem aterro sanitário e déficit de atendimento com coleta.

Tabela 26: Déficit total da população e da quantidade de resíduos com disposição inadequada por estado.

Estados	Quantidade de Resíduos com Disposição Inadequada (%)	Estimativa da Quantidade de Resíduos com Disposição Inadequada (t/ano)	Estimativa da População Sem Coleta e Com Disposição Inadequada (hab)	População Sem Coleta e Com Disposição Inadequada (%)	Estimativa da Quantidade de Resíduos Não Coletada e Com Disposição Inadequada (t/ano)	Quantidade de Resíduos Não Coletada e Com Disposição Inadequada (%)
Acre	51,4%	176.447,17	440.151	49,21%	184.257,54	53,73%
Alagoas	2,6%	30.406,89	625.929	18,97%	181.845,82	15,41%
Amapá	26,1%	50.628,81	210.499	24,06%	59.859,03	30,81%
Amazonas	36,0%	556.057,80	1.775.748	42,22%	566.626,91	36,73%
Bahia	54,3%	2.740.773,19	8.833.719	57,62%	2.916.862,71	57,84%
Ceará	45,3%	1.857.693,30	5.554.201	62,90%	1.901.442,78	46,36%
Distrito Federal	0,0%	0,00	61.103	2,00%	17.031,26	2,00%
Espírito Santo	20,8%	242.915,53	1.009.054	24,82%	294.558,90	25,17%
Goiás	50,5%	1.248.635,04	3.694.619	58,31%	1.302.848,25	52,72%
Maranhão	69,8%	1.685.618,75	5.371.063	71,61%	1.759.906,05	72,84%
Mato Grosso	66,3%	861.936,60	2.440.902	66,84%	922.854,74	70,99%
Mato Grosso do Sul	33,3%	383.998,44	1.196.349	44,44%	445.047,35	38,60%
Minas Gerais	35,5%	2.160.288,91	8.517.715	39,82%	2.400.576,81	39,46%
Pará	98,6%	3.172.001,12	8.564.616	97,24%	3.178.753,72	98,81%
Paraíba	31,8%	452.546,23	1.816.217	47,03%	564.465,72	39,71%
Paraná	7,3%	247.655,43	1.802.347	19,52%	505.895,53	14,95%



Estados	Quantidade de Resíduos com Disposição Inadequada (%)	Estimativa da Quantidade de Resíduos com Disposição Inadequada (t/ano)	Estimativa da População Sem Coleta e Com Disposição Inadequada (hab)	População Sem Coleta e Com Disposição Inadequada (%)	Estimativa da Quantidade de Resíduos Não Coletada e Com Disposição Inadequada (t/ano)	Quantidade de Resíduos Não Coletada e Com Disposição Inadequada (%)
Pernambuco	21,4%	745.909,77	2.949.701	30,43%	979.399,96	28,14%
Piauí	96,7%	1.223.109,00	3.178.707	96,21%	1.233.567,72	97,49%
Rio de Janeiro	12,3%	943.660,31	2.475.224	14,30%	1.003.698,26	13,07%
Rio Grande do Norte	39,1%	496.360,15	1.610.432	46,07%	541.749,34	42,65%
Rio Grande do Sul	2,0%	68.649,25	1.095.521	10,53%	310.374,43	9,15%
Rondônia	52,7%	289.112,62	1.130.048	67,56%	362.131,03	65,99%
Roraima	100,0%	166.495,43	631.181	101,35%	166.495,43	100,00%
Santa Catarina	7,2%	152.649,82	1.213.760	19,81%	335.173,78	15,84%
São Paulo	11,1%	1.674.307,39	5.132.283	11,08%	1.929.213,81	12,77%
Sergipe	100,0%	985.114,06	2.318.822	58,55%	985.114,06	100,00%
Tocantins	44,6%	236.142,16	922.849	57,48%	242.551,21	45,83%

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Analisando os resultados obtidos por região, Tabela 27, tem-se o maior déficit populacional na região Nordeste com cerca de 33,3 milhões de habitantes e mais de 10,6 milhões de toneladas por ano de RSU com disposição final inadequada, o que representa cerca de 50,3% do total de RSU gerado na região. Em relação ao percentual de resíduos com disposição final inadequada destaca-se a região Norte com déficit de 72,3%. Evidencia-se que as estimativas nacionais foram calculadas por meio da soma das estimativas regionais.

Tabela 27: Déficit total da população e da quantidade de resíduos com disposição inadequada por região.

Regiões	Estimativa da Quantidade de Resíduos Coletados e Com Disposição Inadequada (t/ano)	Quantidade de Resíduos Coletados e Com Disposição Inadequada (%)	Estimativa da Quantidade de Resíduos Não Coletada e Com Disposição Inadequada (t/ano)	Quantidade de Resíduos Não Coletada e Com Disposição Inadequada (%)	Estimativa da População Sem Coleta e Com Disposição Inadequada (hab)	População Sem Coleta e Com Disposição Inadequada (%)
Centro-Oeste	2.380.677,65	42,7%	2.658.958,39	46,0%	7.311.902	44,3%
Nordeste	8.681.686,23	46,3%	10.648.830,51	50,3%	33.366.125	58,2%
Norte	4.227.852,23	70,6%	4.731.919,77	72,3%	16.513.760	88,4%
Sudeste	4.964.925,25	16,6%	5.602.930,01	18,7%	17.280.423	19,4%
Sul	464.861,74	5,3%	1.150.495,18	12,9%	4.152.118	13,8%
<b>Brasil</b>	<b>20.720.003,10</b>	<b>30,0%</b>	<b>24.189.688,82</b>	<b>33,4%</b>	<b>78.624.328</b>	<b>37,1%</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Para o Brasil mais de 78,6 milhões de habitantes não são atendidos com disposição adequada de RSU, cerca de 37,1% da população total, chegando a mais de 24 milhões de toneladas por ano de resíduos sólidos urbanos dispostos em lixões, aterros controlados, queimados, enterrados ou dispersos no ambiente.

### 1.2.5. Recuperação de Áreas Degradadas

Também foram avaliados os municípios que possuem em seus territórios áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, ou seja, lixões e aterros controlados, com o intuito de verificar a necessidade de encerramento e

recuperação dessas áreas. Considerando que há municípios que possuem mais de uma área degradada por disposição inadequada de RSU e que há municípios que destinam seus resíduos para áreas inadequadas localizadas em outros municípios, destaca-se que também foram levantadas as informações referentes ao número de áreas degradadas que necessitam de encerramento e recuperação. Destaca-se que nesta análise foram utilizadas as mesmas informações do item de disposição final, ou seja, foram consideradas os dados mais recentes do SNIS, referente ao período de 2017 a 2020.

A Tabela 28, a seguir, apresenta por estado o número e o percentual de municípios que possuem áreas de disposição inadequada de RSU localizadas em seus territórios. Evidencia-se que a Tabela 28 apresenta valores diferentes da Tabela 24, visto que na Tabela 28 foram contabilizados apenas os municípios com áreas de disposição inadequada localizadas em seus territórios, enquanto na Tabela 24 foram contabilizados todos os municípios que dispõem seus resíduos de forma inadequada, incluindo aqueles que destinam para áreas localizadas em outros municípios.

Verifica-se que os estados de Minas Gerais e da Bahia são os que possuem as maiores estimativas de municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de RSU, com 449 e 369 municípios, respectivamente. Em contrapartida, o estado de Santa Catarina é o que possui o menor número de municípios com áreas degradadas, com apenas 3 municípios. Já analisando o percentual de áreas degradadas nos estados, nota-se que são os estados do Amazonas e do Piauí que possuem os maiores índices, com 95,7% e 93,7%, respectivamente. Em oposição, os estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul apresentam os menores percentuais, sendo 1,0% e 2,0%, respectivamente.

Tabela 28: Estimativa de municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por estado.

Estados	Total de Municípios do Estado	Municípios com Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU na Amostra (un)	Municípios com Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU (%)	Estimativa de Municípios com Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU
Acre	22	15	83,3%	18
Alagoas	102	4	4,4%	5
Amapá	16	9	75,0%	12
Amazonas	62	45	95,7%	59
Bahia	417	290	88,4%	369
Ceará	184	145	85,8%	158
Distrito Federal	1	0	0,0%	0
Espírito Santo	78	4	5,1%	4
Goiás	246	192	86,1%	212
Maranhão	217	152	91,6%	199
Mato Grosso	141	78	68,4%	96
Mato Grosso do Sul	79	25	32,5%	26
Minas Gerais	853	417	52,6%	449
Pará	144	100	92,6%	133
Paraíba	223	105	53,8%	120
Paraná	399	67	17,6%	70
Pernambuco	185	55	36,2%	67
Piauí	224	164	93,7%	210
Rio de Janeiro	92	15	17,0%	16
Rio Grande do Norte	167	105	82,0%	137
Rio Grande do Sul	497	10	2,0%	10
Rondônia	52	9	18,4%	10
Roraima	15	10	83,3%	13
Santa Catarina	295	3	1,0%	3
São Paulo	645	107	16,9%	109
Sergipe	75	45	81,8%	61
Tocantins	139	109	87,2%	121

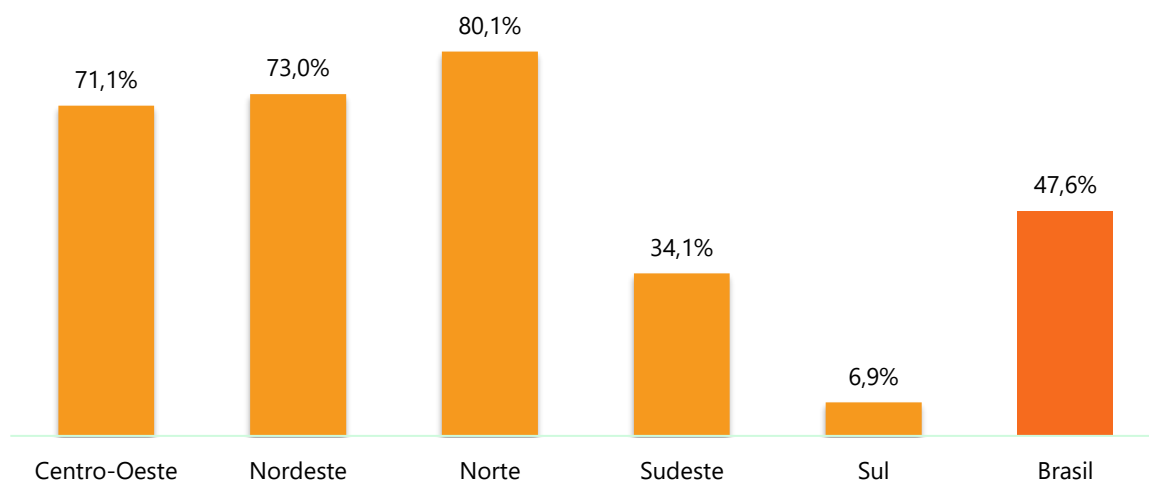
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Na sequência, a Tabela 29 exibe o número e o percentual de municípios que possuem áreas de disposição inadequada de RSU em seus territórios por região. Observa-se que a região Norte é a que possui o maior índice de municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos, com 80,1%, enquanto a região Sul é a que apresenta o menor percentual, com aproximadamente 6,9%. Quanto ao número de municípios, verifica-se que a região Nordeste é o destaque, com uma estimativa de 1310 municípios com áreas degradadas. Além disso, observa-se que o país possui uma estimativa de 2654 municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos, correspondente a 47,6% do total de municípios brasileiros. Destaca-se que as estimativas regionais foram calculadas por meio da multiplicação do percentual de municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de RSU pelo total de municípios da região. No caso da estimativa nacional, esta foi calculada por meio da soma das estimativas de cada região.

Tabela 29: Municípios com áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por região.

Regiões	Municípios com Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU na Amostra (un)	Municípios com Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU (%)	Estimativa de Municípios com Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU
Centro-Oeste	295	71,1%	332
Nordeste	1065	73,0%	1310
Norte	297	80,1%	360
Sudeste	543	34,1%	569
Sul	80	6,9%	82
<b>Brasil</b>	<b>2280</b>	<b>47,6%</b>	<b>2654</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).



**Figura 11: Municípios com Área Degradadas por Disposição Inadequada de RSU por Região e no Brasil.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 30, a seguir, exibe o número de áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos existentes por estado, conforme os dados da amostra SNIS 2017-2020. Verifica-se que os estados que possuem o maior número de áreas são Minas Gerais e Bahia, com 545 e 327 áreas com necessidade de encerramento e recuperação, respectivamente. Destaca-se que os números de áreas degradadas apresentados na tabela a seguir correspondem aos 4999 municípios brasileiros que compõem a amostra SNIS 2017-2020.

*Tabela 30: Número de áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por estado.*

Estados	Número de Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU
Acre	16
Alagoas	14
Amapá	9
Amazonas	47
Bahia	327
Ceará	160
Distrito Federal	1
Espírito Santo	16

Estados	Número de Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU
Goiás	207
Maranhão	162
Mato Grosso	90
Mato Grosso do Sul	46
Minas Gerais	545
Pará	111
Paraíba	153
Paraná	94
Pernambuco	90
Piauí	170
Rio de Janeiro	21
Rio Grande do Norte	116
Rio Grande do Sul	17
Rondônia	16
Roraima	12
Santa Catarina	3
São Paulo	139
Sergipe	49
Tocantins	122

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A Tabela 31, apresenta o número de áreas degradadas por disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos existentes por região. Observa-se que, conforme os dados da amostra SNIS 2017-2020, a região que possui o maior número de áreas com necessidade de encerramento e recuperação é a região Nordeste, com 1241 áreas, enquanto a região Sul é a que possui o menor número de áreas degradadas por disposição inadequada de RSU, com 114 áreas. Destaca-se que os números de áreas degradadas apresentados na tabela a seguir correspondem aos 4999 municípios brasileiros que integram a amostra SNIS 2017-2020, os quais totalizam 2753 áreas degradadas por disposição inadequada de RSU.

Tabela 31: Número de áreas degradadas por disposição inadequada de RSU por região.

Regiões	Número de Áreas Degradadas por Disposição Inadequada de RSU
Centro-Oeste	344
Nordeste	1241
Norte	333
Sudeste	721
Sul	114
<b>Brasil</b>	<b>2753</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

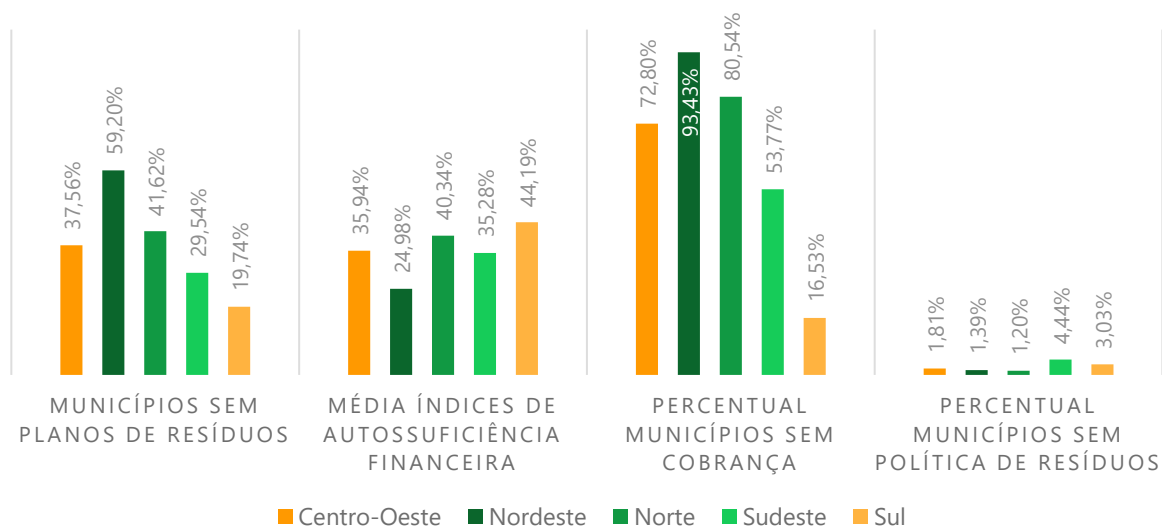
### 1.3. Conclusão

A partir da análise da gestão e dos diversos serviços para o manejo dos resíduos sólidos urbanos foram encontrados os déficits de cada segmento, que podem ser divididos em Déficit Estruturantes e Déficit Estruturais. Os déficits estruturantes dizem respeito às ações de gestão, planejamento e gerenciamento dos serviços, já os déficits estruturais estão relacionados com a prestação do serviço em si e com as infraestruturas necessárias.

Os Déficit estruturantes avaliados foram a falta de política e plano municipal ou regional de resíduos sólidos e/ou saneamento que contenha o componente Resíduos Sólidos, a falta de cobrança pela prestação dos serviços e a insuficiência financeira na cobrança. O gráfico da Figura 12 apresenta o resultado para as regiões e para o Brasil.

Com relação a inexistência de Política Municipal de Resíduos Sólidos o maior déficit foi encontrado na região Sudeste, com 4% dos municípios, no Brasil apenas 3% dos municípios não possuem política municipal de resíduos. Porém com relação à existência de Plano Municipal ou Regional o déficit é bem maior, 51% dos municípios do país, sendo que a região Nordeste chega a 69% dos municípios sem Planos. A situação é ainda pior em relação a cobrança pelos serviços prestados, onde 60% dos municípios brasileiros não realizam nenhum tipo de cobrança.

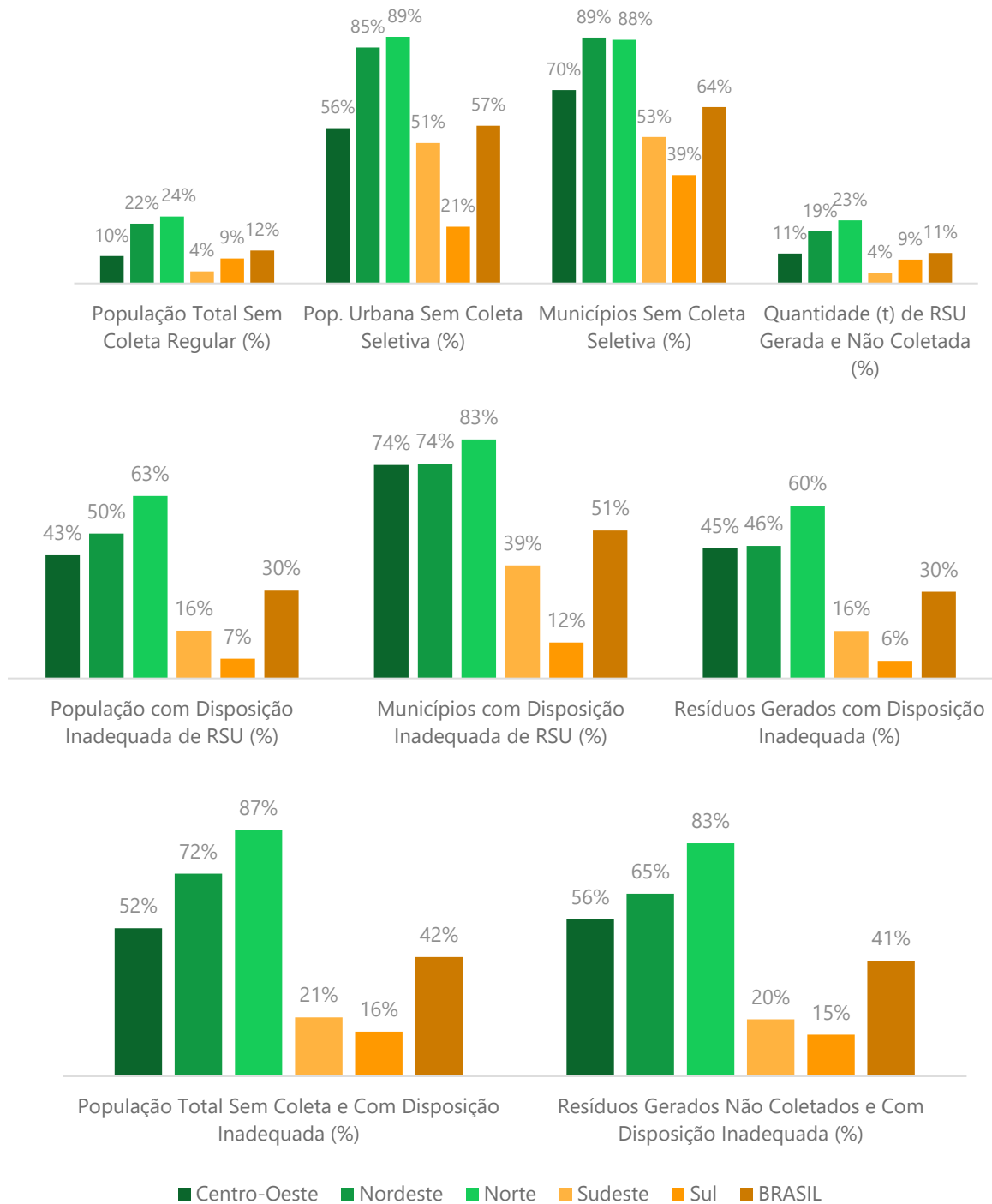




**Figura 12: Municípios sem Plano, Política e Cobrança de Resíduos por Região e no Brasil.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Quanto aos Déficits Estruturais a região Norte do país apresenta os maiores déficits em termos percentuais, seguido da Região Nordeste e Centro-Oeste. Em contrapartida a região Sul apresenta os menores déficits percentuais.



**Figura 13: Déficit de Coleta e Disposição Inadequada por Região e no Brasil.**

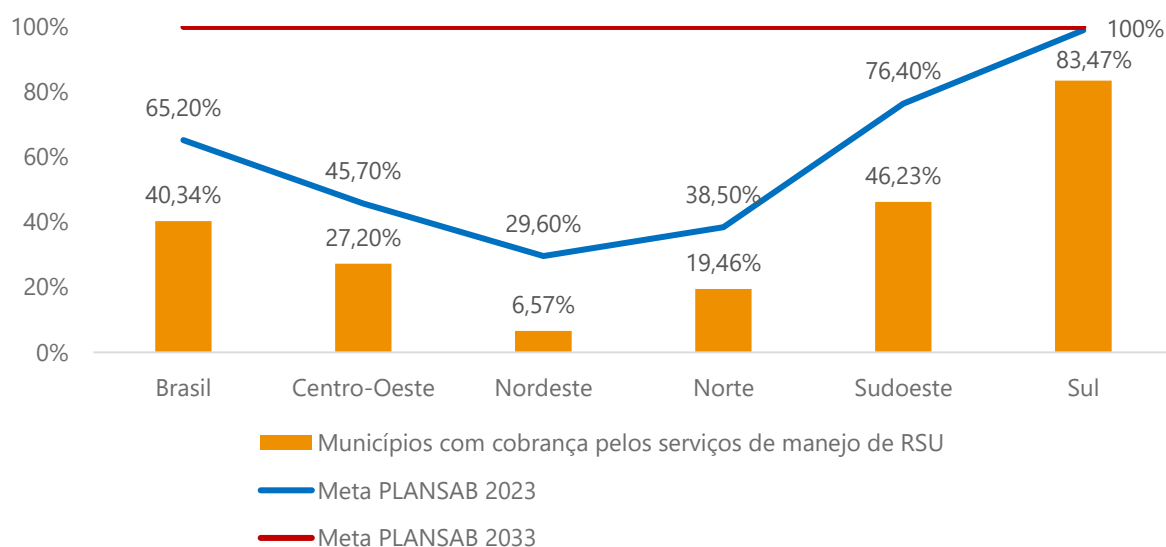
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

A partir dos dados apresentados é possível observar a correlação existente entre déficits estruturantes e estruturais, uma vez que as regiões com maiores déficits estruturantes também apresentam os maiores déficits estruturais.

Sendo assim, é evidente que não basta apenas investir em infraestrutura nos municípios, é necessário investir em gestão: equipes técnicas, capacitação, planejamento e também estabelecer cobrança com tarifas suficientes para arcar com os custos dos serviços por estados.

Para a análise das metas estabelecidas pelo PLANSAB foram comparados os dados encontrados neste diagnóstico com as metas do plano nacional, conforme apresentado nos gráficos apresentados na sequência.

Analisando a Figura 14, a seguir, observa-se que todas as regiões apresentam percentuais de municípios com cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos abaixo das metas estabelecidas no PLANSAB. Nota-se que a região mais próxima da meta para o ano de 2023 é a Sul e que o país ainda encontra-se cerca de 25% abaixo da meta para este mesmo ano.

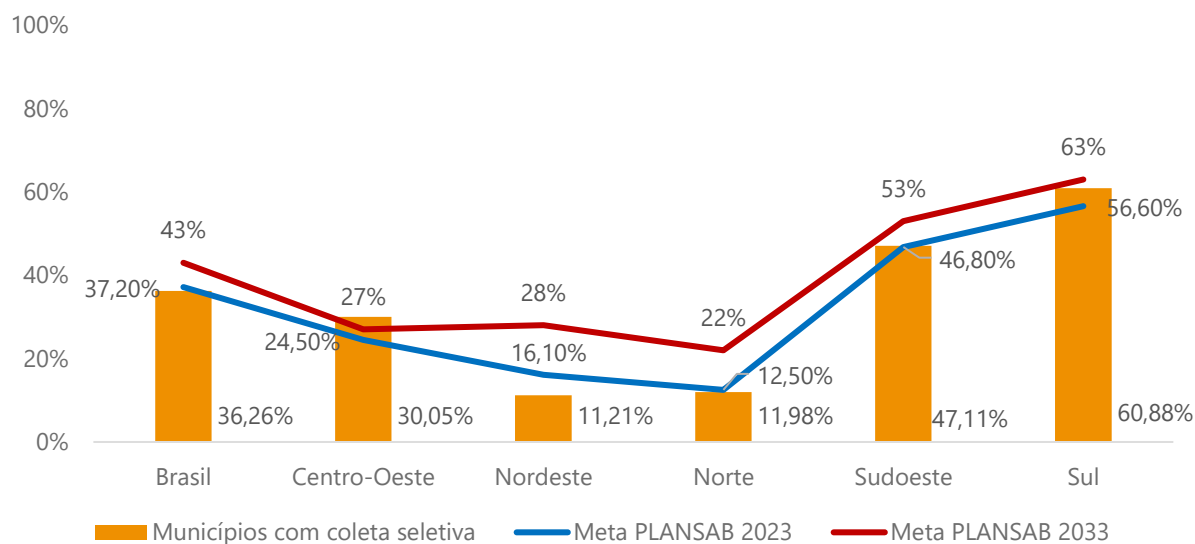


**Figura 14: Comparativo entre o percentual de municípios com cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos e a meta do PLANSAB por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Na Figura 15 é possível observar que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste já alcançaram as metas referentes aos percentuais de municípios com coleta seletiva para

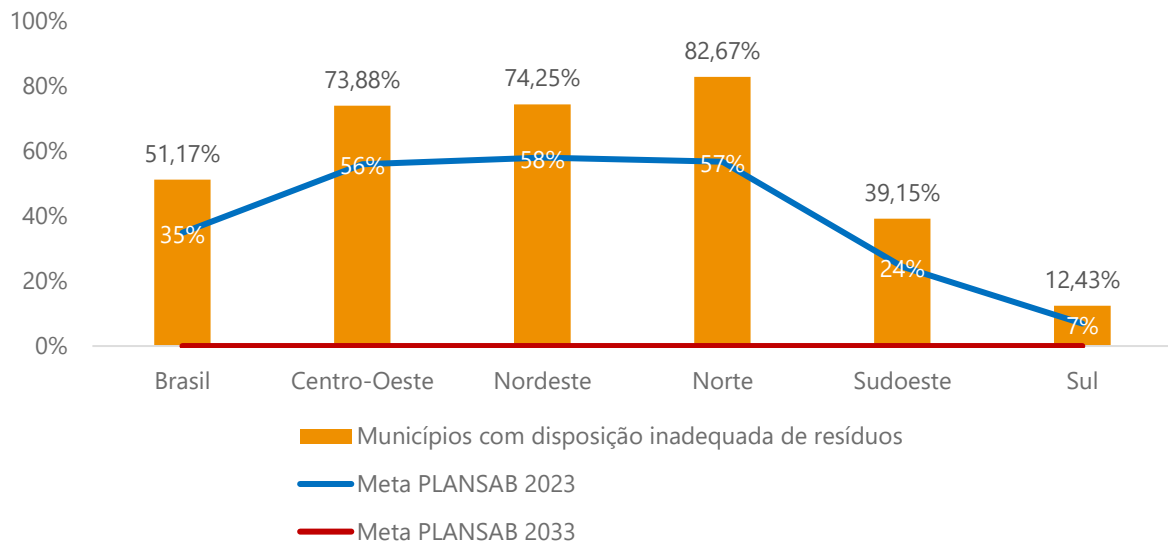
o ano de 2023. No entanto, é importante destacar que o país como um todo ainda está distante de atingir a universalização desses serviços.



**Figura 15: Comparativo entre o percentual de municípios com coleta seletiva de recicláveis e as metas do PLANSAB por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

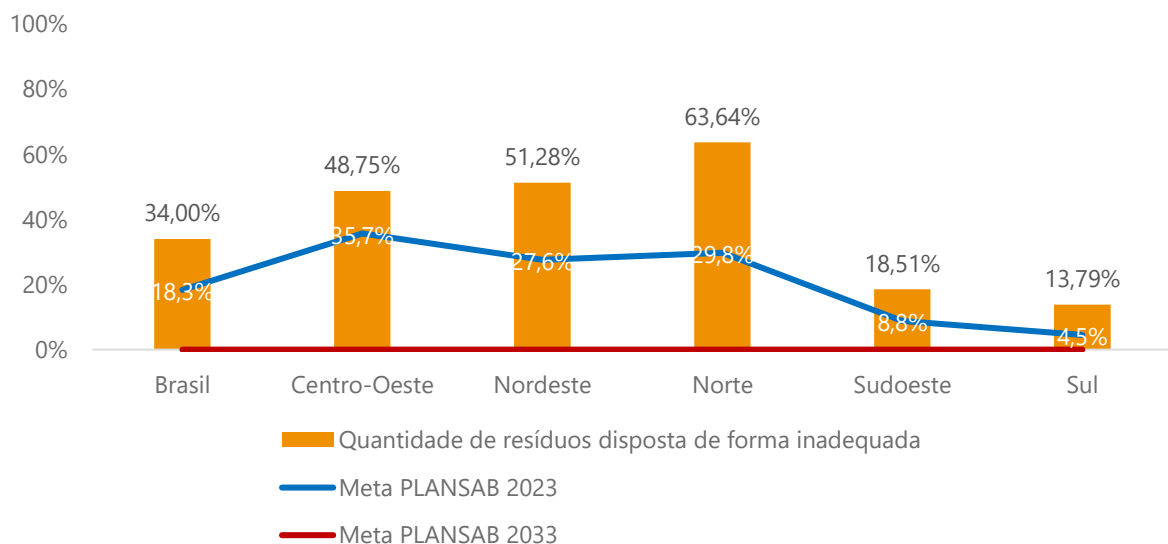
Verifica-se na Figura 16 que todas as regiões do Brasil atualmente possuem percentuais de municípios com disposição inadequada acima das metas estabelecidas no PLANSAB para o ano de 2023. Além disso, evidencia-se a diferença entre os percentuais verificados neste diagnóstico e as metas referentes ao ano de 2023.



**Figura 16: Comparativo entre o percentual de municípios com disposição inadequada de RSU e as metas do PLANSAB por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Na sequência, a Figura 17 exibe os percentuais das quantidades de resíduos sólidos urbanos dispostas de forma inadequada. Nota-se que assim como na figura anterior, todas as regiões apresentam valores superiores as metas estabelecidas no PLANSAB para o ano de 2023.



**Figura 17: Comparativo entre o percentual da quantidade de resíduos com disposição inadequada de RSU e as metas do PLANSAB por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Com relação ao Novo Marco do Saneamento as metas estão divididas por porte de municípios, considerando a existência de Plano de Resíduos e a cobrança pelos serviços de manejo. A Tabela 32 apresenta o percentual de municípios com disposição adequada para cada categoria estabelecida na Lei.

Tabela 32: Municípios com disposição adequada de resíduos conforme o Novo Marco de Saneamento.

		Municípios Com Disposição Adequada (%)	Meta do Novo Marco de Saneamento	Ano de Cumprimento da Meta do Novo Marco de Saneamento
Municípios Com Plano e Com Cobrança	Integrantes de RM e RIDE	86,08%	100%	2021
	População Superior a 100 mil habitantes	84,56%	100%	2022
	População Censo 2010 Entre 50 e 100 mil habitantes	79,44%	100%	2023
	População Censo 2010 Inferior a 50 mil habitantes	77,30%	100%	2024
Municípios Sem Plano e/ou Cobrança		38,91%	100%	2020

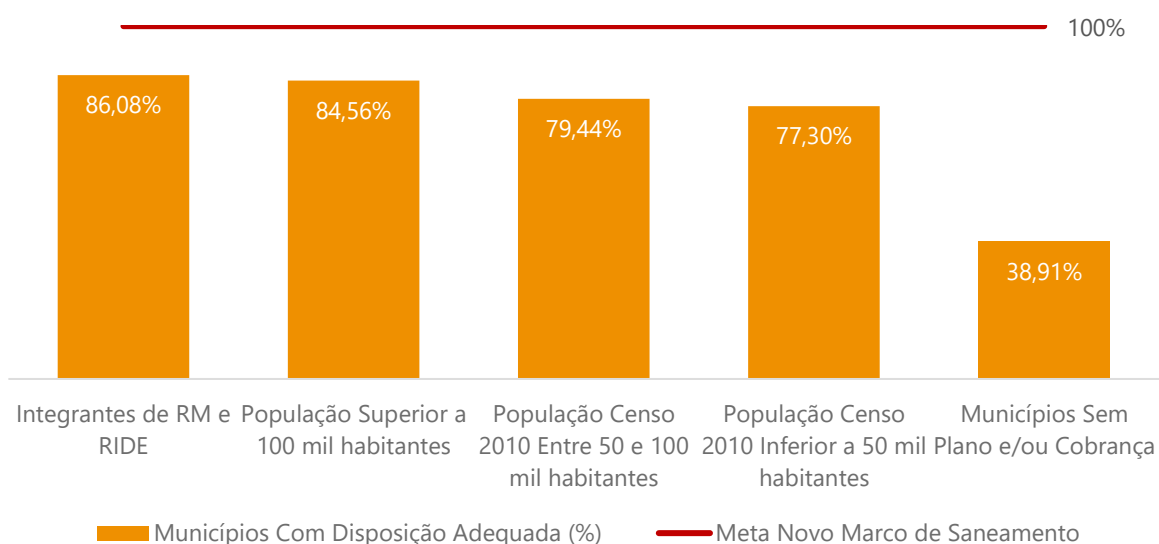


Figura 18: Comparativo entre o percentual de municípios com disposição adequada e a meta estabelecida pelo Novo Marco de Saneamento.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Evidencia-se que 54% dos municípios que deveriam estar com disposição adequada de RSU ainda dispõem seus resíduos de forma inadequada. Além disso, aproximadamente 22% dos municípios que possuem prazo para o cumprimento da meta estabelecida no Novo Marco do Saneamento ainda necessitam adequar suas formas de disposição final.

## 2. DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

O sistema de drenagem faz parte da infraestrutura existente em uma área urbana, juntamente com os demais eixos do saneamento. O principal diferencial do sistema de drenagem em relação ao demais é que o escoamento das águas das chuvas sempre ocorrerá, independentemente se existir ou não o sistema de drenagem adequado, sendo que a qualidade desse sistema é que determinará se os benefícios ou os prejuízos à população serão maiores ou menores.

Desta forma, este capítulo apresenta a proposição de um conceito de atendimento/cobertura dos serviços públicos específico para o componente drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, considerando suas particularidades em relação aos demais componentes do saneamento.

### 2.1. PLANSAB

O PLANSAB, em sua versão inicial de 2014, implementou um indicador para a drenagem e o manejo de águas pluviais denominado D1. Este indicador considera que uma parte dos municípios brasileiros podem conviver com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, mesmo com o alcance das metas para a universalização.

A versão revisada do PLANSAB, submetida à consulta pública em 2019, incluiu um novo indicador para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Na visão do PLANSAB, este novo indicador é o que mais se aproxima do índice de acesso aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O novo indicador (D2) tem como objetivo identificar o percentual de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana. Ainda de acordo com o PLANSAB,



a inserção desse novo indicador, com suas respectivas metas, busca traduzir o desafio de reduzir o impacto de inundações sobre os domicílios.

Assim, a Tabela 33 apresenta os indicadores e a Tabela 34 apresenta as metas do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

*Tabela 33: Indicadores do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.*

Indicador		Fonte
D1	% de municípios com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos	SNIS
D2	% de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana	SNIS

Fonte: PLANSAB (2019).

*Tabela 34: Metas do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.*

Indicador	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
D1	2023	14,9	27,2	4,3	21,3	21,2	8,2
	2033	11,0	20,0	4,3	15,0	17,0	5,0
D2	2023	97,0	96,5	98,0	96,5	96,5	98,0
	2033	97,9	98,2	98,7	97,3	97,2	98,7

Fonte: PLANSAB (2019).

## 2.2. Fontes Utilizadas

Para a elaboração deste diagnóstico foram utilizadas informações e indicadores retirados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em seu módulo Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (SNIS-AP), ano de 2020.

Foram realizadas pesquisas e consultas em diversos outros estudos e fontes de informações, como: Agência Nacional de Águas (ANA), Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) e Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB).

Muitos dados, porém, estão desatualizados ou não possuem representatividade suficiente, sendo o SNIS-AP a melhor fonte de consulta acerca dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Ainda, como fonte, será utilizado o estudo de Setorização de Risco Geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), que irá complementar os cálculos de déficits e demandas dos relatórios seguintes dos cálculos das necessidades de investimentos.

### 2.2.1. SNIS Águas Pluviais

Criado em 2015, o SNIS-AP realizou a sua 5ª coleta anual de informações em 2021, reunindo dados sobre a prestação municipal dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas referentes ao ano de 2020 (SNIS-AP 2020).

Apesar de ainda ser uma iniciativa recente, os números apresentados no SNIS-AP têm grande valia para a análise da situação da gestão das águas pluviais no Brasil.

#### Amostra SNIS-AP 2020

Para este diagnóstico foram utilizados dados do recém-publicado Diagnóstico Temático de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – Visão Geral, ano base 2020, que, até o momento, é o ano que possui a maior amostra de municípios participantes, como pode ser observado na Tabela 35.

Tabela 35: Municípios participantes do SNIS-AP por ano Base

Ano Base	Municípios respondentes	Em relação ao total de municípios brasileiros
2020	4.107	73,73%
2019	3.653	65,58%
2018	3.603	64,69%
2017	3.733	67,02%

Ano Base	Municípios respondentes	Em relação ao total de municípios brasileiros
2015	2.541	45,62%

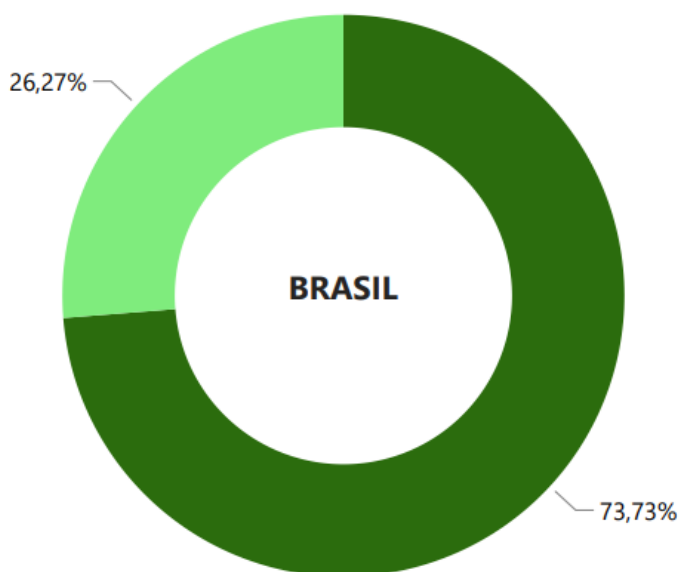
Nota: não foram coletados dados para o ano base de 2016.

Fonte: SNS/MDR (2021).

## Brasil

Em relação ao Brasil, foram 4.107 municípios respondentes no ano base de 2020, de um total 5.570, o que representa 73,73% dos municípios brasileiros. A representação gráfica desta divisão pode ser observada na Figura 19.

● MUNICÍPIOS PARTICIPANTES ● MUNICÍPIOS NÃO PARTICIPANTES



**Figura 19: Municípios respondentes do SNIS-AP 2020.**

Fonte: SNS/MDR (2021).

## Regiões

Dentre as 5 regiões do país, as regiões Sul (87,32%) e Sudeste (84,35%), foram as que tiveram maior representação de municípios participantes, enquanto a região

Nordeste obteve a menor taxa de municípios participantes com 57,58%, como pode ser observado na Tabela 36 e na Figura 20.

Tabela 36: Total de municípios participantes do SNIS-AP 2020 para as regiões do Brasil

Região	Municípios respondentes	Em relação ao total de municípios da região
Norte	275	61,11%
Nordeste	1.033	57,58%
Sudeste	1.407	84,35%
Sul	1.040	87,32%
Centro-Oeste	352	75,37%

Fonte: SNS/MDR (2021).

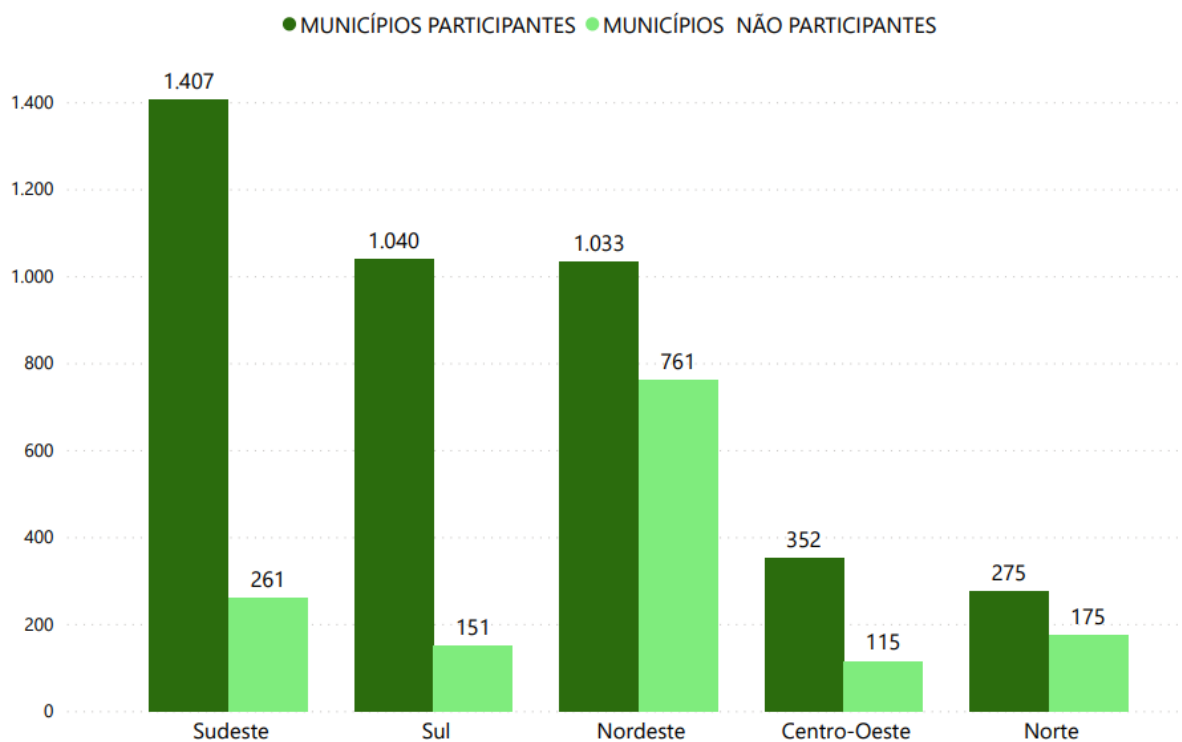


Figura 20: Municípios participantes do SNIS-AP 2020 por região.

Fonte: SNS/MDR (2021).

## Estados

Quando são observados os municípios participantes por Estado, sem considerar o Distrito Federal, São Paulo com 90,54%, é o estado com maior participação. Por outro

lado, o Maranhão com 40,09% é o estado com menor participação. A Tabela 37 e a Figura 21 apresentam o total de municípios participantes por Estado.

Tabela 37: Total de municípios participantes do SNIS-AP 2020 para os Estados do Brasil

Estado	Municípios participantes	Em relação ao total de municípios do Estado
Acre	14	63,64%
Alagoas	68	66,67%
Amazonas	26	41,94%
Amapá	8	50,00%
Bahia	255	61,15%
Ceará	123	66,85%
Distrito Federal	1	100,00%
Espírito Santo	66	84,62%
Goiás	179	72,76%
Maranhão	87	40,09%
Minas Gerais	680	79,72%
Mato Grosso do Sul	68	86,08%
Mato Grosso	104	73,76%
Pará	89	61,81%
Paraíba	130	58,30%
Pernambuco	115	62,16%
Piauí	110	49,11%
Paraná	334	83,71%
Rio de Janeiro	77	83,70%
Rio Grande do Norte	99	59,28%
Rondônia	37	71,15%
Roraima	7	46,67%
Rio Grande do Sul	447	89,94%
Santa Catarina	259	87,80%
Sergipe	46	61,33%
São Paulo	584	90,54%
Tocantins	94	67,63%

Fonte: SNS/MDR (2021).

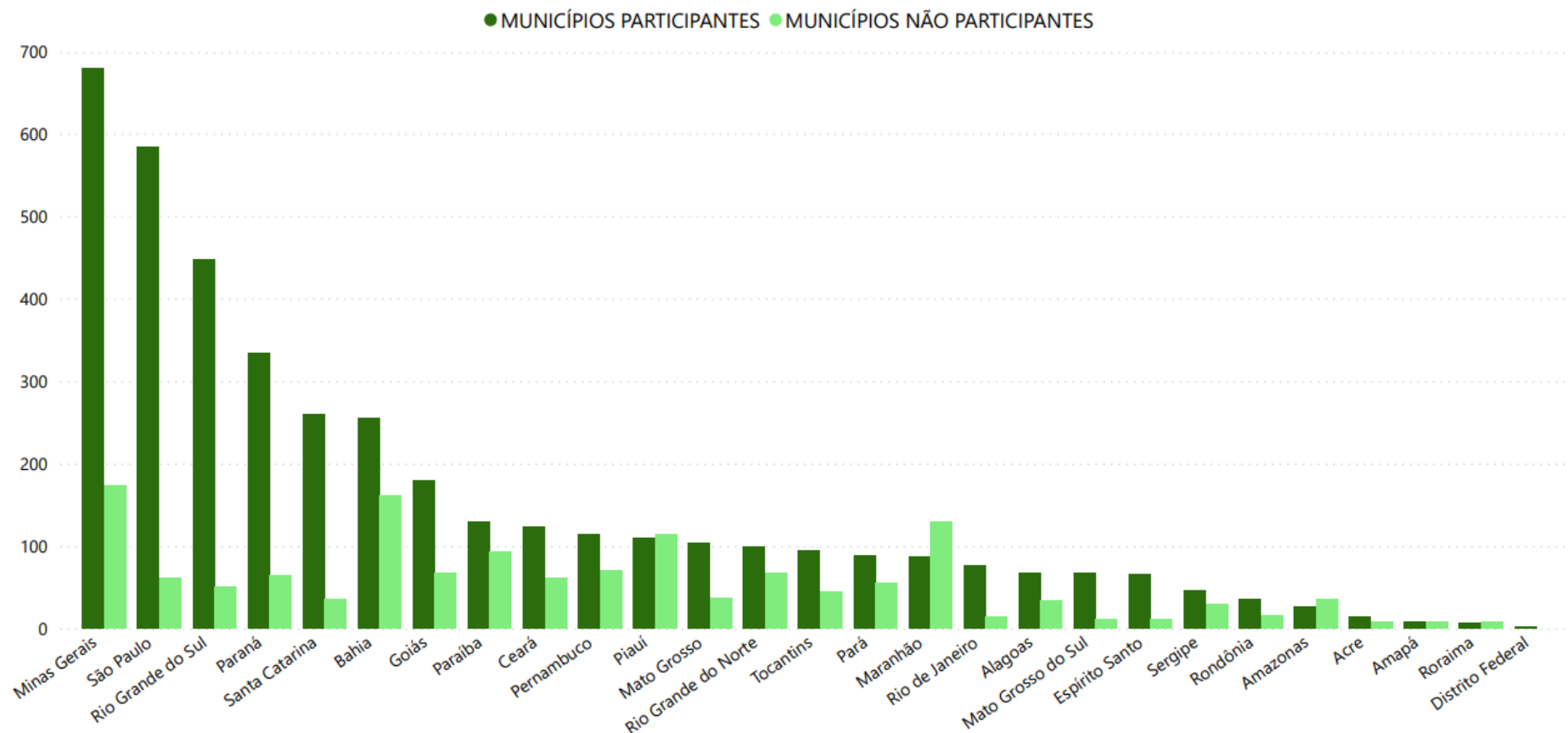


Figura 21: Municípios participantes do SNIS-AP 2020 por estado.

Fonte: SNS/MDR (2021).

## Faixa Populacional

O SNIS considera em seu diagnóstico seis faixas populacionais distintas, sendo os intervalos populacionais apresentados na Tabela 38.

Tabela 38: Faixas Populacionais adotadas pelo SNIS

Faixa Populacional	Habitantes
1	De 1 até 30.000 hab.
2	De 30.001 até 100.000 hab.
3	De 100.001 até 250.000 hab.
4	De 250.001 até 1.000.000 hab.
5	De 1.000.001 até 3.000.000 hab.
6	Superior à 3.000.001 hab.

Fonte: SNS/MDR (2021).

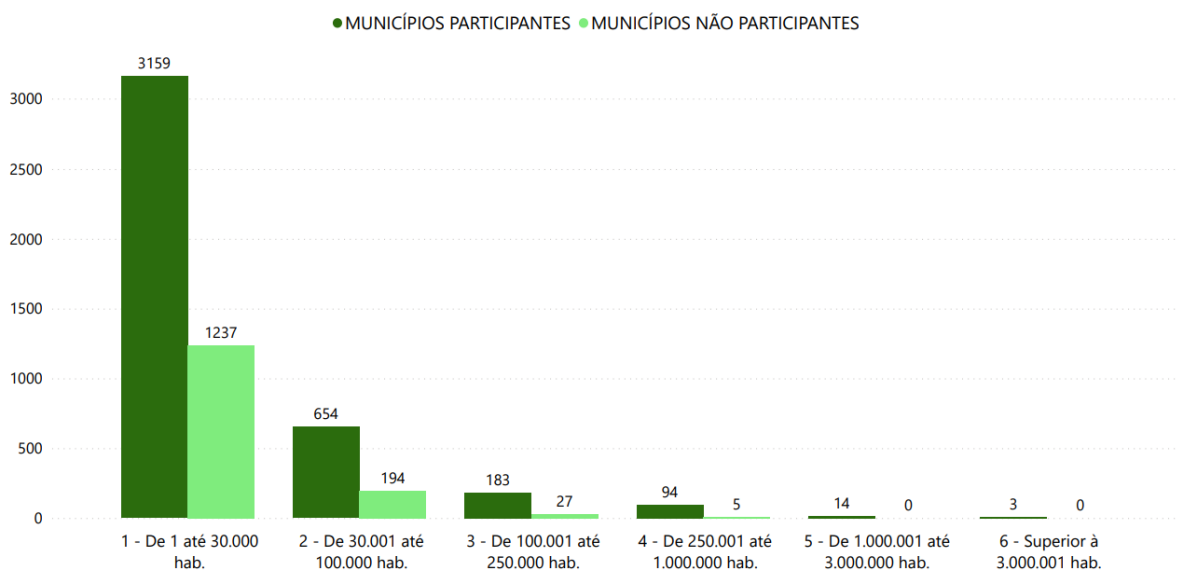
Na Tabela 39, é possível observar que quanto maior a faixa populacional, e por consequência menor o número de municípios, também é maior a participação relativa.

Tabela 39: Total de municípios participantes do SNIS-AP 2020 por faixa populacional

Faixa Populacional	Municípios respondentes	Em relação ao total de municípios por faixa
1	3.159	71,86%
2	654	77,12%
3	183	87,14%
4	94	94,95%
5	14	100,00%
6	3	100,00%

Fonte: SNS/MDR (2021).

A Figura 22 ilustra a distribuição dos municípios participantes e não participantes por faixa populacional.



**Figura 22: Municípios participantes do SNIS-AP 2020 por faixa populacional.**

Fonte: SNS/MDR (2021).

### Dados Utilizados

Para o Diagnóstico do Déficit de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas serão utilizados os seguintes dados do SNIS-AP 2020:

- Municípios participantes;
- População Total;
- População Urbana;
- Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município (GE008);
- Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação (RI013);
- Parcela de domicílios em situação de risco de inundação (IN040);
- Existência de Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (IE001); e
- Existência de Cadastro Técnico de Obras Lineares no Município (IE012).

#### 2.2.2. Considerações

Apesar de recente, a base de dados do SNIS-AP demonstra uma evolução, além de quantitativa (quantidade de municípios participantes), qualitativa, por meio do



refinamento dos métodos de coleta e análise das informações. Assim, o SNIS-AP 2020 fornece uma amostragem significativa para o cálculo dos déficits deste eixo.

Entre as informações coletadas estão as que se referem às medidas de controle, medidas estruturais e estruturantes, que são essenciais para o planejamento dos serviços.

### 2.3. Proposição de conceito de cobertura

Para a proposição de conceito de cobertura de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, foram realizadas reuniões e discussões entre os técnicos da empresa contratada e do Ministério do Desenvolvimento Regional a fim de, em conjunto, definir a metodologia que melhor represente o acesso aos serviços.

Dentre as particularidades e especificidades da componente de drenagem urbana, pode ser destacada que a eficiência da prestação dos serviços não está necessariamente atrelada à existência de infraestruturas de drenagem. Ao contrário dos eixos de abastecimento de água ou esgotamento sanitário, onde um maior conjunto de infraestruturas significa um maior índice de atendimento, o sistema de drenagem também depende de externalidades como clima, características de relevo, impermeabilização do solo, geologia e o regime dos corpos de água bacia em que está inserido, cujos comportamentos são de difícil previsão.

Uma cidade localizada na região nordeste do país, mesmo sem qualquer sistema de drenagem ou galeria de águas pluviais, pode não sofrer nenhum tipo de ocorrência como alagamento, inundação e enchente por muitos anos seguidos, enquanto que outra cidade, na região sul, com um sistema robusto de drenagem, com cobertura de 90% de galerias de águas pluviais, por exemplo, pode registrar alto índice de ocorrências.

Dessa forma, além das galerias, estruturas dos sistemas de drenagem urbana como bocas de lobo, bacias de retenção, dispositivos de infiltração, dentre outras, não podem ser consideradas como cobertura e atendimento.

Ainda, o SNIS-AP traz o seguinte texto acerca da estimativa e contagem dos domicílios sujeitos a risco de inundação:

*"Em si, os processos meteorológicos e hidrológicos são processos naturalmente complexos. No longo prazo, não pode ser previsto nem quando, nem onde, nem com que proporções acontecerão. Mas a relação entre a intensidade, a duração e a frequência das precipitações pode ser extraída de registros de eventos passados estudados estatisticamente com apoio no conceito de tempo de retorno.*

*Hidrologicamente, as precipitações geram as vazões. Modelos matemáticos do tipo "precipitação-vazão", como o nome sugere, servem para a transformação de dados de precipitação em dados de vazão. Em situações específicas, em bacias hidrográficas suficientemente grandes e com dados disponíveis, as vazões podem ser estatisticamente estudadas de modo direto, também com apoio no conceito de tempo de retorno.*

*Assim, indiretamente, a partir do uso de modelos do tipo "precipitação-vazão", ou diretamente, a partir do estudo estatístico das vazões, manchas de inundação podem ser geradas e espacializadas, proporcionando o cálculo dos domicílios sujeitos a risco de inundação, em cada município, por contagem ou por estimativa. Alternativamente, os domicílios sujeitos a risco de inundação em cada município também podem ser calculados a partir da espacialização do nível de enchentes históricas, registradas oficialmente, extraoficialmente ou mesmo apenas relatadas por moradores, associadas ou não a um tempo de retorno, dependendo da disponibilidade de séries históricas.*

*De modo mais simples, os domicílios sujeitos a risco de inundação podem, ainda, ser extraídos das informações disponíveis em mapas de setorização, como os produzidos pela CPRM (já entregues para mais de 1.400 municípios do Brasil); ou podem também*

*ser estimados com base na experiência de técnicos e gestores locais, inclusive os integrantes dos corpos técnicos de Defesa Civil. ”*

Sendo assim, levando em conta as fontes de informação e dados hoje disponíveis sobre o manejo de águas pluviais, a taxa de domicílios sujeitos a risco de inundações na área urbana é atualmente o indicador que melhor representa o atendimento dos serviços de drenagem urbana, sendo, por esta razão, o conceito de cobertura utilizado neste diagnóstico.

### **Déficit de Cobertura**

- Parcela de domicílios em situação de risco de inundação

$$\frac{\text{Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação}}{\text{Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município}}$$

### **Déficit de Gestão**

Ainda, é apresentado um conceito para o Déficit de Gestão, uma vez que um município que não possua um planejamento adequado, sem cadastro e registro do seu sistema, não é capaz de realizar uma gestão adequada das águas pluviais.

- Municípios que não possuem PDDU (Plano Diretor de Drenagem Urbana)
- Municípios que não possuem Cadastro Técnico de Drenagem

## **2.4. Diagnóstico**

A partir da proposição do conceito de cobertura de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, para este diagnóstico, foram levantados os déficits para o Brasil, por região, por estado, e por faixa populacional. Para o cálculo dos investimentos em drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, serão ainda consideradas as Regiões Metropolitanas do país.

Os procedimentos metodológicos e os resultados estão apresentados neste capítulo.

### 2.4.1. Déficit de cobertura

Como apresentado, o SNIS-AP 2020 que contou com a participação de 73,73% dos municípios brasileiros, o que significa dizer que 1.463 municípios não informaram sobre a situação da drenagem e manejo de águas pluviais em seus territórios. Desta forma, para estes municípios, foram consideradas as médias nacionais, por região, por estado e por faixa populacional para a definição do déficit de cobertura.

Os valores apresentados para cada uma das agregações possuem resultados diferentes, pois foi realizada a extrapolação da média obtida para cada umas das categorias. Como exemplo: a média nacional se difere da média da região Sul, que difere do Estado de Santa Catarina. Nestes casos a recomendação é utilizar a média da área que está sendo realizada a análise.

### **Déficit Nacional**

Dos 4.107 municípios respondentes, o Brasil possui um total de 50.998.655 domicílios, sendo 1.981.674 (3,89%) sujeitos a risco de inundação. Isso representa uma média de 483 domicílios por município respondente. Extrapolando esta média para os 5.570 municípios brasileiros, chega-se a um déficit nacional de 2.687.588 domicílios sujeitos à risco de inundação.

Esta metodologia foi aplicada nos níveis de agregação de macrorregiões, estados e faixas populacionais, apresentados a seguir.

## Déficit por Região

No déficit por região, foram utilizadas as mesmas premissas apresentadas no Déficit Nacional. Na Tabela 40 é possível observar que a região sudeste é a que possui o maior número de domicílios sujeitos à risco de inundação, enquanto a região norte é a que possui a maior quantidade de domicílios nesta situação proporcionalmente.

Tabela 40: Déficit de cobertura por região.

Região	Domicílios sujeitos à risco de inundação	% Domicílios sujeitos à risco de inundação
Norte	202.853	6,54%
Nordeste	563.688	5,31%
Sudeste	1.184.745	4,87%
Sul	417.010	4,71%
Centro-Oeste	224.691	5,46%

Fonte: SNS/MDR (2021).

## Déficit por Estado

Em relação ao déficit de cobertura por estado, o Rio de Janeiro é o que apresenta a maior quantidade de domicílios em risco de inundação e o Acre a maior quantidade de domicílios em relação ao total do estado. Na contramão destes estados, o Amapá apresenta a menor quantidade de domicílios nesta situação, tanto em valores absolutos quanto proporcionalmente. Na Tabela 41 é possível observar estas informações.

Tabela 41: Déficit de cobertura por Estado

Estado	Domicílios sujeitos a risco de inundação	% Domicílios sujeitos a risco de inundação
Acre	62.981	44,39%
Alagoas	27.159	4,61%
Amazonas	58.356	8,02%
Amapá	1.240	0,73%
Bahia	107.372	3,78%

Estado	Domicílios sujeitos a risco de inundação	% Domicílios sujeitos a risco de inundação
Ceará	72.495	4,14%
Distrito Federal	0	0,00%
Espírito Santo	72.528	6,67%
Goiás	31.472	1,63%
Maranhão	23.279	2,49%
Minas Gerais	209.596	3,63%
Mato Grosso do Sul	160.296	19,30%
Mato Grosso	11.868	2,05%
Pará	84.148	6,01%
Paraíba	32.531	3,65%
Pernambuco	222.138	11,28%
Piauí	12.719	2,67%
Paraná	37.581	1,22%
Rio de Janeiro	621.373	13,34%
Rio Grande do Norte	23.410	3,47%
Rondônia	3.845	1,56%
Roraima	2.282	2,51%
Rio Grande do Sul	146.505	4,26%
Santa Catarina	228.841	9,76%
Sergipe	9.527	1,97%
São Paulo	277.044	2,16%
Tocantins	4.525	1,40%

Fonte: SNS/MDR (2021).

A Figura 23 ilustra o déficit de cobertura por região e por estado.

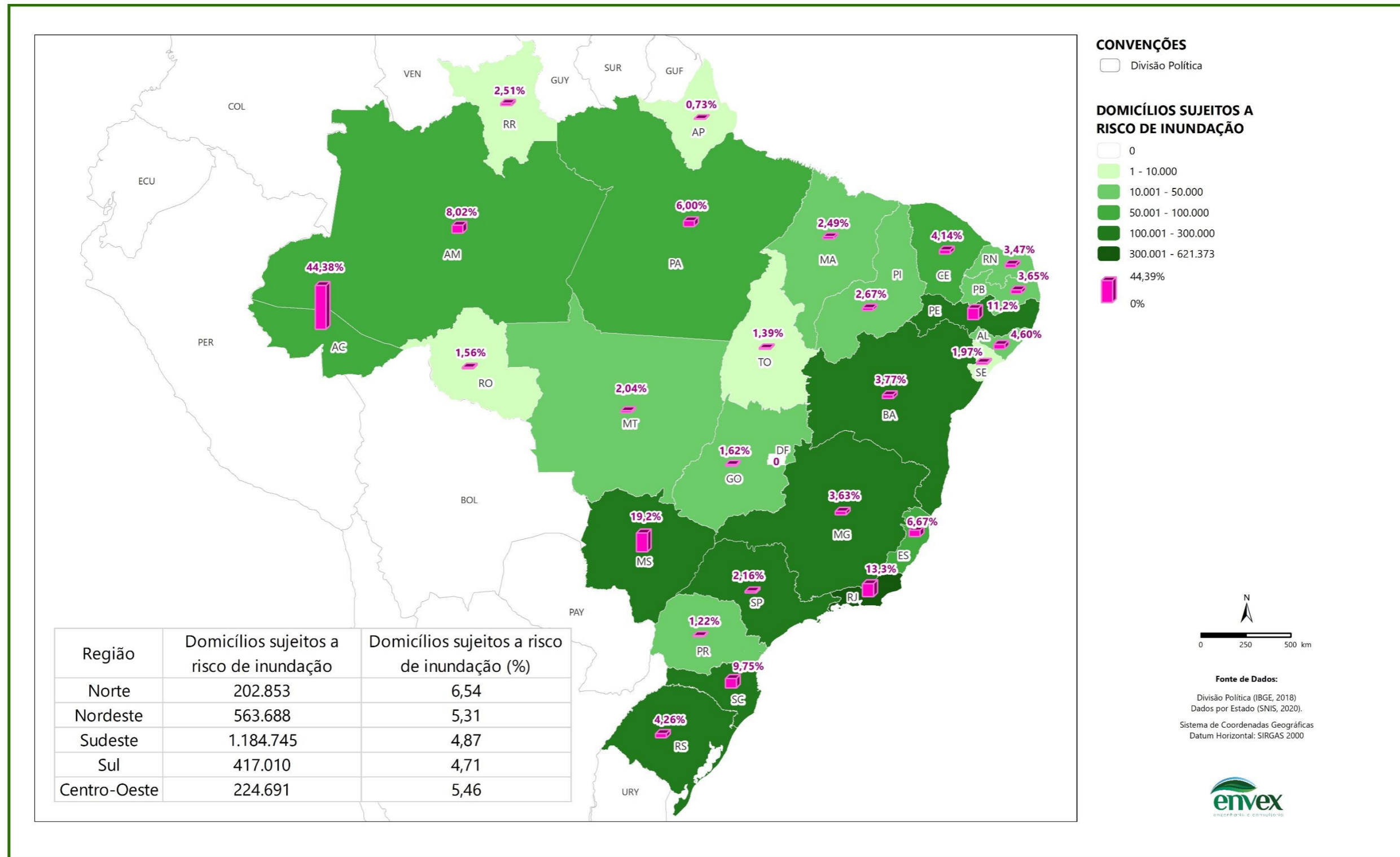


Figura 23: Déficit de cobertura por região e estado.

### Déficit por Faixa Populacional

Ainda foi elaborado o déficit por faixa populacional, sendo a faixa 4 a que possui o maior déficit em números de domicílios sujeitos à risco de inundação. Outro ponto a ser observado é que a faixa 6, que compreende apenas três municípios, São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília, possui 46.187 domicílios em situação de risco a mais do que a faixa 1, que abrange um total de 4.396 municípios, como apresentado na Tabela 42.

Tabela 42: Déficit de cobertura por faixa populacional

Faixa Populacional	Domicílios sujeitos à risco de inundação	% Domicílios sujeitos à risco de inundação	População urbana em domicílios sujeitos à risco de inundação
1	321.975	3,97%	847.796
2	482.565	5,15%	1.354.954
3	342.364	3,89%	1.000.307
4	595.273	4,76%	1.935.144
5	146.416	2,05%	494.491
6	368.162	7,30%	1.598.659
Total para o País por faixa populacional	2.256.755	4,43%	7.231.351

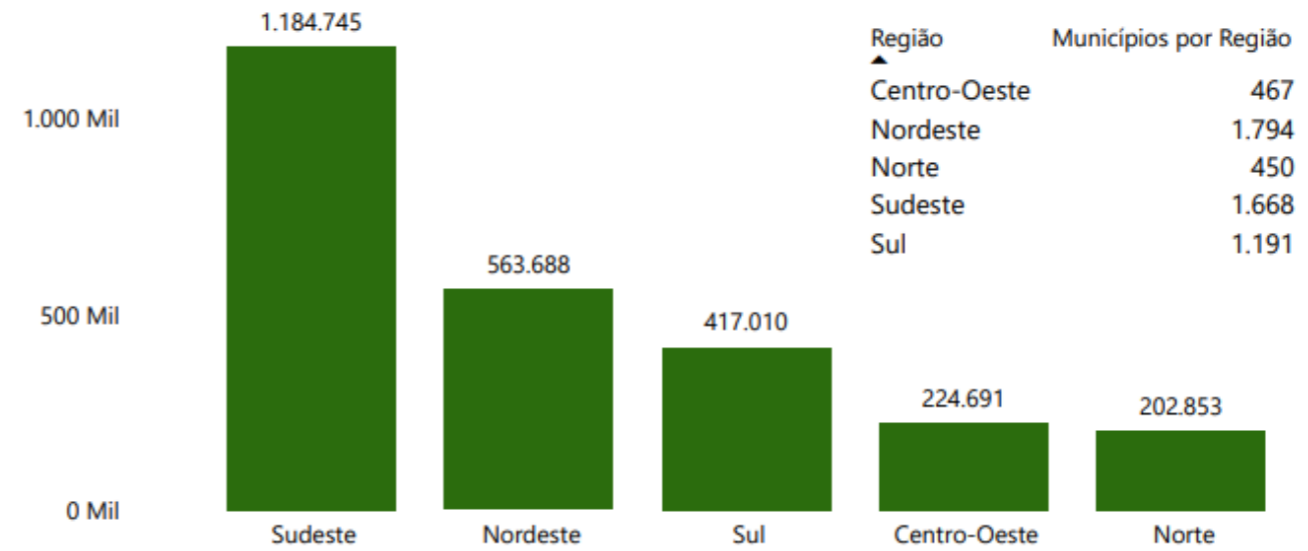
Fonte: SNS/MDR (2021).

A Figura 24 apresenta uma visão geral dos déficits nacional, por região, por estado e por faixa populacional.

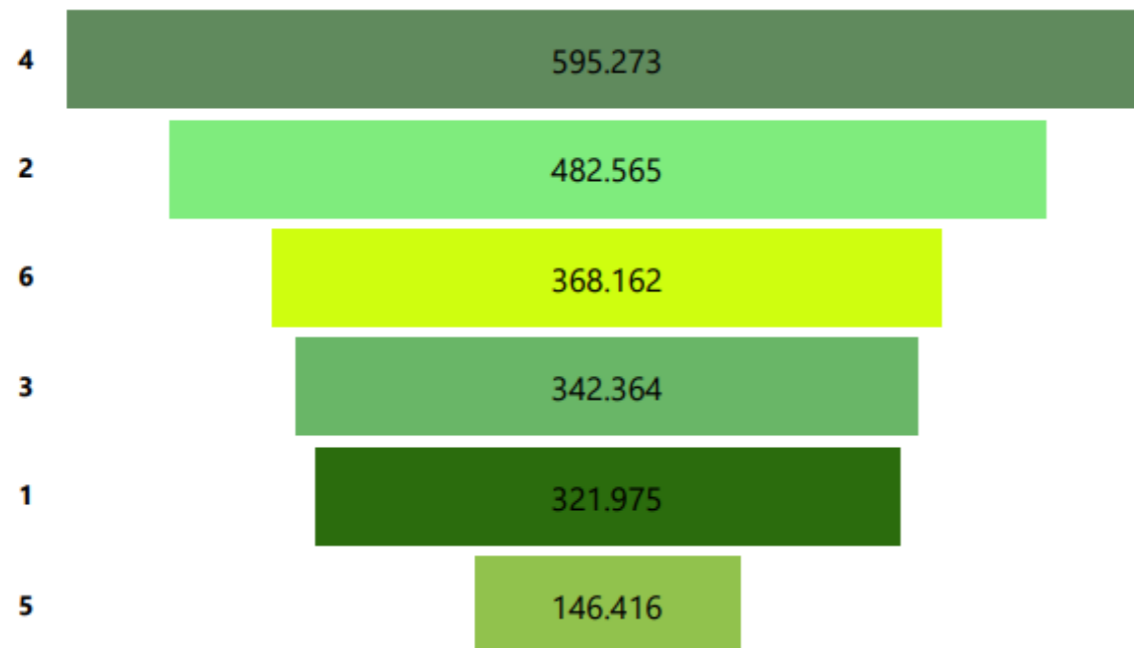


**2.687.588**  
 domicílios sujeitos a risco de inundação  
 na área urbana  
 3,89% dos domicílios  
 brasileiros

Domicílios sujeitos a risco de inundação por Região



Domicílios sujeitos a risco de inundação por Faixa Populacional



Domicílios sujeitos a risco de inundação por Estado

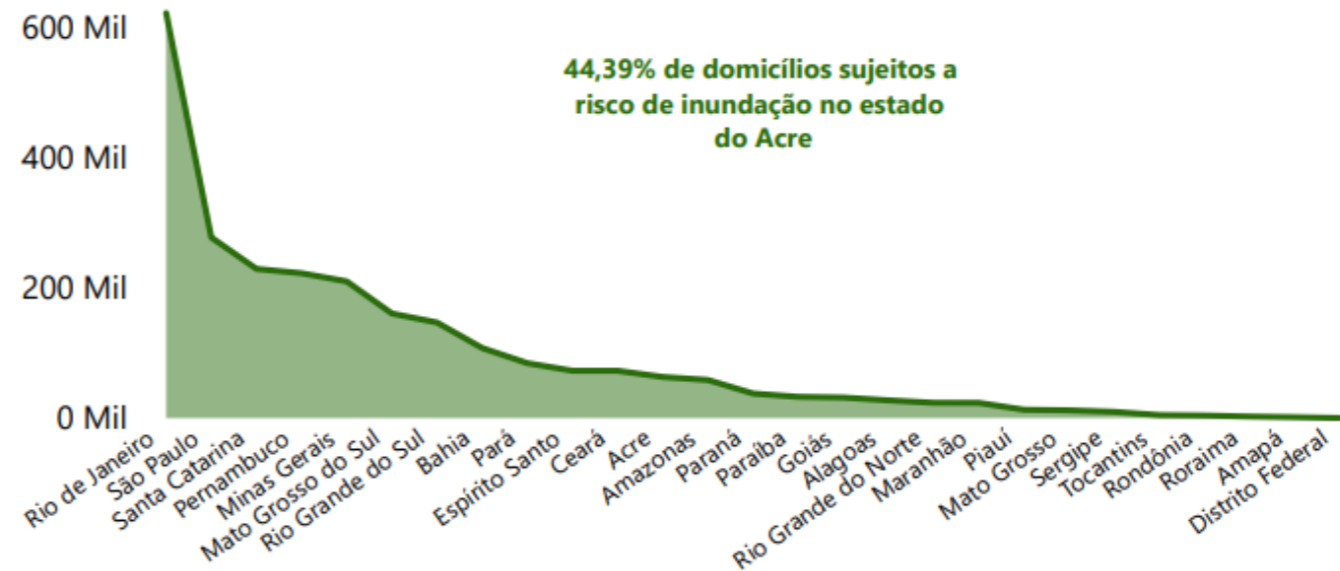


Figura 24: Visão geral dos Déficits de cobertura.

### 2.4.2. Déficit de gestão

Além do déficit de cobertura, também é apresentado o déficit de gestão, que considera tanto a existência de Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (PDDU) quanto o Cadastro Técnico das Obras Lineares dos municípios.

Assim como para o Déficit de Cobertura, os valores apresentados para cada uma das agregações possuem resultados diferentes, pois foi realizada a extrapolação da média obtida para cada uma das categorias. Desta forma, recomenda-se utilizar a média da área que está sendo realizada a análise.

### **Déficit Nacional**

Dos 4.107 municípios respondentes, 714 (17,38%) possuem o PDDU e 1.430 (34,82%) possuem o cadastro técnico. Novamente extrapolando a taxa para os 5.570 municípios brasileiros, chega-se a um déficit nacional de 4.602 (82,62%) municípios sem PDDU e 3.631 (65,18%) municípios sem cadastro técnico.

Esta metodologia foi aplicada em todos os níveis de desagregação apresentados a seguir.

### **Déficit por Região**

No déficit por região, foram utilizadas as mesmas premissas apresentadas no déficit nacional. Os resultados estão apresentados na Tabela 43, podendo ser observado que a região nordeste é a mais carente na questão do planejamento dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Tabela 43: Déficit de gestão por região em número de municípios.

Região	Quantidade de municípios sem PDDU	% municípios sem PDDU	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico
Norte	399	88,73	306	68,00
Nordeste	1.648	91,87	1.428	79,57
Sudeste	1.206	72,28	963	57,71
Sul	1.002	84,13	720	60,48
Centro-Oeste	409	87,50	301	64,49

Fonte: SNS/MDR (2021).

### Déficit por Estado

Em relação à desagregação por estados, Minas Gerais possui o maior déficit de gestão calculado, como apresenta a Tabela 44.

Tabela 44: Déficit de gestão por Estado em número de municípios.

Estado	Quantidade de municípios sem PDDU	% municípios sem PDDU	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico
Acre	22	100,00%	17	78,57%
Alagoas	92	89,71%	81	79,41%
Amazonas	60	96,15%	43	69,23%
Amapá	10	62,50%	6	37,50%
Bahia	376	90,20%	334	80,00%
Ceará	166	90,24%	138	74,80%
Distrito Federal <sup>1</sup>	0	0,00%	0	0,00%
Espírito Santo	57	72,73%	38	48,48%
Goiás	223	90,50%	191	77,65%
Maranhão	200	91,95%	177	81,61%
Minas Gerais	773	90,59%	622	72,94%
Mato Grosso do Sul	63	79,41%	35	44,12%
Mato Grosso	125	88,46%	79	55,77%
Pará	120	83,15%	87	60,67%
Paraíba	211	94,62%	184	82,31%
Pernambuco	169	91,30%	151	81,74%

Estado	Quantidade de municípios sem PDDU	% municípios sem PDDU	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico
Piauí	210	93,64%	175	78,18%
Paraná	314	78,74%	191	47,90%
Rio de Janeiro	75	81,82%	60	64,94%
Rio Grande do Norte	159	94,95%	133	79,80%
Rondônia	46	88,89%	35	66,67%
Roraima	13	85,71%	4	28,57%
Rio Grande do Sul	427	85,91%	318	63,98%
Santa Catarina	260	88,03%	192	65,25%
Sergipe	68	91,30%	57	76,09%
São Paulo	320	49,66%	258	40,07%
Tocantins	129	92,55%	109	78,72%

NOTA: <sup>1</sup>No Distrito Federal, Brasília possui os dois instrumentos.

Fonte: SNS/MDR (2021).

A Figura 25 ilustra o déficit de cobertura por Região e por Estado

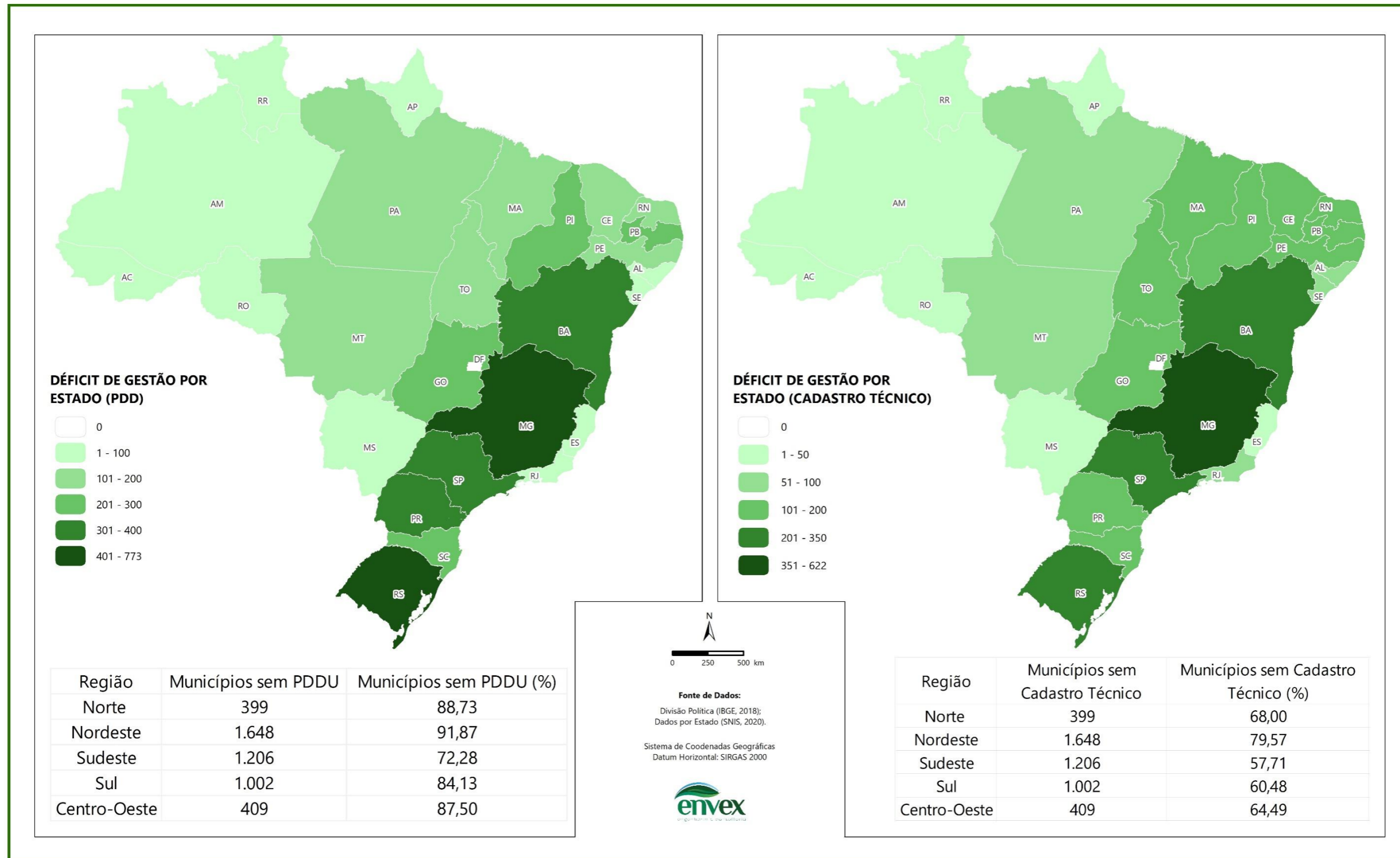


Figura 25: Déficit de gestão por região e estado.

### Déficit por Faixa Populacional

Por fim, em relação à faixa populacional, os três municípios da faixa 6, São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília, possuem tanto o PDDU quanto o cadastro técnico. Já a faixa populacional 1, que abrange a maior parte de municípios brasileiros, é a que possui o maior déficit de gestão. A Tabela 45 apresenta os déficits de gestão por faixa populacional.

Tabela 45: Déficit de gestão por faixa populacional

Faixa Populacional	Quantidade de municípios sem PDDU	% municípios sem PDDU	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico
1	3.763	85,60	3.082	70,12
2	656	77,37	472	55,66
3	147	69,95	78	37,16
4	55	55,32	28	28,72
5	3	21,43	3	21,43
6	0	0,00	0	0,00
Total para o País	4.624	82,62	3.664	65,18

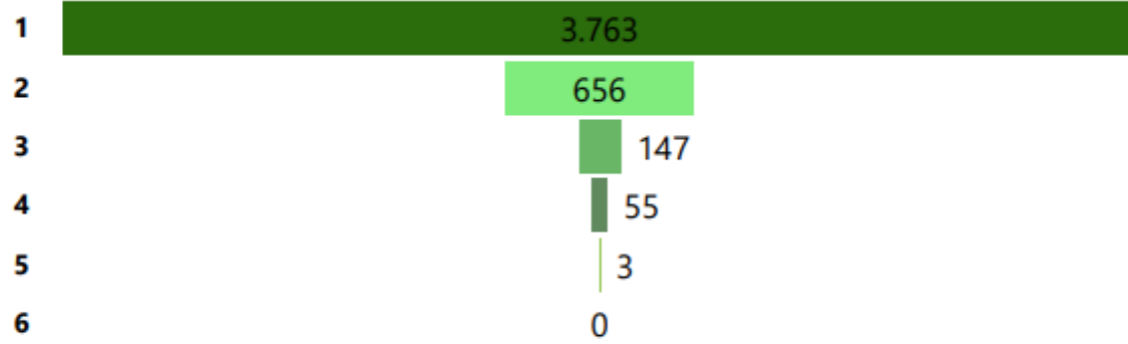
Fonte: SNS/MDR (2021).

A Figura 26 apresenta uma visão geral dos déficits de gestão nacional, por região, por estado e por faixa populacional.

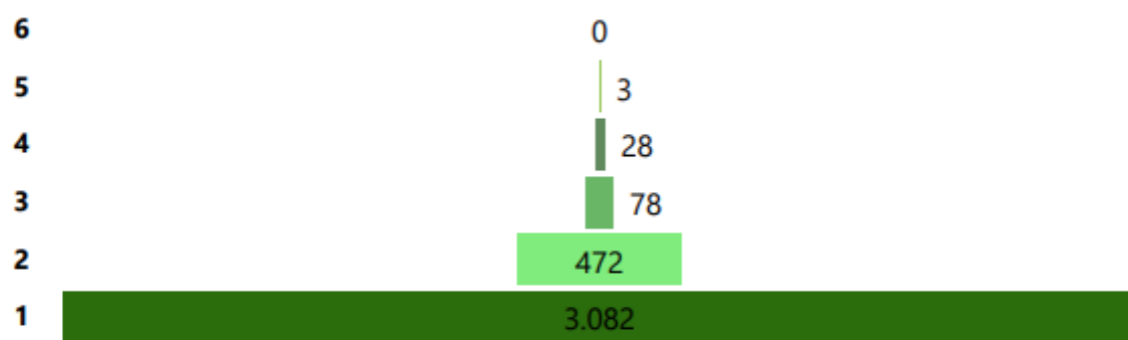
**82,62%**  
municípios não possuem PDDU

**65,18%**  
não possuem cadastro técnico

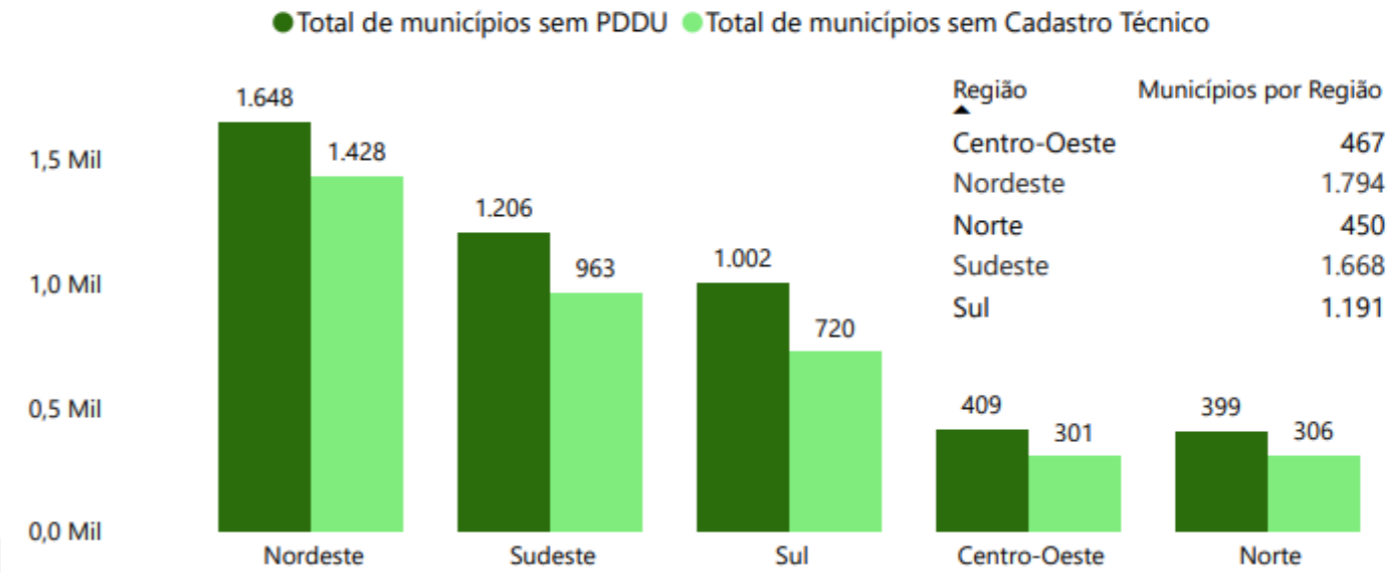
Quantidade de municípios sem PDDU por Faixa Populacional



Quantidade de municípios sem sem Cadastro Técnico por Faixa Populacional



Déficit de gestão por Região



Déficit de gestão por Estado

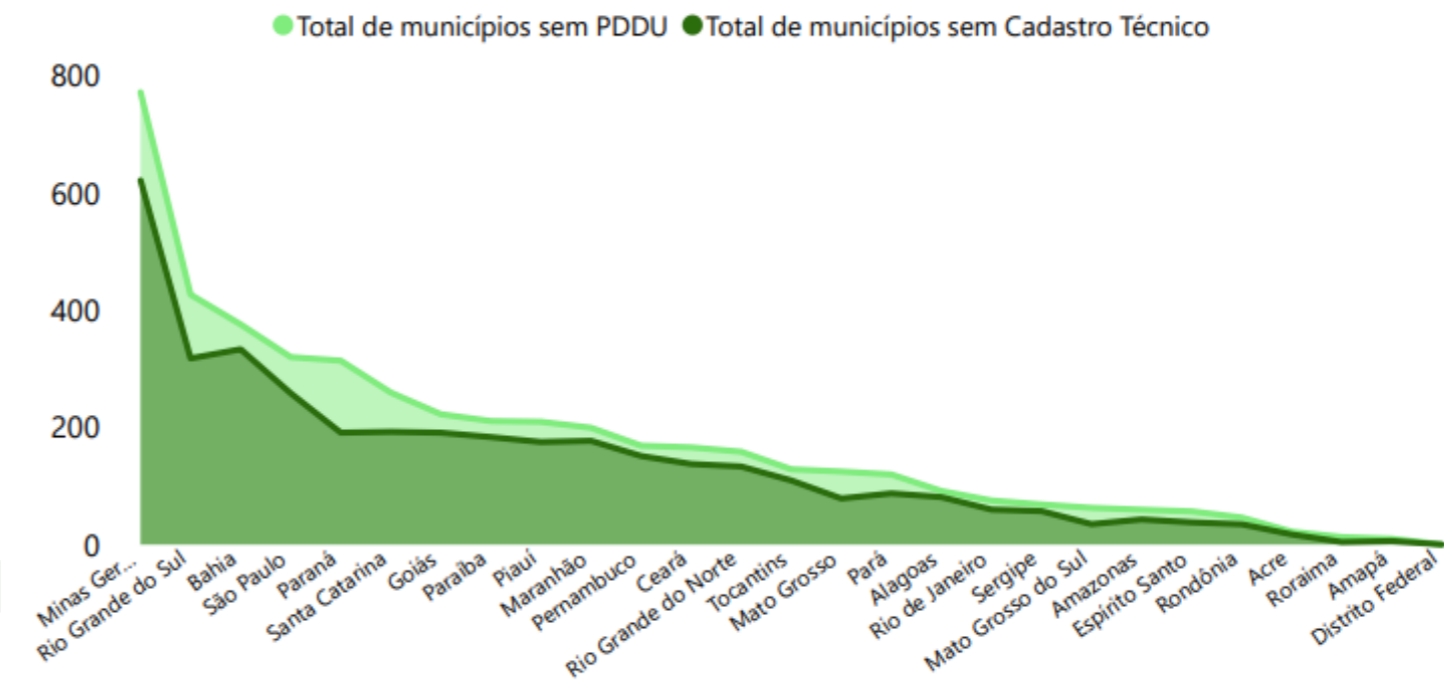


Figura 26: Visão geral dos Déficit de gestão.

## 2.5. Metas do PLANSAB

Retornando ao PLANSAB após o diagnóstico, é possível observar a situação atual de alcance às metas estabelecidas. A Tabela 46 apresenta novamente os indicadores do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e a Tabela 47 apresenta as metas previstas para o ano de 2023 e 2033 e a situação atual com os dados de 2020.

*Tabela 46: Indicadores do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.*

Indicador		Fonte
D1	% de municípios com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, nos últimos cinco anos	SNIS
D2	% de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana	SNIS

Fonte: PLANSAB (2019).

*Tabela 47: Metas do PLANSAB para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas para 2020.*

Indicador	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
D1	2020	27,1	39,6	13,6	<b>14,1</b>	55,2	18,2
	2023	14,9	27,2	4,3	21,3	21,2	8,2
	2033	11,0	20,0	4,3	15,0	17,0	5,0
D2	2020	94,7	93,5	94,7	95,1	95,3	94,5
	2023	97,0	96,5	98,0	96,5	96,5	98,0
	2033	97,9	98,2	98,7	97,3	97,2	98,7

Fonte: PLANSAB (2019).

Analisando as metas para o indicador D1, que considera que uma parte dos municípios brasileiros podem conviver com enxurradas, inundações ou alagamentos ocorridos na área urbana, nenhuma das regiões, com exceção da Sudeste, está próxima de alcançar as metas já estabelecidas para o ano de 2033. O indicador se mostra conceitualmente frágil por depender de eventos hidrológicos sem levar em conta adequadamente o conceito de risco.



Isso porque como o indicador D1 também engloba alagamentos, levando em conta que se trabalha com grandes números (o Brasil possui mais de 5 mil municípios) e a levando em conta a equação de cálculo de risco:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n$$

Onde:

R: Risco

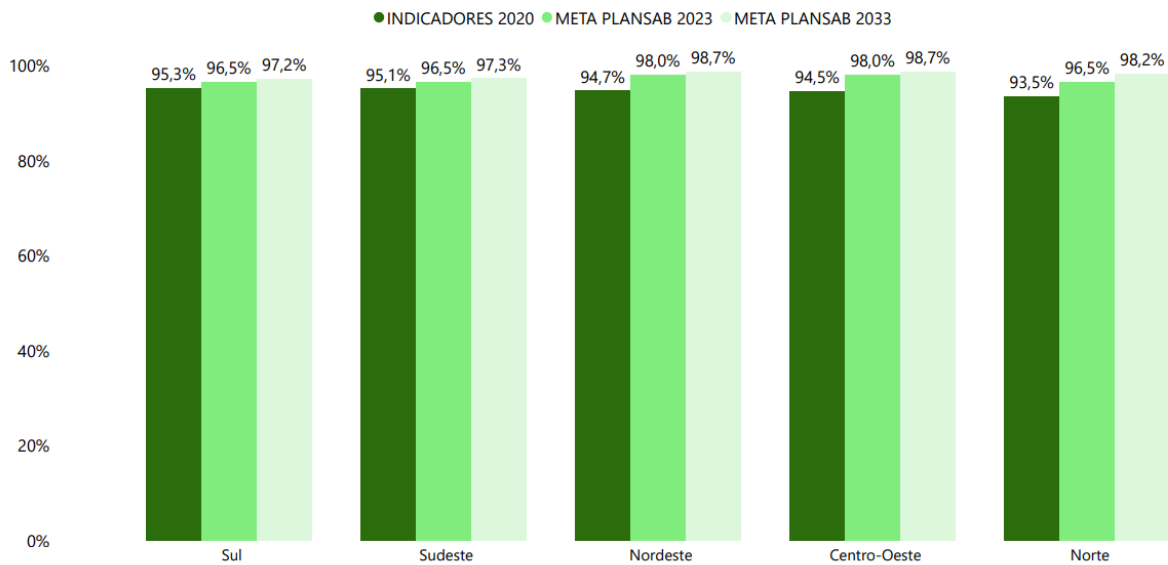
Tr = Tempo de Retorno

n = anos

Assim, para a meta do PLANSAB do Indicador D1 ser estatisticamente atingida, todos os municípios brasileiros terão que dispor de sistemas de macrodrenagem, e, também, de microdrenagem, projetados para um Tempo de Retorno maior que 25 anos, já que, para um Tr= 25; R = 18%.

Este indicador considera o total de municípios com algum tipo de evento, e não os domicílios ou moradores atingidos, notificados ao S2ID, ainda que o SNIS-AP publique as ocorrências que não foram registrados no sistema por meio de seu indicador R1067 que serve para declaração, pelos participantes, do nº de desabrigados ou desalojados não declarado no S2ID.

A análise do indicador D2 apresenta um resultado diferente ao do primeiro índice, com regiões do Brasil próximas as metas estabelecidas. A título de exemplo, a Região Sul está a apenas 1,2% de atingir a meta de 96,5% de domicílios não sujeitos a risco de inundação na área urbana, com 95,3% domicílios fora desta situação no ano de 2020. A Figura 27 ilustra a situação atual das metas do PLANSAB.



**Figura 27: Situação atual das metas do PLANSAB**

## 2.6. Conclusão

No SNIS-AP, muitos dados são preenchidos pelas administrações municipais, as quais têm autonomia, inclusive, para definir os critérios segundo os quais os domicílios situados dentro dos limites territoriais de cada município são ou não classificados como “sujeitos a risco de inundação”.

Os muitos municípios, principalmente os de menor porte, que ainda não contam com corpos técnicos bem dimensionados, estáveis e suficientemente capacitados para fazer o devido registro de desastres no S2ID, também não contam com corpos técnicos bem dimensionados, estáveis e suficientemente capacitados para fazer o devido registro do número dos domicílios sujeitos a risco de inundações no SNIS-AP.

Os déficits calculados, sobretudo o de cobertura, vão seguir sujeitos a flutuações relacionadas à precariedade dos dados, pelo menos até o setor de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas se tornar mais institucionalizado e mais bem estruturado.

Apesar da lacuna de informações dos municípios não participantes e da incerteza sobre a confiabilidade dos dados, os déficits apresentados são, hoje, com as fontes de

informação disponíveis, os que melhor representam a situação atual de cobertura do eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas para o Brasil.

A partir desses déficits calculados de cobertura e de gestão, serão avaliadas as melhores alternativas de intervenções para o alcance das metas estabelecidas pelo PLANSAB para os anos de 2023 e 2033 e para a universalização do serviço. Dentre as alternativas serão consideradas a infraestrutura do sistema de microdrenagem (galerias, bocas de lobo), bacias de controle (detenção, retenção, infiltração) e também as intervenções não estruturais como a elaboração do cadastro técnico e dos Planos Diretores de Drenagem Urbana.

Essas proposições para o atendimento dos déficits irão balizar o Produto 5.1: Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

### 2.6.1. Sugestões para os indicadores

Para o SNIS-AP, principal fonte de coleta de dados do eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, seguem algumas sugestões:

- Manter a coleta anual para geração da série história de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, sempre aumentando o número de municípios respondentes;
- Exigir que os municípios que responderem os demais eixos também respondam o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (a revisão do Marco Legal já traz esta exigência);
- Destacar que o indicador IN040 - Parcela de domicílios em situação de risco de inundação, é um indicador fundamental para o conceito de cobertura do serviço, e de monitoramento de alcance das metas do PLANSAB, devendo ser preenchido corretamente.

## Indicadores de Gestão

Para as próximas versões do PLANSAB, criar o indicador de Gestão e inserir as metas por região. A Tabela 48 apresenta a sugestão de indicadores de gestão e a Tabela 49 os valores atuais destes indicadores.

Tabela 48: Sugestão de Indicadores de Gestão para o PLANSAB

Indicador		Fonte
G5	% de municípios com PDDU	SNIS
G6	% de municípios com Cadastro Técnico	SNIS

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Tabela 49: Valores para os indicadores de Gestão 2020.

Indicador	Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
G5	2020	17,38	11,3	8,3	27,1	15,9	12,5
G6	2020	34,82	32,0	20,4	42,3	39,5	35,5

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

## Atendimento

Para o eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, ainda faltam dados sobre domicílios sujeitos a inundações que, em vez de “sem atendimento”, podem ser computados como em situação de “atendimento precário”, caso, por exemplo, dos domicílios que contam com soluções individuais de proteção (como alteamentos e vedações) ou que estão situados em bacias hidrográficas pequenas dotadas de sistema de monitoramento e alerta de inundações.

Assim, a inclusão de novos campos de informação no SNIS-AP, com as situações “atendimento adequado”, “atendimento precário” e “sem atendimento”, contribuirá para a melhora do conceito de déficit em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

### 3. REFERÊNCIAS

ABETRE – Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes. **Atlas de Destinação Final de Resíduos – Brasil 2020**. Disponível em: <<https://atlas.abetre.org.br/public/atlas>>. Acesso em: Nov. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico Temático – Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – Visão Geral. Brasília: SNS/MDR, 2021.

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017**. Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos – 2020**. Brasília: SNS/MDR, 2021.



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2023

Produto 3: Análise dos Investimentos em Saneamento

DEZEMBRO/2021



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Produto 3: Análise dos Investimentos em Saneamento

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



<b>APRESENTAÇÃO DA EQUIPE</b>	
<b>Coordenação Geral</b>	
Gesner José de Oliveira Filho <i>Economista, Dr.</i>	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
<b>Equipe Chave</b>	
Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo de Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Roberto Oliveira dos Santos Matemático, Dr.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>
<b>Equipe de Apoio</b>	
Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Msc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinicius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>



<b>Equipe de Apoio</b>	
Pedro Levy Sayon, Msc. Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache, Msc. Engenheiro Mecatrônico	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Cláudia Orsini Machado de Sousa Administradora e Bióloga, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Luccas Saqueto Espinoza Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Thainá Sanches Becker Analista de Projetos	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Larissa Santi Silva Analista de Projetos	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Acadêmicos em Engenharia Ambiental, e Geografia	<i>Estagiários</i>

01	10/12/2021	P3	-	HRN	GJOF
00	03/12/2021	P3	-	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>


<b>DIAGNÓSTICO DO SETOR DE SANEAMENTO</b>			
Produto 3: Análise dos Investimentos em Saneamento			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho		<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>
		01	03
<b>Data</b> 10/12/2021			
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br   www.envexengenharia.com.br	

## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Produto 3 – Análise dos Investimento em Saneamento, integrante da Revisão do Cálculo das Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o período 2022-2033, referente ao Contrato nº 221031/2021.

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>BASES DE DADOS E METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>FONTES DE RECURSOS PARA INVESTIMENTO .....</b>	<b>17</b>
3.1.	Investimentos com recursos não onerosos .....	18
3.2.	Investimentos Onerosos.....	33
3.3.	Investimentos segundo dados do SNIS (apenas para o abastecimento de água e esgotamento sanitário).....	45
<b>4.</b>	<b>CONSOLIDAÇÃO DOS INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>51</b>
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: ODS 6 – Água potável e saneamento .....	13
Figura 2: Recursos não onerosos. Desembolsos em iniciativas de saneamento, 2008 – 2019 (em bilhões de reais) .....	18
Figura 3: Crescimento médio do PIB brasileiro por década (em %).....	19
Figura 4: Recursos não onerosos. Participação relativa dos recursos desembolsados no PIB brasileiro, 2008 – 2019 (em %) .....	20
Figura 5: Recursos não onerosos. Desembolsos por componente e modalidade, 2008 – 2019 (em bilhões de reais) .....	21
Figura 6: Recursos não onerosos. Distribuição dos valores desembolsados de repasses em iniciativas de saneamento básico por macrorregião, 2008 – 2019 (em %). .....	23
Figura 7: Recursos não onerosos. Investimento <i>per capita</i> por macrorregião, 2008 – 2019 (em reais por habitante excluído).....	25
Figura 8 : Recursos não onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente abastecimento de água por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído) .....	26
Figura 9: Recursos não onerosos. Desembolsos totais na modalidade de oferta de água, 2008-2019 (em bilhões de reais).....	28
Figura 10: Recursos não onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente esgotamento sanitário por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído) .....	29
Figura 11: Recursos não onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente resíduos sólidos por macrorregião, 2003 - 2019 (em reais por habitante excluído).....	30
Figura 12: Recursos não onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente drenagem urbana por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído).....	31
Figura 13: Recursos onerosos. Investimentos desembolsados, 2010 - 2019 (em bilhões de reais) .....	34
Figura 14: Recursos onerosos. Participação do FGTS nos investimentos desembolsados, 2010 – 2019 (em %).....	35
Figura 15: Recursos onerosos. Investimentos desembolsados por componente e modalidade, 2010 – 2019 (em bilhões de reais) .....	36
Figura 16: Recursos onerosos. Investimentos em controle e redução de perdas, relativo ao total de investimentos no componente abastecimento de água, 2010 – 2019 (em %).....	37
Figura 17: Recursos onerosos. Valores desembolsados por macrorregião, 2010 – 2019 (em %) .....	38

Figura 18: Recursos onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente abastecimento de água, por macrorregião, 2009 a 2019 (em reais por habitante excluído) .....	40
Figura 19: Recursos onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente esgotamento sanitário, por macrorregião, 2009-2019 (em reais por habitante excluído) .....	41
Figura 20: Recursos onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente manejo de resíduos sólidos, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído).....	43
Figura 21: Recursos onerosos. Desembolsos <i>per capita</i> no componente drenagem urbana, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído) .....	44
Figura 22: Origens e destinos dos investimentos, segundo classificação utilizada no SNIS .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Recursos não onerosos. Desembolsos por componente e modalidade, 2008 – 2019 (em bilhões de reais) .....	22
Tabela 2: Recursos não onerosos. Desembolsado por macrorregião, 2008 – 2019 (em bilhões de reais) .....	23
Tabela 3: Recursos não onerosos. Investimento per capita por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído).....	25
Tabela 4: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente abastecimento de água por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído) .....	27
Tabela 5: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente esgotamento sanitário por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído).....	29
Tabela 6: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente resíduos sólidos por macrorregião, 2003 - 2019 (em reais por habitante excluído).....	30
Tabela 7: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente drenagem urbana por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído).....	31
Tabela 8: Recursos onerosos. Investimentos desembolsados por componente e modalidade, 2010 – 2019 (em %).....	37
Tabela 9: Recursos onerosos. Desembolsado por macrorregião, 2009 – 2019 (em milhões de reais) .....	38
Tabela 10: Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente abastecimento de água, por macrorregião, 2009 a 2019 (em reais por habitante excluído) .....	40
Tabela 11: Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente esgotamento sanitário, por macrorregião, 2009-2019 (em reais por habitante excluído) .....	42
Tabela 12: Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente manejo de resíduos sólidos, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído).....	43
Tabela 13 Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente drenagem urbana, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído) .....	44
Tabela 14: Total dos investimentos desembolsados em abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão desses serviços no período de 2005 a 2019, por estado (R\$ mil).....	47
Tabela 15: Média anual dos investimentos desembolsados, por macrorregião e período (R\$ bi) .....	48
Tabela 16: Total e média anual dos investimentos desembolsados, por origem e período (R\$ bi).....	49

Tabela 17: Média anual dos investimentos desembolsados, por destino e período (R\$ bi) .....50	50
Tabela 18: Valor investido no setor de saneamento por componente e modalidade, 2010-2019 .....51	51
Tabela 19: Valor investido no setor de saneamento por origem do recurso, 2010-2019 .....52	52



## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste “Produto 3: Análise dos investimentos em saneamento” é apresentar o desempenho dos investimentos efetuados no setor de saneamento nos últimos anos, segmentados pelos quatro eixos que o compõem: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, e drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Pretende-se fornecer subsídio aos formuladores de políticas públicas, bem como à sociedade como um todo, para analisar as ações passadas e propor novas ações rumo à universalização dos serviços.

Apesar de ser um setor de infraestrutura tão essencial, a escassez histórica de investimentos no Brasil, dentre outros fatores, coloca em risco o atendimento das metas de universalização que constam no planejamento do setor, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

De acordo com a Agenda 2030, elaborada pela Organização das Nações Unidas (ONU), a água está no centro do desenvolvimento sustentável e de suas três dimensões (ambiental, econômica e social). Para o órgão, os recursos hídricos, bem como os serviços a eles associados, sustentam os esforços de erradicação da pobreza, de crescimento econômico e de sustentabilidade ambiental, uma vez que o acesso à água e ao saneamento importa para todos os aspectos da dignidade humana. Por esse motivo, dentre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) determinados pela ONU, o ODS nº 6 é justamente assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos (Figura 1).



**Figura 1: ODS 6 – Água potável e saneamento**

Fonte: Plataforma Agenda 2030 (ONU).

Este Produto 3 está organizado da seguinte forma. A Seção 2 descreve as bases de dados utilizadas, A Seção 3 discute o desempenho dos investimentos no setor a partir de cinco fontes de financiamento: recursos onerosos, recursos não onerosos, recursos de orçamentos de estados e municípios, empréstimos internacionais obtidos junto às agências multilaterais de crédito e os recursos próprios dos prestadores de serviços.

A Seção 4 consolida as informações sobre investimento no saneamento básico no período 2010-19, chegando ao valor de um investimento médio anual de R\$ 14,2 bilhões.

## 2. BASES DE DADOS E METODOLOGIA

A disponibilidade de dados válidos e fidedignos é condição fundamental para a análise da trajetória dos investimentos e financiamentos no setor de saneamento básico. De acordo com a mais recente versão revisada do PLANSAB, de 25 de julho de 2019, por meio de padronização dos dados e da consolidação das informações, tornou-se possível a elaboração de séries históricas mais confiáveis para tais investimentos.

Assim, para apresentação dos investimentos em saneamento com recursos não onerosos, foram utilizadas bases de dados disponibilizadas pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), mas cuja fonte original é o Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI) do Governo Federal. Anteriormente, realizavam-se consultas ao sistema através de uma plataforma homônima, isto é, o SIAFI Gerencial. Contudo, esse último foi descontinuado em 2017 e parte de sua base de informação (a saber, de 2008 a 2014) foi transferida para o Tesouro Gerencial (TG), o qual conta com informações desde 2008 (motivo pelo qual a série de recursos não onerosos inicia-se nesse ano) até hoje.

O TG é atualmente o sistema de consulta à Execução Orçamentária, Financeira e Patrimonial do Governo Federal no âmbito do Orçamento Fiscal e Seguridade Social, que se dá justamente por meio do SIAFI. Portanto, o TG é, em outras palavras, um dos sistemas informatizados de consulta aos dados do SIAFI, desenvolvido com o propósito de consolidar as informações em uma única base visando à otimização de extração desses relatórios gerenciais.

No que se refere aos recursos onerosos, as bases de dados são advindas das seguintes fontes: I) agente operador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS); II) Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que

administra tanto recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), como recursos próprios; e IV) Sistema de Acompanhamento e Controle dos Investimentos (SACI) do próprio MDR.

Ainda outra fonte relevante de informações sobre o setor é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Trata-se da base de dados mais completa, por considerar, além dos investimentos realizados diretamente pelos estados, aqueles desenvolvidos por municípios e prestadores de serviços. Não obstante, ressalte-se que o SNIS traz informações autodeclaradas pelos próprios órgãos e instituições consultados. Dessa forma, apesar das melhorias verificadas ao longo dos últimos anos, ainda pode haver distorções em relação a seus dados. Ademais, o SNIS não traz informações completas acerca dos investimentos nem em drenagem urbana e manejo de águas pluviais, tampouco em manejo de resíduos sólidos.

Visando à comparabilidade entre diferentes anos, os investimentos de todas as fontes (recursos não onerosos, onerosos e próprios) foram atualizados para valores de dezembro de 2019 com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV). A escolha por esse deflator não somente é consistente com aquele utilizado na elaboração e em subsequentes revisões do PLANSAB, como também é o índice que melhor representa as variações nos níveis de preços auferidos pelas empresas do setor de saneamento, em particular nas despesas de capital (CAPEX), frequentemente associadas a investimentos em infraestrutura de atendimento e reposição da existente.

Ademais, é importante mencionar que não se trabalha mais com a diferenciação entre recursos comprometidos e desembolsados, uma vez as variações no primeiro desses possuem um caráter muitas vezes político, nem sempre refletindo a realidade dos investimentos em saneamento básico no país. Portanto, para fins deste relatório, desenvolveram-se apenas análises sobre os investimentos com recursos efetivamente desembolsados.

Por fim, o indicador de habitante excluído que será utilizado em todas as análises per capita deste estudo é calculado com base na diferença entre a população total do município do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o número de pessoas atendidas com abastecimento de água do SNIS (AG001) nesse município. Sabe-se que esse dado a nível macrorregional não é facilmente construído, ainda mais ao se considerar a extensa série histórica utilizada. Por isso, optou-se por olhar apenas para o número de habitantes sem acesso à distribuição de água, pois a documentação desse dado é mais completa e granulada.

### 3. FONTES DE RECURSOS PARA INVESTIMENTO

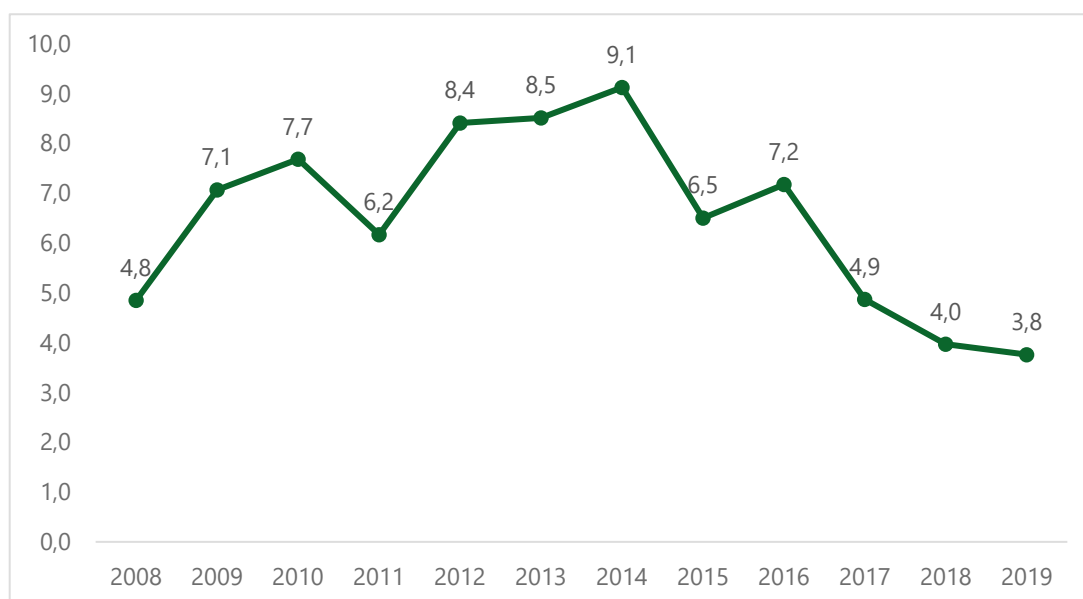
As principais fontes de recursos para investimentos disponíveis para o setor de saneamento básico no Brasil podem ser divididas em cinco grupos, de acordo com suas origens:

- I) recursos onerosos, ou seja, recursos extraorçamentários<sup>1</sup>, que podem ser provenientes de três fontes:
  - a. fundos financiadores, com destaque para a Caixa Econômica Federal, agente operador do FGTS;
  - b. recursos próprios de instituições financeiras, especialmente do BNDES e de bancos de desenvolvimento regionais;
  - c. recursos de mercado, captados sobretudo por meio da emissão de debêntures incentivadas pelos titulares dos projetos;
- II) recursos não onerosos, originários do Orçamento Geral da União (OGU), consignados na Lei Orçamentária Anual (LOA);
- III) recursos de orçamentos próprios dos estados e dos municípios;
- IV) recursos provenientes de empréstimos internacionais, contraídos junto às agências multilaterais de crédito, cujas principais fontes são o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial; e
- V) recursos próprios dos prestadores de serviços, oriundos de resultados superavitários no exercício contábil dos prestadores dos serviços.

<sup>1</sup> Recebem esse nome, pois não são oriundos de repasses da União, tampouco do resultado financeiro superavitário do exercício, mas sim de financiamentos e empréstimos de terceiros.

### 3.1. Investimentos com recursos não onerosos

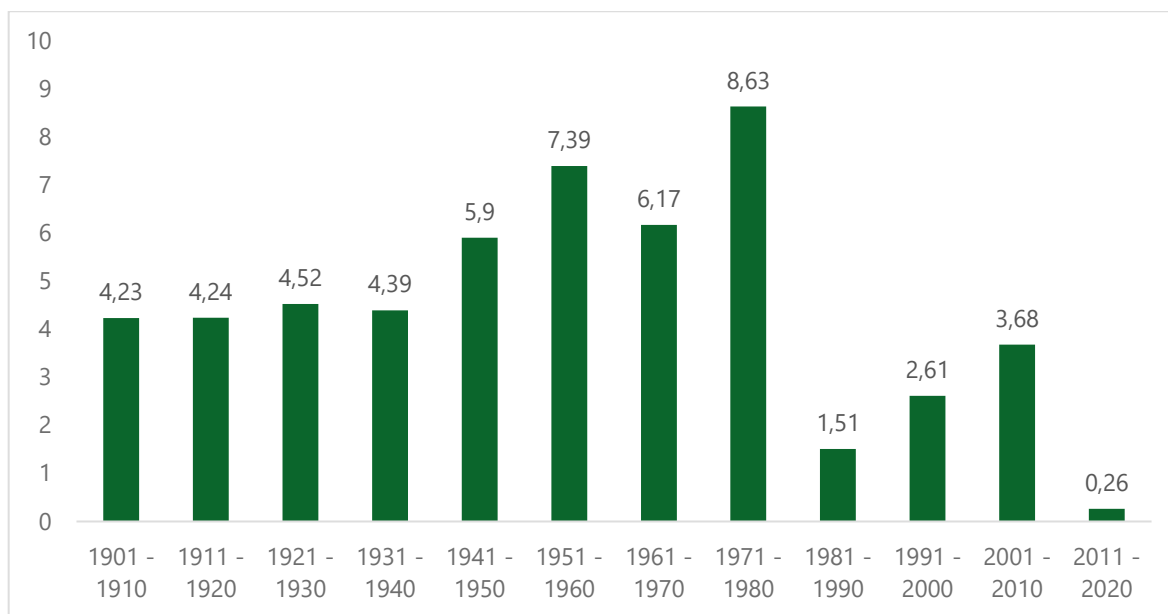
Entre 2008 e 2019, o montante total de recursos orçamentários comprometidos com iniciativas de saneamento foi da ordem de R\$ 78 bilhões, com uma média de R\$ bilhões desembolsados anualmente (valores atualizados para dezembro de 2019). Observa-se pela Figura 2 que há uma tendência de queda nos investimentos a partir de 2014, especialmente após o Brasil ter ingressado em um período de recessão.



**Figura 2: Recursos não onerosos. Desembolsos em iniciativas de saneamento, 2008 – 2019 (em bilhões de reais)**

Fonte: Tesouro Gerencial. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

A economia brasileira passou por uma crise intensa nos anos de 2015 e 2016, com queda neste período do Produto Interno Bruto (PIB) de 3,55% e 3,31%, respectivamente. O período também apresentou o menor crescimento médio para uma década em cem anos, conforme indica a Figura 3.



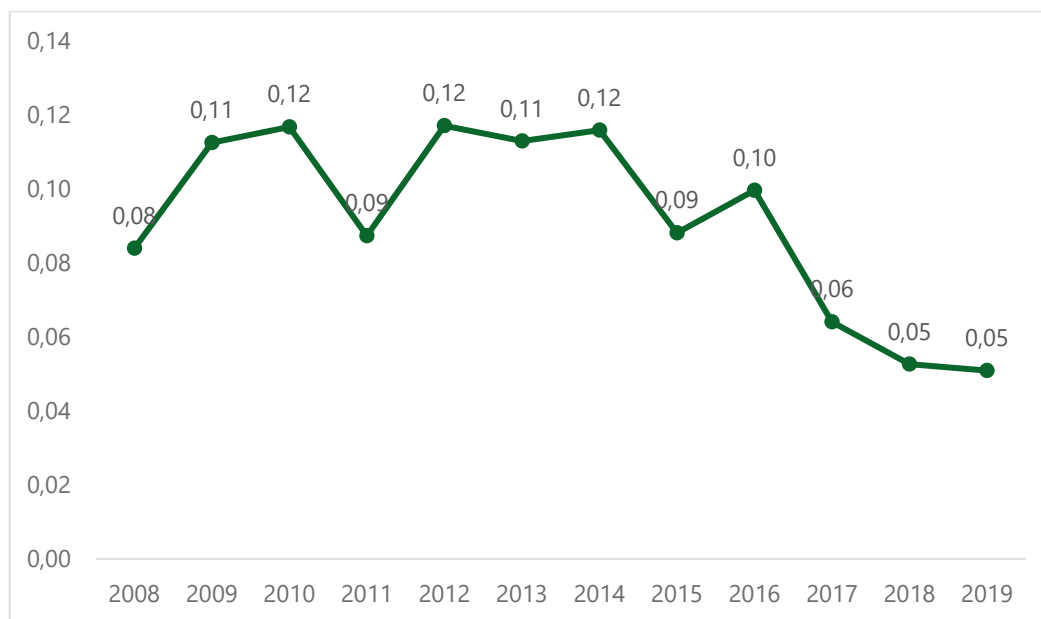
**Figura 3: Crescimento médio do PIB brasileiro por década (em %).**

Fonte: IBGE e Ipeadata.

Durante o período de 2008 a 2019, os desembolsos direcionados ao setor de saneamento representaram valores cada vez menores do PIB (Figura 4). Em 2008, os desembolsos advindos de recursos não onerosos correspondiam a cerca de 0,08% do PIB, tendo eles passado por um período no qual permaneceram em torno de 0,11% do PIB, entre 2009 e 2014. Contudo, essa relação observou uma abrupta queda a partir desse último ano, tendo se estabilizado em 0,05% nos últimos dois anos da série, 2018 e 2019.

Ou seja, não somente houve uma redução nos investimentos com recursos não onerosos em termos absolutos devido à recessão experimentada pelo país, como também em termos relativos, de tal modo que passaram a representar uma parcela ainda menor do PIB, mesmo tendo esse último sofrido uma contração no intervalo em questão. Isso ocorreu, porque, em momentos de crise, o orçamento dedicado ao saneamento é frequentemente um dos primeiros a ser submetido a políticas de austeridade fiscal, tendo sua verba substancialmente reduzida.





**Figura 4: Recursos não onerosos. Participação relativa dos recursos desembolsados no PIB brasileiro, 2008 – 2019 (em %)**

Fonte: Tesouro Gerencial e Ipeadata. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

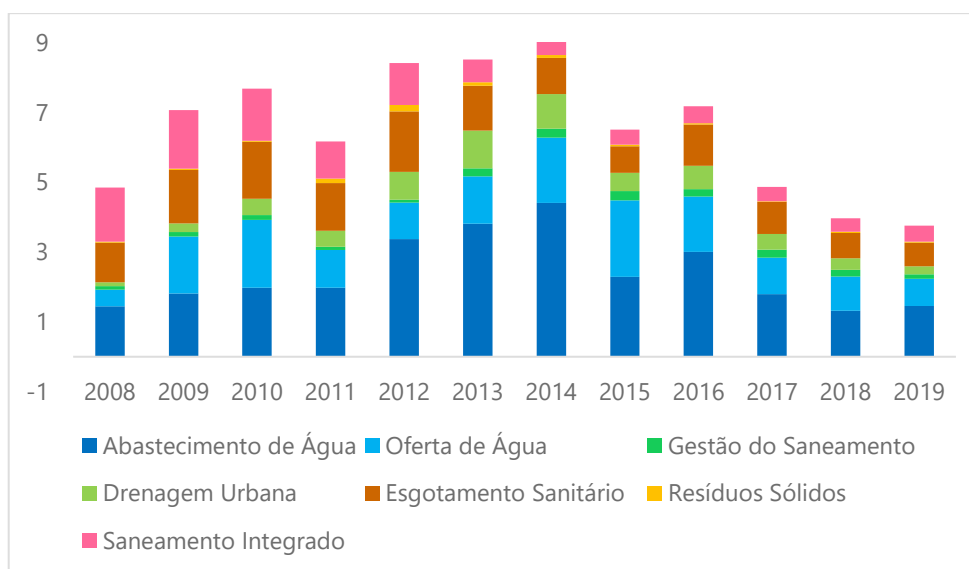
A Figura 5 mostra a proporção dos valores desembolsados para cada um dos quatro componentes do saneamento básico, no período entre 2008 e 2019. À análise, acrescentaram-se informações sobre o item de gestão do saneamento, que se refere a ações de desenvolvimento institucional, planos de saneamento e elaboração de estudos e projeto, bem como do item de saneamento integrado, que corresponde a intervenções em mais de um componente do saneamento simultaneamente, ou mesmo juntamente com habitação. A Tabela 1 especifica os valores dos recursos não-onerosos destinados a cada um desses componentes.

Pelas informações apresentadas na Figura 5 e na Tabela 1, verifica-se que os investimentos em abastecimento de água são os mais expressivos dentre os componentes analisados, correspondendo a mais de 36% dos investimentos totais. Os investimentos nesse componente apresentaram um pico em 2014, quando chegaram a R\$ 4,4 bilhões, mas caíram nos anos seguintes, atingindo apenas R\$ 1,45 bilhão em 2019.

O componente de esgotamento sanitário foi o terceiro que proporcionalmente mais recebeu recursos do OGU no período avaliado (17,9%). O pico de investimentos deste componente ocorreu em 2012 (R\$ 1,7 bilhão), embora em cada um dos últimos 3 anos analisados (2017, 2018 e 2019), os investimentos não-onerosos a ele destinados tenham permanecido abaixo de R\$ 1,0 bilhão.

Drenagem urbana, no período de 2008 a 2019 recebeu 8,1% do total de investimentos não onerosos, menos do que o saneamento integrado (13,2%). Com investimentos não onerosos anuais de menos de R\$ 1,0 bilhão desde 2014, a partir de 2016 esses valores foram decrescentes, atingindo R\$ 200 milhões em 2019, o segundo menor valor destinado a este componente na série histórica analisada.

Por fim, o componente de manejo de resíduos sólidos recebeu apenas 1% dos investimentos totais no período analisado, sendo menos representativo inclusive que gestão (2,6%). Esse componente recebeu investimentos anuais do OGU inferiores a R\$ 50 milhões desde 2015. Em 2019, atingiu R\$ 23 milhões, também o segundo menor valor de investimentos anuais no período analisado.



**Figura 5: Recursos não onerosos. Desembolsos por componente e modalidade, 2008 – 2019 (em bilhões de reais)**

Fonte: Tesouro Gerencial. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Tabela 1: Recursos não onerosos. Desembolsos por componente e modalidade, 2008 – 2019  
(em bilhões de reais)

Ano	Abastecimento de Água	Oferta de Água	Gestão do Saneamento	Drenagem Urbana	Esgotamento Sanitário	Resíduos Sólidos	Saneamento Integrado	Total
2008	1,44	0,48	0,10	0,12	1,13	0,03	1,55	4,85
2009	1,81	1,63	0,13	0,25	1,53	0,04	1,68	7,06
2010	1,98	1,95	0,14	0,46	1,63	0,03	1,49	7,68
2011	1,97	1,08	0,10	0,46	1,37	0,13	1,06	6,16
2012	3,37	1,05	0,08	0,79	1,74	0,19	1,19	8,41
2013	3,81	1,36	0,24	1,08	1,28	0,10	0,65	8,51
2014	4,40	1,87	0,26	0,99	1,03	0,08	0,48	9,12
2015	2,28	2,20	0,26	0,53	0,76	0,05	0,43	6,50
2016	3,00	1,59	0,21	0,67	1,17	0,04	0,49	7,17
2017	1,79	1,05	0,23	0,45	0,92	0,02	0,42	4,86
2018	1,31	0,98	0,19	0,33	0,72	0,03	0,39	3,97
2019	1,45	0,78	0,13	0,22	0,68	0,02	0,46	3,76
Total	28,62	16,01	2,06	6,35	13,96	0,76	10,28	78,05

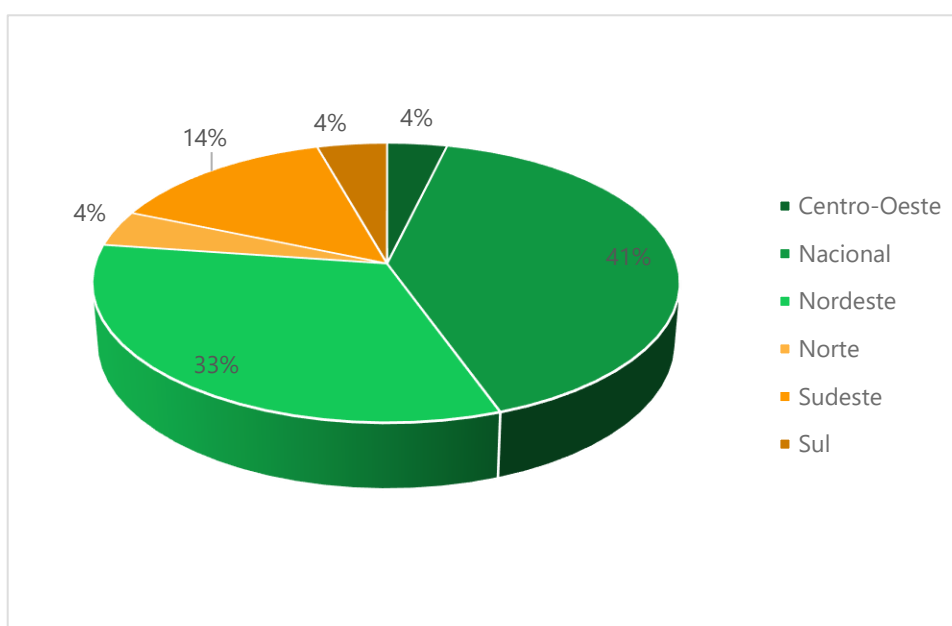
Fonte: Tesouro Gerencial. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Dentre as regiões brasileiras, a que recebeu mais investimentos em ações de saneamento oriundas de recursos não onerosos foi o Nordeste (33%), com boa margem de diferença das demais. Convém mencionar que ocorreu um pico nos investimentos destinados a essa macrorregião em 2019, quando chegou-se a quase metade do montante total originário do OGU naquele ano.

Cabe ressaltar que se deve avaliar a elevada representatividade dos investimentos destinados ao Nordeste com cautela, visto que na base de dados do OGU há ações em que não se pode auferir a Unidade Federativa em que determinado investimento ocorreu, pois o investimento extrapola as fronteiras de um único estado. Contudo, ainda é importante ressaltar que há inúmeras ações na base de dados do TG correspondentes ao Projeto de Integração do Rio São Francisco, sendo a maior obra de infraestrutura hídrica do país<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco>. Acesso em: 02/12/2021.

Esse tipo de investimento corresponde, como mostra a Figura 6 e a Tabela 2, a cerca de 40% dos investimentos totais entre 2008 e 2019, e dada a impossibilidade de identificar a região em que tal dispêndio ocorreu, optou-se por atribuí-los a uma classificação nacional. A segunda macrorregião que recebeu o maior aporte de investimentos no período de 2008 a 2019 foi o Sudeste (14%). As demais macrorregiões receberam cerca de 4% cada, do total de investimentos originários do OGU no período.



**Figura 6: Recursos não onerosos. Distribuição dos valores desembolsados de repasses em iniciativas de saneamento básico por macrorregião, 2008 – 2019 (em %).**

Fonte: Tesouro Gerencial. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

*Tabela 2: Recursos não onerosos. Desembolsado por macrorregião, 2008 – 2019 (em bilhões de reais)*

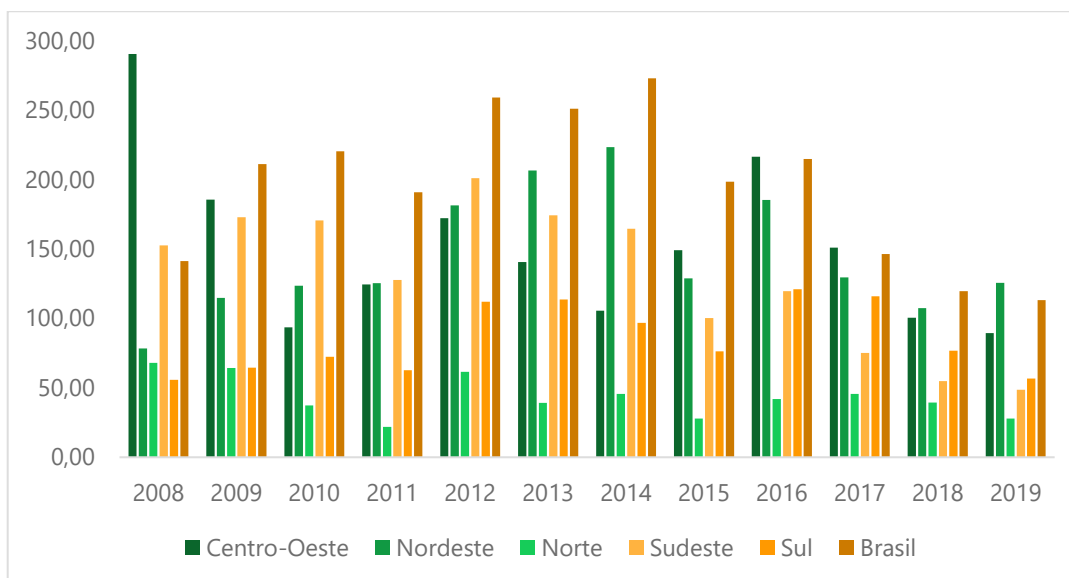
Ano	Nacional	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Total Geral
2008	1,46	0,41	1,27	0,37	1,12	0,22	4,85
2009	3,14	0,28	1,78	0,33	1,29	0,25	7,06
2010	3,83	0,18	2,00	0,22	1,17	0,29	7,68
2011	2,92	0,22	1,84	0,13	0,86	0,19	6,16
2012	3,41	0,29	2,60	0,39	1,32	0,39	8,41
2013	3,32	0,24	3,07	0,27	1,20	0,41	8,51
2014	3,89	0,17	3,27	0,31	1,15	0,33	9,12
2015	3,27	0,23	1,84	0,18	0,75	0,23	6,50

Ano	Nacional	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Total Geral
2016	2,61	0,34	2,66	0,29	0,90	0,37	7,17
2017	1,52	0,24	1,89	0,30	0,57	0,35	4,86
2018	1,37	0,17	1,51	0,26	0,43	0,22	3,97
2019	1,09	0,15	1,79	0,19	0,38	0,16	3,76
Total Geral	31,83	2,92	25,52	3,23	11,14	3,41	78,05

Fonte: Tesouro Gerencial. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

A Figura 7 e Tabela 3 apresentam os valores investidos no setor de saneamento, provenientes de recursos não onerosos, por habitante excluído do acesso, entre 2008 e 2019, por macrorregião. Após apresentarem, na média nacional, um patamar elevado entre 2012 e 2014, os valores caem, até atingirem os menores níveis do período nos anos 2018 e 2019.

Para todas as macrorregiões, com exceção da Sul, verifica-se que a média no período de 2015 a 2019 foi menor do que no período de 2008 a 2019, evidenciando uma redução no investimento per capita nos últimos cinco anos do período analisado. Ademais, verifica-se uma grande heterogeneidade entre os investimentos per capita realizados por macrorregião, sendo que a Norte apresenta valores de investimento significativamente menores que as demais, ao passo que a macrorregião Centro-Oeste apresentou os maiores investimentos médios anuais per capita no período avaliado.



**Figura 7: Recursos não onerosos. Investimento *per capita* por macrorregião, 2008 – 2019 (em reais por habitante excluído)**

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

*Tabela 3: Recursos não onerosos. Investimento per capita por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)*

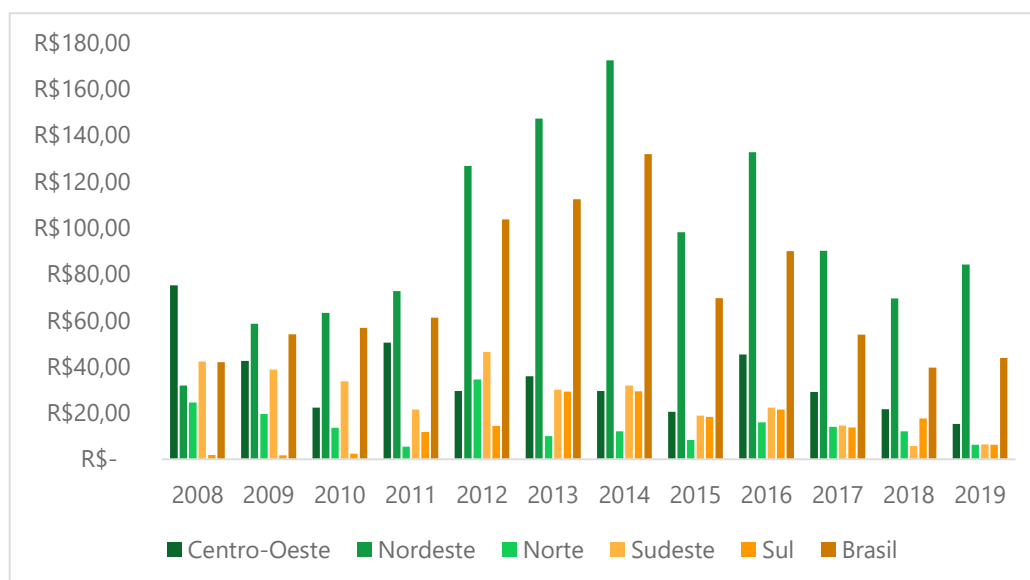
Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2008	R\$ 290,46	R\$ 78,27	R\$ 68,06	R\$ 152,46	R\$ 55,65	R\$ 141,32
2009	R\$ 185,50	R\$ 114,67	R\$ 64,19	R\$ 172,89	R\$ 64,59	R\$ 211,10
2010	R\$ 93,51	R\$ 123,49	R\$ 37,23	R\$ 170,50	R\$ 72,25	R\$ 220,36
2011	R\$ 124,38	R\$ 125,28	R\$ 21,98	R\$ 127,74	R\$ 62,61	R\$ 190,84
2012	R\$ 172,21	R\$ 181,41	R\$ 61,45	R\$ 200,86	R\$ 112,08	R\$ 258,95
2013	R\$ 140,60	R\$ 206,52	R\$ 39,14	R\$ 174,23	R\$ 113,61	R\$ 250,84
2014	R\$ 105,49	R\$ 223,25	R\$ 45,59	R\$ 164,59	R\$ 96,69	R\$ 272,90
2015	R\$ 149,20	R\$ 128,87	R\$ 27,88	R\$ 100,12	R\$ 76,26	R\$ 198,30
2016	R\$ 216,37	R\$ 185,37	R\$ 41,96	R\$ 119,60	R\$ 120,91	R\$ 214,73
2017	R\$ 151,00	R\$ 129,51	R\$ 45,59	R\$ 75,05	R\$ 115,84	R\$ 146,23
2018	R\$ 100,36	R\$ 107,46	R\$ 39,39	R\$ 54,85	R\$ 76,70	R\$ 119,58
2019	R\$ 89,43	R\$ 125,67	R\$ 27,80	R\$ 48,67	R\$ 56,68	R\$ 113,08
Média 12 anos	R\$ 151,54	R\$ 144,15	R\$ 43,35	R\$ 130,13	R\$ 85,32	R\$ 194,85
Média 5 anos	R\$ 141,27	R\$ 135,38	R\$ 36,53	R\$ 79,66	R\$ 89,28	R\$ 158,38

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

A Figura 8 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a evolução dos investimentos ao longo dos anos analisados no componente de abastecimento de

água, evidenciando que, na média nacional, os maiores investimentos *per capita* foram realizados nos anos de 2012, 2013 e 2014, sendo que, nestes três anos, a macrorregião Nordeste destoa das demais, com investimentos *per capita* muito maiores do que os realizados nas demais regiões. Esse investimento diferenciado pode ser explicado pelas obras relacionadas à transposição do rio São Francisco.

A Tabela 4 mostra o detalhamento dos valores dos desembolsos *per capita* em abastecimento de água, entre 2008 e 2019, com os recursos não onerosos. Considerando a média do Brasil, o maior montante investido foi verificado em 2014, em que se observa o investimento de R\$ 131,79 por habitante. Ainda que a média dos últimos cinco anos tenha sido R\$ 59,36 por habitante, a partir de 2016, a média nacional foi decrescendo, atingindo R\$ 43,71 por habitante em 2019.



**Figura 8 : Recursos não onerosos. Desembolsos *per capita* no componente abastecimento de água por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)**

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Tabela 4: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente abastecimento de água por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)

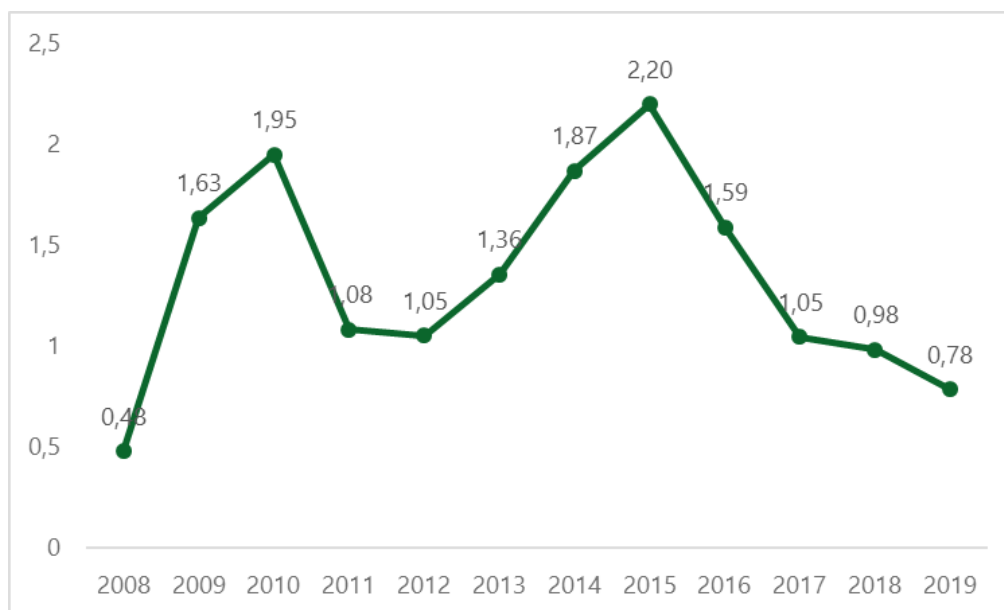
Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2008	R\$ 75,18	R\$ 31,80	R\$ 24,48	R\$ 42,29	R\$ 1,89	R\$ 41,98
2009	R\$ 42,51	R\$ 58,51	R\$ 19,59	R\$ 38,71	R\$ 1,72	R\$ 54,03
2010	R\$ 22,32	R\$ 63,21	R\$ 13,65	R\$ 33,63	R\$ 2,44	R\$ 56,69
2011	R\$ 50,40	R\$ 72,70	R\$ 5,48	R\$ 21,48	R\$ 11,81	R\$ 61,16
2012	R\$ 29,44	R\$ 126,68	R\$ 34,45	R\$ 46,42	R\$ 14,48	R\$ 103,65
2013	R\$ 35,81	R\$ 147,16	R\$ 10,07	R\$ 30,03	R\$ 29,18	R\$ 112,27
2014	R\$ 29,56	R\$ 172,28	R\$ 12,09	R\$ 31,81	R\$ 29,42	R\$ 131,79
2015	R\$ 20,47	R\$ 98,09	R\$ 8,40	R\$ 18,90	R\$ 18,26	R\$ 69,67
2016	R\$ 45,31	R\$ 132,63	R\$ 15,98	R\$ 22,30	R\$ 21,51	R\$ 89,92
2017	R\$ 29,10	R\$ 90,12	R\$ 13,99	R\$ 14,61	R\$ 13,72	R\$ 53,89
2018	R\$ 21,56	R\$ 69,49	R\$ 12,07	R\$ 5,69	R\$ 17,61	R\$ 39,61
2019	R\$ 15,27	R\$ 84,16	R\$ 6,25	R\$ 6,43	R\$ 6,30	R\$ 43,71
Média 12 anos	R\$ 34,74	R\$ 95,57	R\$ 14,71	R\$ 26,03	R\$ 14,03	R\$ 71,53
Média 5 anos	R\$ 26,34	R\$ 94,90	R\$ 11,34	R\$ 13,59	R\$ 15,48	R\$ 59,36

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Como uma visão do comportamento geral das ações de saneamento básico já foi passada, um exercício frutífero para melhorar a compreensão de tais investimentos é analisar cada uma das modalidades de saneamento individualmente, destrinchando cada macrorregião brasileira. Antes disso, porém, é conveniente observar o comportamento da oferta de água de maneira separada.

Esse cuidado decorre da própria natureza desse tipo de política: grandes obras que extrapolam as fronteiras estaduais, dificultando a categorização desse investimento em uma determinada macrorregião. Entre 2008 e 2019, 97% do valor investido nesse componente não pode ser enquadrado em um único estado, logo uma análise desagregada por região é inócua. Isso posto, apreende-se dos dados que os investimentos nessa modalidade de saneamento estão muito ligados ao PAC, com dois notáveis períodos de crescimento: de 2008 a 2010 e de 2012 a 2014 (Figura 9).



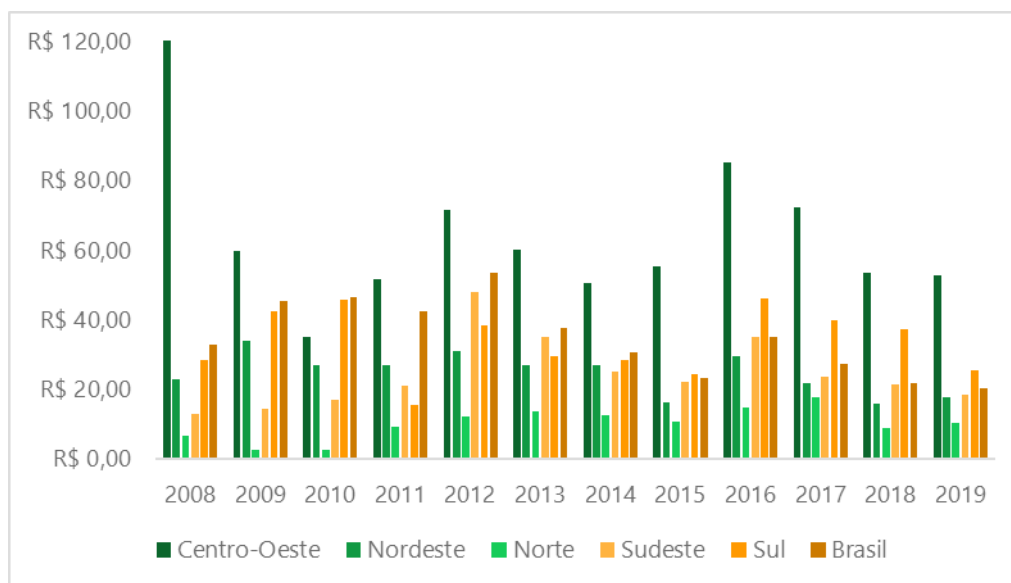


**Figura 9: Recursos não onerosos. Desembolsos totais na modalidade de oferta de água, 2008-2019 (em bilhões de reais)**

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Os investimentos per capita em esgotamento sanitário são menores do que aqueles destinados a obras em abastecimento de água. Dessa vez, a macrorregião Norte foi aquela que apresentou os menores desembolsos per capita, representando, inclusive, menos da metade dos investimentos médios nacionais.

Por outro lado, ainda no que diz respeito ao componente de esgotamento sanitário, destaca-se positivamente a macrorregião Centro Oeste, que realizou os maiores investimentos em todos os anos do período analisado (2008 a 2019), Figura 10 e Tabela 5.



**Figura 10: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente esgotamento sanitário por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)**  
Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

*Tabela 5: Recursos não onerosos. Desembolsos per capita no componente esgotamento sanitário por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)*

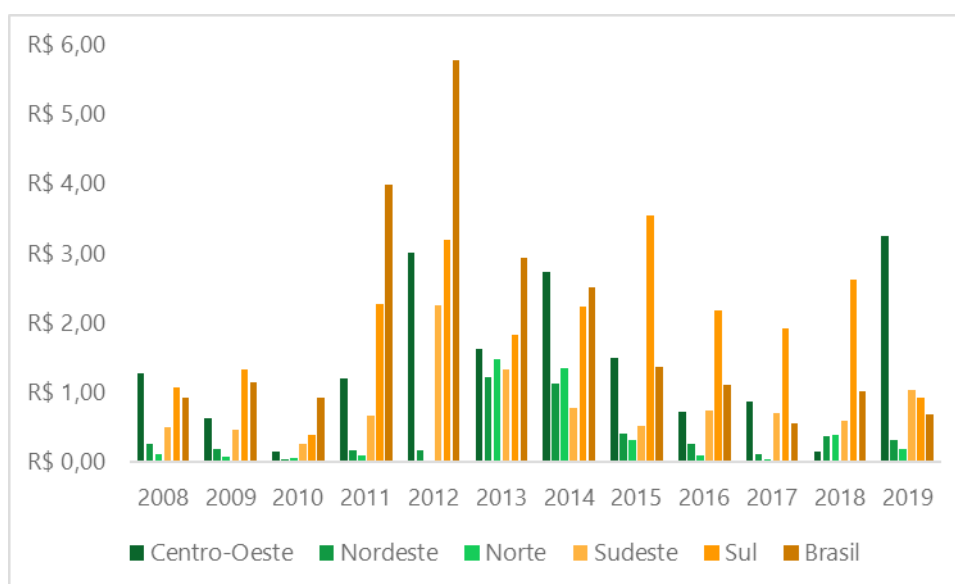
Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2008	R\$ 121,41	R\$ 22,94	R\$ 6,93	R\$ 13,14	R\$ 28,56	R\$ 32,90
2009	R\$ 59,83	R\$ 34,09	R\$ 2,76	R\$ 14,35	R\$ 42,44	R\$ 45,58
2010	R\$ 35,10	R\$ 27,15	R\$ 2,59	R\$ 17,22	R\$ 45,83	R\$ 46,76
2011	R\$ 51,85	R\$ 27,00	R\$ 9,21	R\$ 21,14	R\$ 15,58	R\$ 42,38
2012	R\$ 71,56	R\$ 31,22	R\$ 12,31	R\$ 48,03	R\$ 38,60	R\$ 53,48
2013	R\$ 60,42	R\$ 26,91	R\$ 13,62	R\$ 35,11	R\$ 29,68	R\$ 37,82
2014	R\$ 50,49	R\$ 26,94	R\$ 12,52	R\$ 25,31	R\$ 28,48	R\$ 30,87
2015	R\$ 55,35	R\$ 16,38	R\$ 10,86	R\$ 22,42	R\$ 24,58	R\$ 23,23
2016	R\$ 85,14	R\$ 29,47	R\$ 14,82	R\$ 35,10	R\$ 46,33	R\$ 35,16
2017	R\$ 72,37	R\$ 21,85	R\$ 17,93	R\$ 23,87	R\$ 39,96	R\$ 27,60
2018	R\$ 53,65	R\$ 16,04	R\$ 9,15	R\$ 21,44	R\$ 37,48	R\$ 21,75
2019	R\$ 52,74	R\$ 17,69	R\$ 10,32	R\$ 18,47	R\$ 25,50	R\$ 20,52
Média 12 anos	R\$ 64,16	R\$ 24,81	R\$ 10,25	R\$ 24,63	R\$ 33,58	R\$ 34,84
Média 5 anos	R\$ 63,85	R\$ 20,29	R\$ 12,62	R\$ 24,26	R\$ 34,77	R\$ 25,65

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Uma análise dos investimentos no componente de manejo de resíduos sólidos por habitante excluído do acesso mostra, mais uma vez, a distribuição irregular dos investimentos entre as macrorregiões. No período analisado, as macrorregiões Sul e

Centro-Oeste apresentaram os maiores investimentos por habitante neste componente.

Por outro lado, convém destacar que os investimentos por habitante excluído no componente de manejo de resíduos sólidos são pouco expressivos, e, com exceção da macrorregião Sul, apresentaram redução na média dos últimos cinco anos, com relação à média dos últimos 12 anos do período analisado, como apresentado na Figura 11 e na Tabela 6.



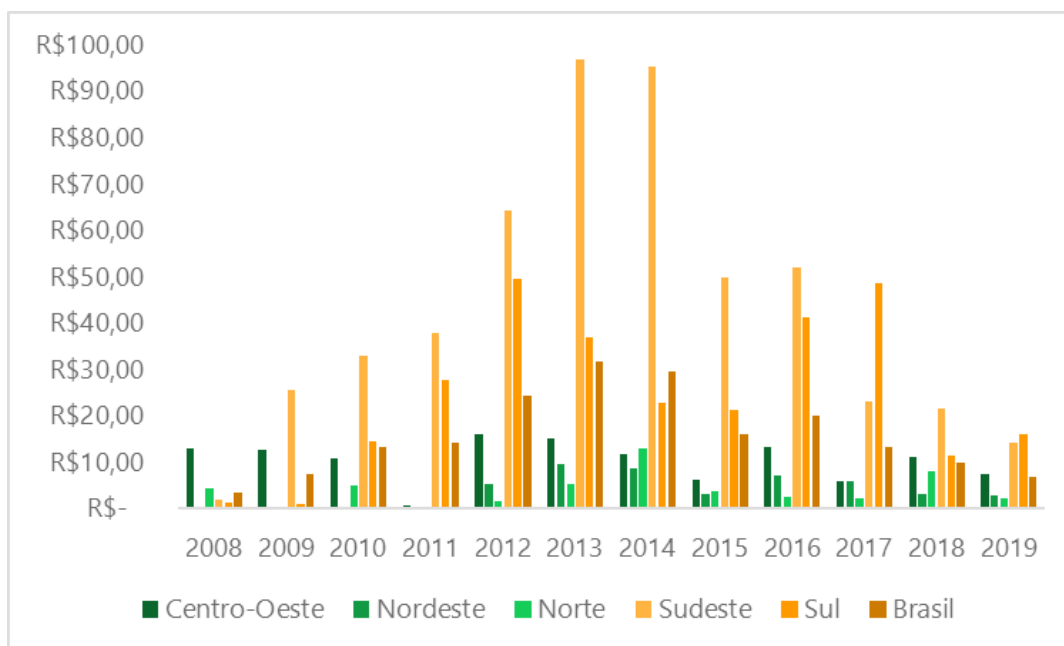
**Figura 11: Recursos não onerosos. Desembolsos *per capita* no componente resíduos sólidos por macrorregião, 2003 - 2019 (em reais por habitante excluído)**

*Tabela 6: Recursos não onerosos. Desembolsos *per capita* no componente resíduos sólidos por macrorregião, 2003 - 2019 (em reais por habitante excluído)*

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2008	R\$ 1,28	R\$ 0,26	R\$ 0,12	R\$ 0,51	R\$ 1,08	R\$ 0,92
2009	R\$ 0,63	R\$ 0,19	R\$ 0,07	R\$ 0,48	R\$ 1,34	R\$ 1,16
2010	R\$ 0,16	R\$ 0,05	R\$ 0,05	R\$ 0,27	R\$ 0,39	R\$ 0,92
2011	R\$ 1,21	R\$ 0,17	R\$ 0,10	R\$ 0,67	R\$ 2,27	R\$ 3,99
2012	R\$ 3,02	R\$ 0,16	R\$ 0,02	R\$ 2,25	R\$ 3,20	R\$ 5,78
2013	R\$ 1,63	R\$ 1,22	R\$ 1,47	R\$ 1,34	R\$ 1,83	R\$ 2,93
2014	R\$ 2,74	R\$ 1,12	R\$ 1,35	R\$ 0,79	R\$ 2,23	R\$ 2,52
2015	R\$ 1,50	R\$ 0,41	R\$ 0,32	R\$ 0,52	R\$ 3,54	R\$ 1,38
2016	R\$ 0,72	R\$ 0,27	R\$ 0,09	R\$ 0,75	R\$ 2,19	R\$ 1,12
2017	R\$ 0,88	R\$ 0,13	R\$ 0,04	R\$ 0,72	R\$ 1,92	R\$ 0,55

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2018	R\$ 0,15	R\$ 0,38	R\$ 0,39	R\$ 0,60	R\$ 2,62	R\$ 1,02
2019	R\$ 3,25	R\$ 0,31	R\$ 0,19	R\$ 1,04	R\$ 0,93	R\$ 0,70
Média 12 anos	R\$ 1,43	R\$ 0,39	R\$ 0,35	R\$ 0,83	R\$ 1,96	R\$ 1,92
Média 5 anos	R\$ 1,30	R\$ 0,30	R\$ 0,20	R\$ 0,73	R\$ 2,24	R\$ 0,95

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.



**Figura 12: Recursos não onerosos. Desembolsos *per capita* no componente drenagem urbana por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)**

*Tabela 7: Recursos não onerosos. Desembolsos *per capita* no componente drenagem urbana por macrorregião, 2008 - 2019 (em reais por habitante excluído)*

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2008	R\$ 13,12	R\$ 0,03	R\$ 4,29	R\$ 1,89	R\$ 1,25	R\$ 3,45
2009	R\$ 12,70	R\$ 0,23	R\$ 0,26	R\$ 25,64	R\$ 1,02	R\$ 7,36
2010	R\$ 10,86	R\$ 0,30	R\$ 5,04	R\$ 32,93	R\$ 14,56	R\$ 13,34
2011	R\$ 0,63	R\$ 0,49	R\$ 0,12	R\$ 37,95	R\$ 27,88	R\$ 14,11
2012	R\$ 15,98	R\$ 5,34	R\$ 1,60	R\$ 64,31	R\$ 49,64	R\$ 24,41
2013	R\$ 15,12	R\$ 9,72	R\$ 5,22	R\$ 96,83	R\$ 36,90	R\$ 31,86
2014	R\$ 11,69	R\$ 8,69	R\$ 12,89	R\$ 95,27	R\$ 22,95	R\$ 29,61
2015	R\$ 6,28	R\$ 3,12	R\$ 3,68	R\$ 49,90	R\$ 21,19	R\$ 16,03
2016	R\$ 13,30	R\$ 7,12	R\$ 2,70	R\$ 52,18	R\$ 41,33	R\$ 20,10
2017	R\$ 6,01	R\$ 5,81	R\$ 2,18	R\$ 23,23	R\$ 48,52	R\$ 13,43
2018	R\$ 11,11	R\$ 3,19	R\$ 8,12	R\$ 21,65	R\$ 11,62	R\$ 10,09
2019	R\$ 7,42	R\$ 2,78	R\$ 2,33	R\$ 14,21	R\$ 15,99	R\$ 6,75
Média 12 anos	R\$ 10,35	R\$ 3,90	R\$ 4,04	R\$ 43,00	R\$ 24,41	R\$ 15,88

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
Média 5 anos	R\$ 8,82	R\$ 4,40	R\$ 3,80	R\$ 32,23	R\$ 27,73	R\$ 13,28

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

A Emenda Constitucional 95, promulgada em 15 de dezembro de 2016, estabeleceu uma âncora para os gastos do governo por vinte anos. O chamado “teto de gastos” teve início no orçamento de 2017, tendo como base as despesas primárias do governo federal de 2016. A partir de 2018, os gastos no orçamento do governo federal foram corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) no período acumulado entre julho do ano anterior e junho do ano vigente. No caso de 2018, o reajuste dos gastos do governo foi calculado pela inflação acumulada entre julho de 2016 e junho de 2017. Em alteração recente da regra, com a aprovação da PEC 23/21 (PEC dos Precatórios), a regra muda para o período janeiro dezembro do ano anterior o reajuste no teto de gastos.

O EC 95 também prevê exceções e partes do orçamento que ficam de fora, como é o caso dos repasses constitucionais aos estados e municípios, os créditos extraordinários, a complementação do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação Básica (Fundeb), gastos da justiça eleitoral e com estatais não dependentes (com receita própria para se sustentar). O objetivo da EC 95 era controlar o gasto público após sucessivos anos de déficit fiscal, desde 2013. A partir de 2017, até 2019, o efeito sobre o déficit público foi positivo, passando de R\$165 bilhões em 2016 para R\$95 bilhões em 2019. Entretanto, a pandemia da Covid 19 demandou um aumento dos gastos públicos com políticas sociais e de saúde, e via crédito extraordinário (que fica de fora da regra do teto de gastos), o déficit público cresceu para R\$743 bilhões.

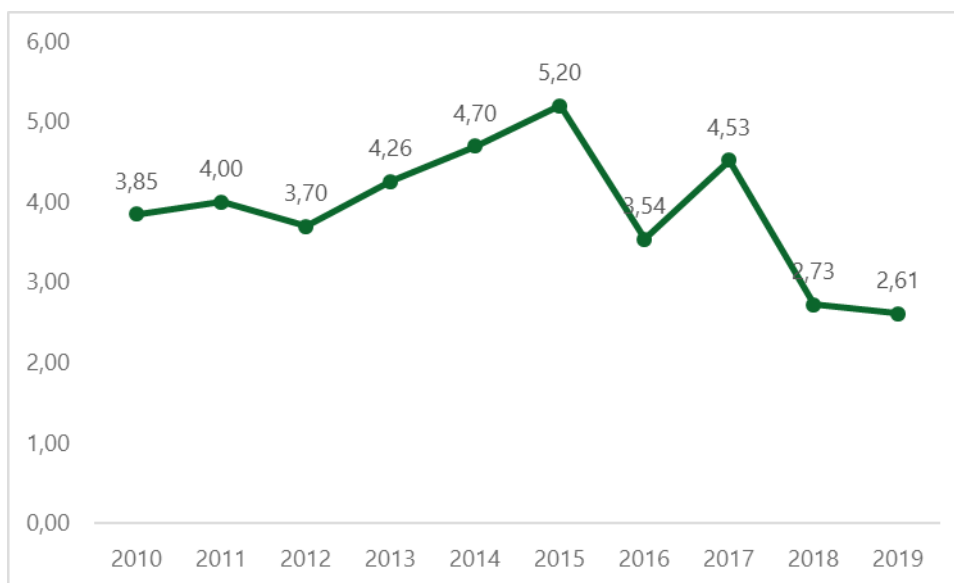
Os investimentos em infraestrutura, e em saneamento, caíram desde o início da crise de 2015/16, segundo a Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base (Abdib), os investimentos públicos em infraestrutura passaram de R\$73,5 bilhões em 2014 para R\$51,4 bilhões e R\$42,3 bilhões respectivamente entre 2015 e 2016.

Portanto, antes da EC 95 entrarem vigor. Em 2020, os investimentos públicos em infraestrutura representaram R\$26,2 bilhões, quase dois terços a menos do que o observado em 2014. Neste período também é possível observar uma queda do investimento privado, porém em menor proporção passando de R\$115 bilhões em 2014 para R\$98 bilhões em 2020.

### 3.2. Investimentos Onerosos

Entre 2010 e 2019, foram destinados R\$ 39,1 bilhões para iniciativas de saneamento com recursos onerosos. A Figura 13 apresenta a distribuição deste montante ao longo dos anos e, pelas informações nela trazidas, pode-se observar que os empréstimos para saneamento, que vinham em uma tendência de crescimento de 2010 a 2015, passaram a apresentar uma tendência decrescente a partir de 2017, atingindo os menores valores, no período analisado, em 2018 e 2019.

A variação dos investimentos com recursos onerosos ao longo do período analisado pode ser explicada, primeiramente, pela implementação da segunda fase do PAC, entre 2011 e 2014, período em que a média de investimentos ficou em R\$ 4,16 bilhões e, posteriormente, pela crise econômica concomitante à instabilidade política no país entre 2015 e 2017 (Figura 13).



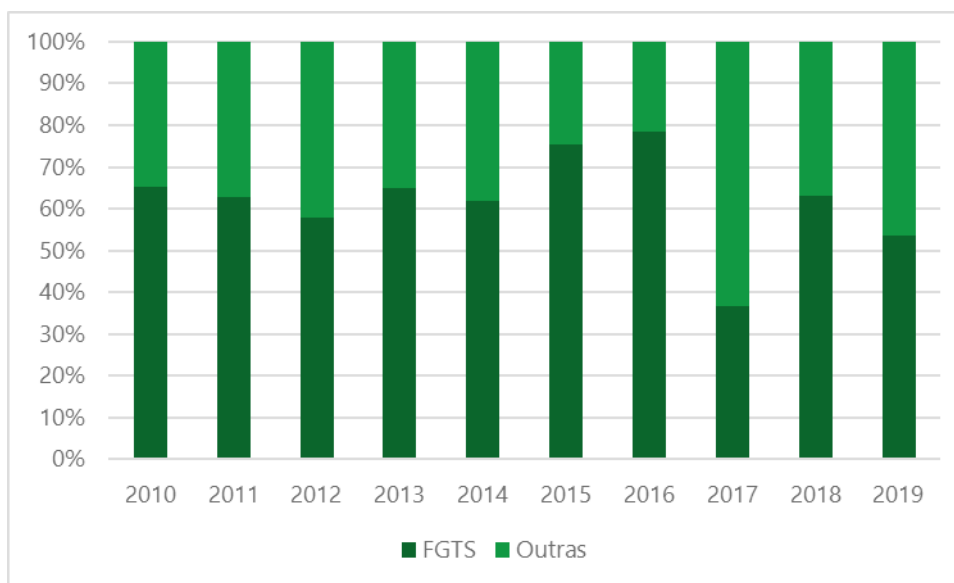
**Figura 13: Recursos onerosos. Investimentos desembolsados, 2010 - 2019 (em bilhões de reais)**

Fonte: BNDES, FGTS e SACI. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

No período considerado, o FGTS mostrou sua relevância como fonte histórica de financiamento para o setor, participando com 61,9% do total contratado com recursos onerosos (o que corresponde a R\$ 24,3 bilhões) no período analisado. A Figura 14) apresenta a variação da representatividade dos recursos provenientes do FGTS, entre 2010 e 2019, sendo que a menor participação dessa fonte de recursos foi em 2017 (36,6%)<sup>3</sup>.

As demais fontes de recursos responderam por R\$ 14,8 bilhões dos contratos, incluindo os recursos do BNDES e bancos de desenvolvimento regionais, além de recursos captados por operações de mercado e debêntures incentivadas.

<sup>3</sup> Convém mencionar que, em 2017 foi aprovada a Lei 13.446/2017 que autorizou o saque de contas inativas do FGTS. Foram liberados R\$ 44,2 bilhões para saque apenas em 2017 das contas inativas do FGTS.



**Figura 14: Recursos onerosos. Participação do FGTS nos investimentos desembolsados, 2010 – 2019 (em %)**

Fonte: BNDES, FGTS e SACI. Dados disponibilizados pelo MDR.

A Figura 15 e a Tabela 8 trazem dados referentes aos investimentos provenientes de recursos onerosos por componente e modalidade. Do montante total investido entre 2010 e 2019, R\$ 12,33 bilhões (31,5%) foram destinados às ações relacionadas ao abastecimento de água e R\$ 14,67 bilhões (37,5%), em ações relacionadas ao esgotamento sanitário. Em todos os anos do período analisado (de 2010 a 2019), esses dois componentes foram os que mais receberam investimentos provenientes de recursos onerosos.

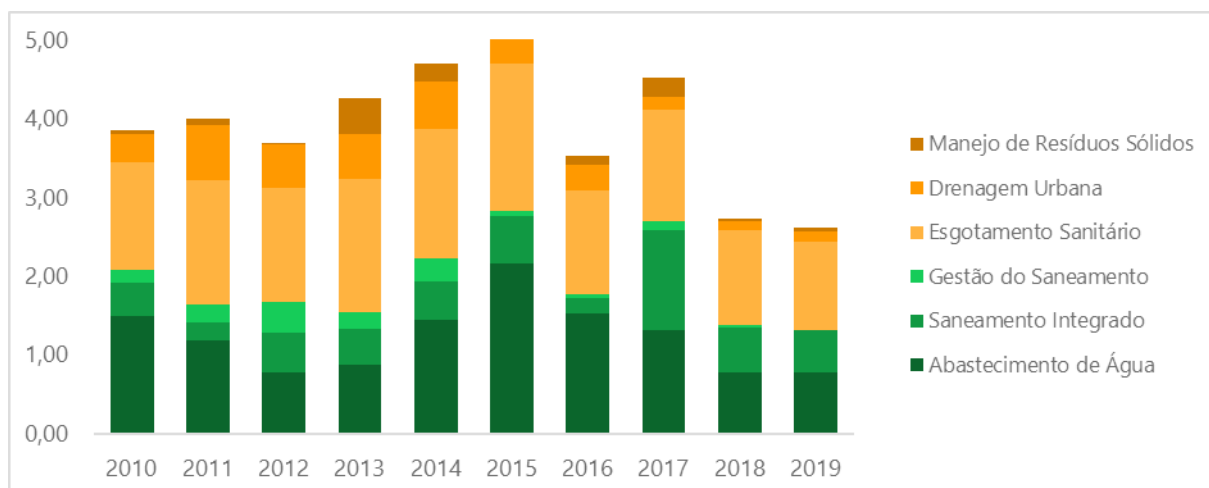
A partir de 2013, os dados do BNDES referentes ao PAC e do FGTS discriminam, dentro do componente de abastecimento de água, o valor destinado especificamente à redução e ao controle de perdas de água. Verifica-se, contudo, que esse valor ainda é bastante baixo. Em 2013, por exemplo, embora as ações relacionadas a essa modalidade tenham apresentado sua maior participação relativa no total investido em abastecimento de água da série, esse percentual correspondeu a pouco mais de 2%, de tal modo que a média nacional no período foi de 0,4%. Depois disso, só se observou valores superiores a 1% nessa modalidade em 2017. Esses valores de investimentos baixos ajudam a explicar os altos níveis de perdas de água no país, onde as perdas na



distribuição de água apresentaram uma tendência de crescimento nos últimos anos, partindo de 36,7% em 2015, e atingindo 39,2% em 2019 (segundo dados do SNIS).

Ainda com relação à Figura 15 e à Tabela 8, verifica-se que o componente de resíduos sólidos recebeu, durante o período de 2010 a 2019, apenas 3,6% do total destinado ao setor de saneamento. Esse valor é menor, inclusive, que o componente de gestão de saneamento, para o qual foram destinados 4% dos recursos onerosos aplicados no setor de saneamento entre 2010 e 2019.

Por fim, o componente drenagem recebeu 9,9% do total dos investimentos provenientes de recursos onerosos aplicados no setor de saneamento, no período de 2010 a 2019. Convém mencionar que, em 2011, esse componente teve sua maior participação relativa no total de investimentos no setor de saneamento oriundos de recursos onerosos (17,5%), mas apresentou uma tendência de queda, ficando abaixo de 10% em todos os anos a partir de 2015.



**Figura 15: Recursos onerosos. Investimentos desembolsados por componente e modalidade, 2010 – 2019 (em bilhões de reais)**

Fonte: BNDES, FGTS e SACI. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Tabela 8: Recursos onerosos. Investimentos desembolsados por componente e modalidade, 2010 – 2019 (em %)

Ano	Abastecimento de Água	Saneamento Integrado	Gestão de Saneamento	Esgotamento Sanitário	Drenagem Urbana	Manejo de Resíduos Sólidos	Total Geral (R\$ milhão)
2010	38,8%	11,1%	4,2%	35,3%	9,5%	1,0%	R\$ 3.853,63
2011	29,6%	5,9%	5,7%	39,5%	17,5%	1,8%	R\$ 3.999,52
2012	20,9%	14,0%	10,3%	39,1%	15,2%	0,6%	R\$ 3.700,62
2013	20,7%	10,5%	4,9%	40,1%	13,3%	10,5%	R\$ 4.256,70
2014	30,6%	10,5%	6,2%	35,0%	12,9%	4,7%	R\$ 4.702,60
2015	41,5%	11,7%	1,3%	36,0%	6,5%	3,0%	R\$ 5.202,02
2016	43,0%	5,6%	1,4%	37,4%	9,1%	3,5%	R\$ 3.538,15
2017	29,2%	27,9%	2,5%	31,3%	3,5%	5,5%	R\$ 4.525,04
2018	28,7%	20,6%	1,5%	44,2%	4,1%	0,9%	R\$ 2.727,66
2019	29,7%	20,8%	0,2%	42,5%	5,1%	1,8%	R\$ 2.611,13
Total	31,5%	13,5%	4,0%	37,5%	9,9%	3,6%	R\$ 39.117,07

Fonte: BNDES, FGTS e SACI. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

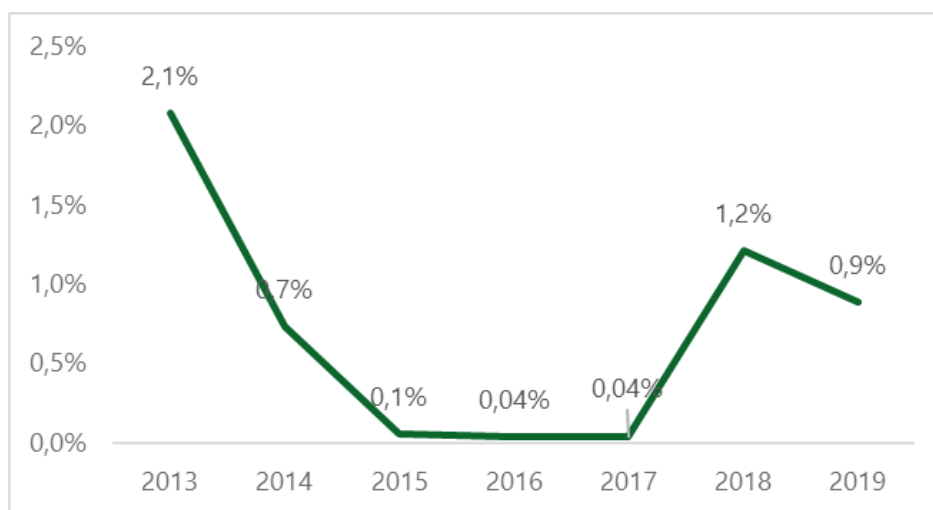


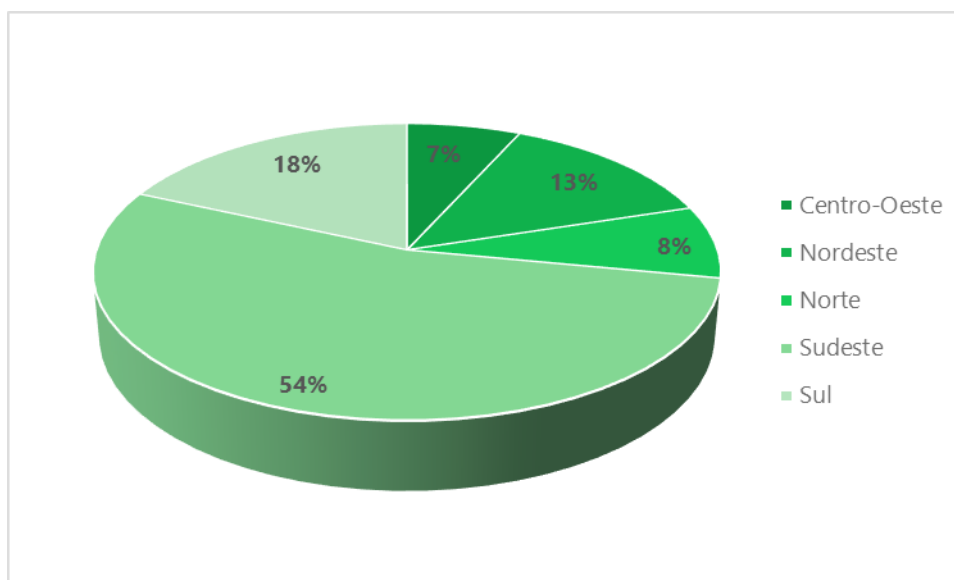
Figura 16: Recursos onerosos. Investimentos em controle e redução de perdas, relativo ao total de investimentos no componente abastecimento de água, 2010 – 2019 (em %)

Fonte: BNDES, FGTS e SACI. Dados disponibilizados pelo MDR.

A Figura 17 e a Tabela 9 mostram a distribuição dos valores de recursos onerosos por macrorregião. Observa-se uma clara concentração de investimentos de recursos onerosos na macrorregião Sudeste (54% do total no período de 2009 a 2019) e que, ao longo dos anos, essa macrorregião sempre recebeu mais de 40% do total dos investimentos originários de recursos onerosos, sendo que em 2015 houve um pico (65,1%). Isto se explica pela maior capacidade técnica, econômica e financeira dos

tomadores dessa macrorregião, que lhes garante o cumprimento dos critérios de acesso aos recursos, inclusive pela maior disponibilidade de garantias contratuais para oferecer aos bancos financiadores.

Por outro lado, as macrorregiões Centro-Oeste e Norte foram aquelas que receberam menores percentuais dos investimentos provenientes de recursos onerosos (6,8% e 7,9%, respectivamente). Vale destacar que entre 2010 e 2015, o Centro-Oeste foi aquele que recebeu a menor parcela dos recursos (média de 4,6%), sendo substituído pelo Norte entre 2016 e 2019 (média de 4,3%).



**Figura 17: Recursos onerosos. Valores desembolsados por macrorregião, 2010 – 2019 (em %)**

Fonte: BNDES, FGTS e SACI. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

*Tabela 9: Recursos onerosos. Desembolsado por macrorregião, 2009 – 2019 (em milhões de reais)*

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2010	174,30	756,34	566,69	1.799,05	557,25	3.853,63
2011	240,40	828,52	228,29	1.755,91	946,38	3.999,52
2012	144,88	494,04	531,54	1.842,78	687,38	3.700,62
2013	229,55	634,61	290,80	2.256,64	845,09	4.256,70
2014	180,73	940,74	467,32	2.305,01	808,78	4.702,60
2015	213,82	443,23	393,50	3.385,56	765,91	5.202,02
2016	297,69	322,85	148,63	2.124,68	644,31	3.538,15

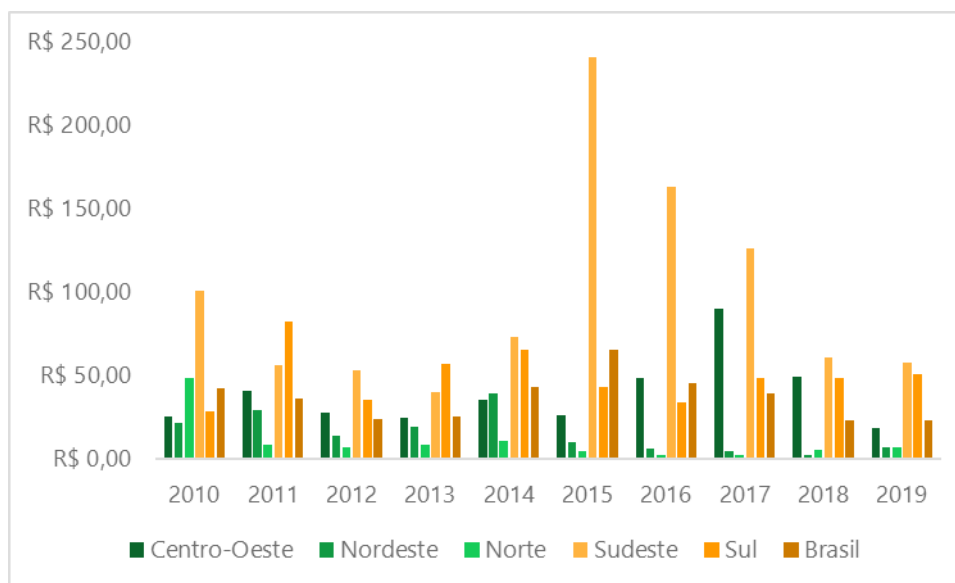
Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2017	556,92	252,00	288,37	2.588,44	839,30	4.525,04
2018	302,51	224,49	78,90	1.536,66	585,10	2.727,66
2019	301,56	331,59	100,92	1.396,52	480,54	2.611,13
Total	<b>2.642,36</b>	<b>5.228,42</b>	<b>3.094,96</b>	<b>20.991,26</b>	<b>7.160,06</b>	<b>39.117,07</b>

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Para o componente abastecimento de água, realizou-se uma análise (apresentada na Figura 18 e na Tabela 10) que leva em consideração os valores per capita de desembolso de recursos em relação ao contingente de excluídos (população total da macrorregião subtraída de população atendida com abastecimento de água). Tal análise evidencia, mais uma vez, a tendência de concentração de recursos onerosos na macrorregião Sudeste.

Chama atenção o fato de que, na média dos últimos cinco anos (2015-2019), os investimentos anuais médios per capita, considerando o contingente de excluídos, no Sudeste é cerca de três vezes maior do que no Centro-Oeste e no Sul, mas chega a ser 20 vezes maior do que aqueles realizados no Nordeste e quase 30 vezes maior do que os investimentos anuais médios per capita realizados na macrorregião Norte.

Ainda com relação aos desembolsos por habitante, considerando o contingente de excluídos, verifica-se que a média dos investimentos nos últimos cinco anos no Brasil aumentou em quase 7%, em relação à média de investimentos nos últimos dez anos. Esse aumento foi puxado pela elevação na média no Centro-Oeste e no Sudeste (de 20% e 33,5%, respectivamente), enquanto nas demais macrorregiões, verificou-se uma queda no investimento anual médio per capita. Destacam-se, negativamente, as macrorregiões Norte e Nordeste, cujos investimentos anuais médios per capita, considerando o contingente de excluídos, caiu 58,1% e 59,8%, respectivamente.



**Figura 18: Recursos onerosos. Desembolsos *per capita* no componente abastecimento de água, por macrorregião, 2009 a 2019 (em reais por habitante excluído)**

Fonte: BNDES, FGTS, SACI, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

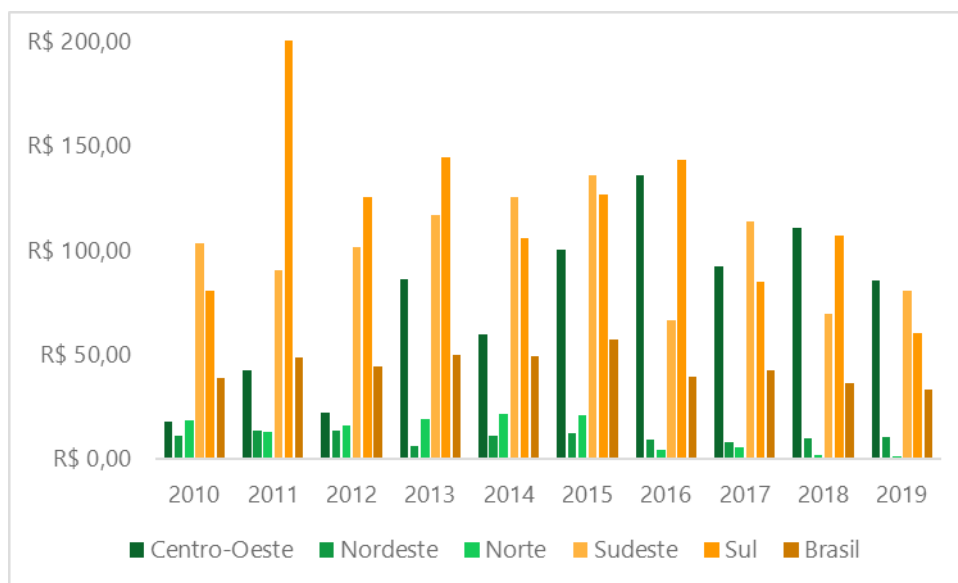
*Tabela 10: Recursos onerosos. Desembolsos *per capita* no componente abastecimento de água, por macrorregião, 2009 a 2019 (em reais por habitante excluído)*

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2010	R\$ 25,67	R\$ 21,72	R\$ 48,87	R\$ 100,92	R\$ 28,86	R\$ 42,89
2011	R\$ 40,64	R\$ 29,42	R\$ 8,48	R\$ 56,17	R\$ 82,12	R\$ 36,65
2012	R\$ 27,97	R\$ 14,12	R\$ 7,45	R\$ 53,55	R\$ 35,63	R\$ 23,84
2013	R\$ 25,11	R\$ 19,77	R\$ 9,09	R\$ 40,03	R\$ 57,15	R\$ 25,98
2014	R\$ 35,79	R\$ 39,19	R\$ 11,24	R\$ 73,10	R\$ 65,48	R\$ 43,12
2015	R\$ 26,42	R\$ 10,33	R\$ 5,20	R\$ 240,51	R\$ 43,52	R\$ 65,83
2016	R\$ 48,50	R\$ 6,46	R\$ 2,66	R\$ 163,49	R\$ 34,11	R\$ 45,56
2017	R\$ 89,91	R\$ 4,52	R\$ 2,54	R\$ 126,11	R\$ 48,91	R\$ 39,74
2018	R\$ 49,43	R\$ 2,69	R\$ 5,26	R\$ 61,33	R\$ 48,92	R\$ 23,59
2019	R\$ 18,61	R\$ 7,25	R\$ 6,86	R\$ 57,84	R\$ 50,61	R\$ 23,33
Média 10 anos	<b>R\$ 38,80</b>	<b>R\$ 15,55</b>	<b>R\$ 10,77</b>	<b>R\$ 97,30</b>	<b>R\$ 49,53</b>	<b>R\$ 37,05</b>
Média 5 anos	<b>R\$ 46,57</b>	<b>R\$ 6,25</b>	<b>R\$ 4,51</b>	<b>R\$ 129,86</b>	<b>R\$ 45,21</b>	<b>R\$ 39,61</b>

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Análise semelhante realizada para o componente de esgotamento sanitário (apresentada na Figura 19 e na Tabela 11 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) evidencia que as macrorregiões Norte e Nordeste, que apresentam os menores níveis de atendimento, são também aquelas que investem significativamente

menos, em termos de média anual de investimentos per capita em relação ao contingente de excluídos. Estas macrorregiões, na média anual no período de 2015 a 2019, investiram cerca de um décimo do valor investido nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul (ou um quarto dos investimentos anuais médios no Brasil).



**Figura 19: Recursos onerosos. Desembolsos *per capita* no componente esgotamento sanitário, por macrorregião, 2009-2019 (em reais por habitante excluído)**

Fonte: BNDES, FGTS, SACI, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

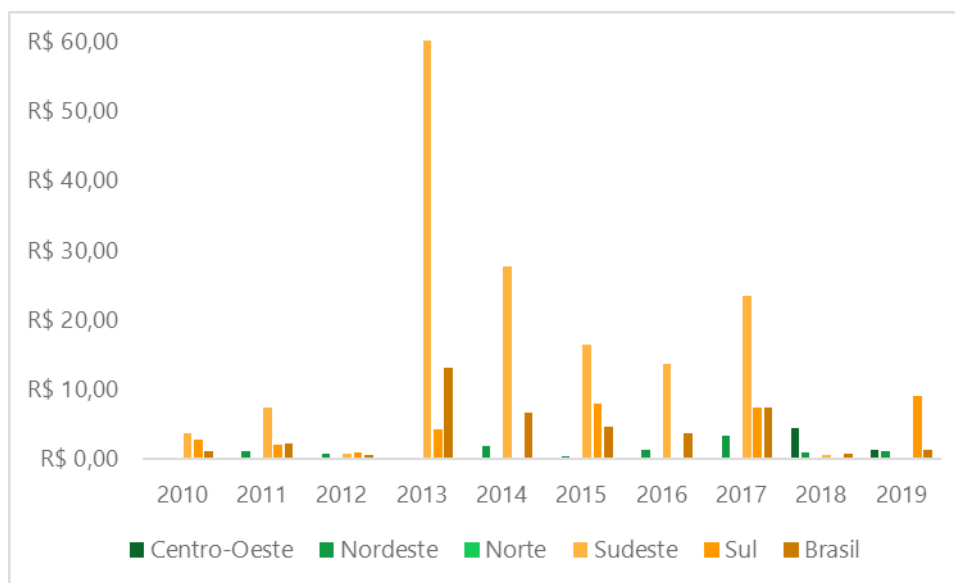
Tabela 11: Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente esgotamento sanitário, por macrorregião, 2009-2019 (em reais por habitante excluído)

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2010	R\$ 17,90	R\$ 11,34	R\$ 18,67	R\$ 103,20	R\$ 80,61	R\$ 39,04
2011	R\$ 42,46	R\$ 13,83	R\$ 13,16	R\$ 90,42	R\$ 201,38	R\$ 48,95
2012	R\$ 22,64	R\$ 13,78	R\$ 16,40	R\$ 101,62	R\$ 125,52	R\$ 44,60
2013	R\$ 86,06	R\$ 6,56	R\$ 19,02	R\$ 117,24	R\$ 144,77	R\$ 50,28
2014	R\$ 59,66	R\$ 11,30	R\$ 21,64	R\$ 125,79	R\$ 106,15	R\$ 49,30
2015	R\$ 100,44	R\$ 12,38	R\$ 20,84	R\$ 135,92	R\$ 126,88	R\$ 57,14
2016	R\$ 136,16	R\$ 9,21	R\$ 4,78	R\$ 66,57	R\$ 143,28	R\$ 39,62
2017	R\$ 92,13	R\$ 8,24	R\$ 5,66	R\$ 114,08	R\$ 85,05	R\$ 42,63
2018	R\$ 110,62	R\$ 10,06	R\$ 2,27	R\$ 69,43	R\$ 107,33	R\$ 36,32
2019	R\$ 85,34	R\$ 10,94	R\$ 1,55	R\$ 80,62	R\$ 60,52	R\$ 33,36
Média 10 anos	<b>R\$ 75,34</b>	<b>R\$ 10,76</b>	<b>R\$ 12,40</b>	<b>R\$ 100,49</b>	<b>R\$ 118,15</b>	<b>R\$ 44,12</b>
Média 5 anos	<b>R\$ 104,94</b>	<b>R\$ 10,16</b>	<b>R\$ 7,02</b>	<b>R\$ 93,33</b>	<b>R\$ 104,61</b>	<b>R\$ 41,81</b>

Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Por fim, repetiu-se a análise que leva em consideração os valores de desembolso de recursos onerosos em relação ao contingente de excluídos para o componente de manejo de resíduos sólidos (apresentada na Figura 20 e na Tabela 12). Verifica-se que a média de investimentos anuais, para cada uma das Macrorregiões, é significativamente inferior para este componente em relação a abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Ainda sobre esse componente, chama atenção o fato de que, até 2017, os investimentos no Centro-Oeste foram nulos e que, no Norte, também não houve investimentos para os anos 2010, 2013, 2014, 2015 e 2019. Convém mencionar que, nessas duas regiões, os indicadores de gestão de resíduos são preocupantes. Por exemplo, a maioria dos rejeitos têm um destino inadequado: nas duas macrorregiões, de acordo com dados do SNIS 2019, menos de 60% da população é atendida com serviço de coleta regular de resíduos domiciliares.



**Figura 20: Recursos onerosos. Desembolsos *per capita* no componente manejo de resíduos sólidos, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído)**

Fonte: BNDES, FGTS, SACI, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

*Tabela 12: Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente manejo de resíduos sólidos, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído)*

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2010	-	R\$ 0,13	-	R\$ 3,83	R\$ 2,91	R\$ 1,15
2011	-	R\$ 1,14	R\$ 0,05	R\$ 7,39	R\$ 2,06	R\$ 2,26
2012	-	R\$ 0,83	R\$ 0,02	R\$ 0,78	R\$ 1,04	R\$ 0,64
2013	-	R\$ 0,17	R\$ 0,03	R\$ 62,42	R\$ 4,25	R\$ 13,23
2014	-	R\$ 1,88	-	R\$ 27,70	R\$ 0,13	R\$ 6,62
2015	-	R\$ 0,50	-	R\$ 16,42	R\$ 8,04	R\$ 4,72
2016	-	R\$ 1,29	-	R\$ 13,78	R\$ 0,16	R\$ 3,67
2017	-	R\$ 3,46	R\$ 0,03	R\$ 23,52	R\$ 7,42	R\$ 7,53
2018	R\$ 4,43	R\$ 0,96	R\$ 0,03	R\$ 0,55	R\$ 0,05	R\$ 0,78
2019	R\$ 1,39	R\$ 1,19	-	R\$ 0,27	R\$ 9,10	R\$ 1,41
Média 10 anos	<b>R\$ 2,91</b>	<b>R\$ 1,15</b>	<b>R\$ 0,03</b>	<b>R\$ 15,67</b>	<b>R\$ 3,52</b>	<b>R\$ 4,20</b>
Média 5 anos	<b>R\$ 2,91</b>	<b>R\$ 1,48</b>	<b>R\$ 0,03</b>	<b>R\$ 10,91</b>	<b>R\$ 4,96</b>	<b>R\$ 3,62</b>

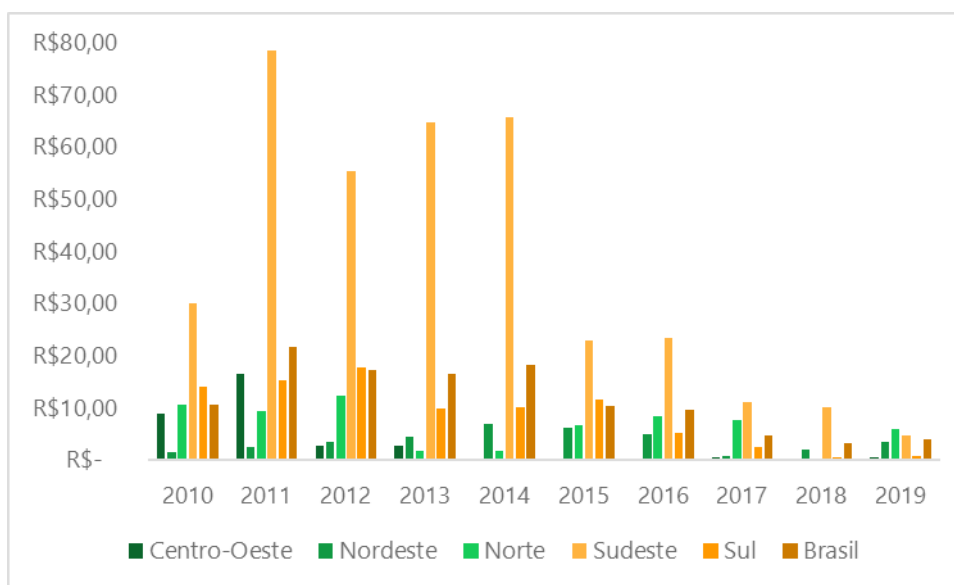
Fonte: Tesouro Gerencial, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

Como mostram a Figura 21 e a Tabela 13, assim como acontecia com os recursos não onerosos, os investimentos em drenagem urbana são menores, em termos per capita, do que em abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas maiores do que no componente resíduos sólidos. Além disso, há a dinâmica já observada de



prevalência da região Sudeste com relação ao total investido. No caso de drenagem urbana, esse contraste é muito aparente: durante os dez anos da série, a média de investimento por habitante da região sudeste é mais de três vezes maior que a média nacional e mais de dez vezes o valor das regiões Centro-Oeste e Nordeste. Entretanto, entre 2014 e 2015 há uma mudança considerável na assimetria da relação entre as macrorregiões brasileiras.

O elevado patamar de investimento per capita da região sudeste cai drasticamente, passando de R\$ 65,61 para R\$ 22,95. Enquanto isso, as demais regiões se mantiveram razoavelmente constantes, com a exceção da região Norte, que quase quadruplicou seu desembolso per capita, passando de R\$ 1,75 para R\$ 6,69.



**Figura 21: Recursos onerosos. Desembolsos *per capita* no componente drenagem urbana, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído)**

Fonte: BNDES, FGTS, SACI, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

*Tabela 13 Recursos onerosos. Desembolsos per capita no componente drenagem urbana, por macrorregião, 2010 – 2019 (em reais por habitante excluído)*

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2010	R\$ 8,85	R\$ 1,57	R\$ 10,73	R\$ 30,03	R\$ 13,99	R\$ 10,54
2011	R\$ 16,58	R\$ 2,66	R\$ 9,50	R\$ 78,49	R\$ 15,41	R\$ 21,72
2012	R\$ 2,75	R\$ 3,53	R\$ 12,36	R\$ 55,41	R\$ 17,81	R\$ 17,30
2013	R\$ 2,79	R\$ 4,47	R\$ 1,83	R\$ 64,70	R\$ 9,81	R\$ 16,67

Ano	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Brasil
2014	R\$ 0,40	R\$ 6,99	R\$ 1,75	R\$ 65,61	R\$ 10,06	R\$ 18,16
2015	R\$ 0,37	R\$ 6,12	R\$ 6,69	R\$ 22,95	R\$ 11,62	R\$ 10,32
2016	R\$ 0,30	R\$ 4,88	R\$ 8,44	R\$ 23,48	R\$ 5,34	R\$ 9,62
2017	R\$ 0,47	R\$ 0,88	R\$ 7,80	R\$ 11,21	R\$ 2,60	R\$ 4,72
2018	R\$ 0,09	R\$ 2,12	R\$ 0,08	R\$ 10,13	R\$ 0,47	R\$ 3,36
2019	R\$ 0,51	R\$ 3,54	R\$ 6,09	R\$ 4,85	R\$ 0,76	R\$ 3,97
Média 10 anos	R\$ 3,31	R\$ 3,68	R\$ 6,53	R\$ 36,69	R\$ 8,79	R\$ 11,64
Média 5 anos	R\$ 0,35	R\$ 3,51	R\$ 5,82	R\$ 14,52	R\$ 4,16	R\$ 6,40

Fonte: BNDES, FGTS, SACI, IBGE e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR. Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI da FGV para dezembro de 2019.

### 3.3. Investimentos segundo dados do SNIS (apenas para o abastecimento de água e esgotamento sanitário)

Segundo os dados do SNIS, os investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário abrangem os recursos efetivamente desembolsados no ano de referência. Esses investimentos são classificados pela origem dos recursos e pelo destino de aplicação, conforme apresentado na Figura 22.



Figura 22: Origens e destinos dos investimentos, segundo classificação utilizada no SNIS

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Ressalte-se que podem ocorrer divergências nos valores totais dos investimentos quando calculados com base nos dados de destino de aplicação e de origem dos

recursos. Tais divergências decorrem do fato de que alguns prestadores de serviços não declaram todos os valores, pela não obrigatoriedade no fornecimento de alguns dados<sup>4</sup>.

Os valores totais aplicados no período de 2005 a 2019, segmentados por estado, macrorregião e total geral, são mostrados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Os valores foram atualizados para dezembro de 2019, com base no IGP-DI da FGV. Destaque-se que os componentes foram adaptados conforme abordagem do Plansab, nas categorias água, esgoto e gestão de água e esgoto, adotando-se os seguintes critérios: i) as despesas capitalizáveis foram classificadas como investimentos em gestão; ii) a categoria “outros investimentos” foi rateada entre os dois componentes: água e esgoto.

Como se observa na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** o total dos investimentos no setor de saneamento no período de 2005 a 2019 ficou em R\$ 197,08 bilhões. Do montante total investido, a maior parcela (R\$ 106,51 bilhões, ou 54,04% do total) foram feitos na macrorregião Sudeste, com o Estado de São Paulo apresentando a aplicação mais significativa entre os estados brasileiros (34,82% do total).

A macrorregião Norte obteve o menor investimento, de R\$ 7,65 bilhões, o que representa 3,88% dos investimentos totais. Com relação aos investimentos por estado, o Acre foi a unidade federativa brasileira com os menores níveis de investimento (0,28%) do total de investimentos realizados no Brasil entre 2005 e 2019.

A divisão dos investimentos entre água e esgoto, no total nacional, ficou equivalente. Para o período analisado, verifica-se que 44,51% dos recursos foram aplicados em abastecimento de água e 45,23% em esgotamento sanitário. Os 10,26% restantes foram aplicados para gestão dos serviços. Destaca-se que nas macrorregiões Sul e Sudeste, a maior parte dos investimentos foi direcionada aos sistemas de

<sup>4</sup> Os investimentos por origem não são campos de fornecimento obrigatório, enquanto os investimentos por destino de aplicação são.

esgotamento sanitário: 51,89% e 48,01%, respectivamente. Já no Norte, no Nordeste e no Centro Oeste, os investimentos predominantes foram nos serviços de água: 58,03%, 53,81% e 47,02%, respectivamente.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a média dos investimentos por macrorregião para os últimos 15, 10 e 5 anos, correspondendo ao período de 2005 a 2019, 2010 a 2019 e 2015 a 2019, respectivamente. A média nacional anual desses 15 anos foi de R\$ 13,14 bilhões, com os seguintes valores por macrorregião: Norte, R\$ 510 milhões; Nordeste, R\$ 2,39 bilhões; Sudeste, R\$ 7,10 bilhões; Sul, R\$ 1,96 bilhão; e Centro-Oeste, R\$ 1,18 bilhão. Verifica-se que a média de investimentos anuais no Brasil aumentou a partir de 2010. Contudo, a média de investimentos nos últimos 5 anos foi menor do que nos últimos 10 anos (R\$ 14,15 bilhões e R\$ 14,53 bilhões, respectivamente). Essa queda decorre de menores investimentos em todas as macrorregiões, com exceção do Sul, onde a média manteve-se praticamente constante, em torno de R\$ 2,16 bilhões.

Tabela 14: Total dos investimentos desembolsados em abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão desses serviços no período de 2005 a 2019, por estado (R\$ mil)

Estado	Investimentos, segundo o destino de aplicação			
	Gestão	Água	Esgoto	Total
DF	R\$ 578.194	R\$ 2.187.898	R\$ 1.509.849	R\$ 4.275.941
GO	R\$ 575.095	R\$ 3.116.169	R\$ 3.649.394	R\$ 7.340.658
MS	R\$ 162.546	R\$ 1.553.279	R\$ 1.751.326	R\$ 3.467.151
MT	R\$ 330.991	R\$ 1.484.968	R\$ 843.281	R\$ 2.659.240
<b>Centro-Oeste</b>	<b>R\$ 1.646.826</b>	<b>R\$ 8.342.314</b>	<b>R\$ 7.753.850</b>	<b>R\$ 17.742.989</b>
AL	R\$ 99.894	R\$ 453.825	R\$ 79.537	R\$ 633.255
BA	R\$ 980.776	R\$ 4.136.546	R\$ 4.729.062	R\$ 9.846.384
CE	R\$ 418.839	R\$ 2.137.467	R\$ 1.578.343	R\$ 4.134.649
MA	R\$ 232.694	R\$ 833.780	R\$ 251.651	R\$ 1.318.125
PB	R\$ 270.965	R\$ 1.186.687	R\$ 603.429	R\$ 2.061.081
PE	R\$ 605.653	R\$ 7.065.228	R\$ 2.238.839	R\$ 9.909.720
PI	R\$ 509.204	R\$ 564.020	R\$ 647.865	R\$ 1.721.088
RN	R\$ 898.204	R\$ 1.463.853	R\$ 1.542.991	R\$ 3.905.048
SE	R\$ 70.445	R\$ 1.441.609	R\$ 794.970	R\$ 2.307.025

Estado	Investimentos, segundo o destino de aplicação			
	Gestão	Água	Esgoto	Total
<b>Nordeste</b>	<b>R\$ 4.086.674</b>	<b>R\$ 19.283.016</b>	<b>R\$ 12.466.686</b>	<b>R\$ 35.836.376</b>
AC	R\$ 22.016,58	R\$ 304.735,54	R\$ 224.702,85	R\$ 551.455
AM	R\$ 157.234,30	R\$ 983.239,00	R\$ 266.537,47	R\$ 1.407.011
AP	R\$ 6.002,49	R\$ 144.600,84	R\$ 7.276,09	R\$ 157.879
PA	R\$ 187.459,61	R\$ 1.635.022,14	R\$ 354.923,36	R\$ 2.177.405
RO	R\$ 85.339,90	R\$ 418.778,15	R\$ 146.450,79	R\$ 650.569
RR	R\$ 42.804,38	R\$ 269.784,18	R\$ 743.942,36	R\$ 1.056.531
TO	R\$ 150.894,62	R\$ 684.814,49	R\$ 816.562,43	R\$ 1.652.272
<b>Norte</b>	<b>R\$ 651.752</b>	<b>R\$ 4.440.974</b>	<b>R\$ 2.560.395</b>	<b>R\$ 7.653.122</b>
ES	R\$ 438.337	R\$ 2.131.436	R\$ 2.935.532	R\$ 5.505.305
MG	R\$ 1.887.499	R\$ 7.453.301	R\$ 11.127.867	R\$ 20.468.668
RJ	R\$ 881.635	R\$ 4.743.039	R\$ 6.283.630	R\$ 11.908.303
SP	R\$ 8.396.397	R\$ 29.442.363	R\$ 30.785.841	R\$ 68.624.601
<b>Sudeste</b>	<b>R\$ 11.603.869</b>	<b>R\$ 43.770.138</b>	<b>R\$ 51.132.870</b>	<b>R\$ 106.506.877</b>
PR	R\$ 816.543	R\$ 5.813.136	R\$ 7.238.662	R\$ 13.868.341
RS	R\$ 950.273	R\$ 3.601.670	R\$ 4.197.444	R\$ 8.749.386
SC	R\$ 463.529	R\$ 2.472.535	R\$ 3.789.110	R\$ 6.725.174
<b>Sul</b>	<b>R\$ 2.230.344</b>	<b>R\$ 11.887.342</b>	<b>R\$ 15.225.215</b>	<b>R\$ 29.342.901</b>
<b>Total Brasil</b>	<b>R\$ 20.219.464</b>	<b>R\$ 87.723.784</b>	<b>R\$ 89.139.017</b>	<b>R\$ 197.082.265</b>

Fonte: SNIS.

Tabela 15: Média anual dos investimentos desembolsados, por macrorregião e período (R\$ bi)

Macrorregião	Média dos investimentos anuais, por período		
	15 anos	10 anos	5 anos
	2005-2019	2010-2019	2015-2019
<b>Centro-Oeste</b>	R\$ 1,18	R\$ 6,60	R\$ 6,90
<b>Nordeste</b>	R\$ 2,39	R\$ 6,51	R\$ 5,71
<b>Norte</b>	R\$ 0,51	R\$ 1,42	R\$ 1,55
<b>Sudeste</b>	R\$ 7,10	R\$ 6,60	R\$ 6,90
<b>Sul</b>	R\$ 1,96	R\$ 6,51	R\$ 5,71
<b>Brasil</b>	R\$ 13,14	R\$ 14,53	R\$ 14,15

Fonte: SNIS.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o total de investimentos, considerando cada uma das três origens analisadas no SNIS (prestador, estados e municípios), bem como a média anual desses investimentos, em três períodos distintos. Verifica-se que, a maioria (bastante significativa) dos investimentos originou-se do

prestador dos serviços (93,3% do total investido no período de 2005 a 2019) o qual, nos últimos 10 anos, manteve uma média de investimentos anuais na faixa dos R\$ 13 bilhões.

Ainda pela **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, verificamos que os municípios são aqueles que realizaram a menor parcela dos investimentos durante o período analisado (2,3%). Convém destacar que a pequena participação dos municípios em investimentos no setor de saneamento está relacionada, em parte, a baixa capacidade de esses contraírem recursos.

De acordo com Estudo do Ipea<sup>5</sup>, o alto grau de endividamento municipal<sup>6</sup> é uma barreira preocupante, pois grande número de municípios se mantém por vários anos dependente de repasses, doações e iniciativas das empresas estaduais de saneamento.

Tabela 16: Total e média anual dos investimentos desembolsados, por origem e período (R\$ bi)

Macrorregião	Total investido (2005 a 2019)	Média dos investimentos anuais, por período		
		15 anos	10 anos	5 anos
		2005-2019	2010-2019	2015-2019
Prestador	R\$ 182,52	R\$ 12,17	R\$ 13,21	R\$ 12,94
Município	R\$ 4,47	R\$ 0,30	R\$ 0,42	R\$ 0,31
Estado	R\$ 8,66	R\$ 0,58	R\$ 0,76	R\$ 0,67
<b>Total</b>	<b>R\$ 195,66</b>	<b>R\$ 13,14</b>	<b>R\$ 14,53</b>	<b>R\$ 14,15</b>

Fonte: SNIS.

Por fim, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a média dos três períodos de acordo com o destino de aplicação dos recursos. Para o período de 2005 a 2019 a média foi de R\$ 5,85 bilhões para água, R\$ 5,94 bilhões para esgotos e R\$ 1,35 bilhão para gestão. Para os últimos cinco anos analisados (de 2015 a 2019), a média de investidos para água, esgoto e gestão foi, respectivamente, de R\$ 6,9 bilhões, R\$ 5,71 bilhões e R\$ 1,55 bilhão. Ou seja, em média, nos últimos cinco anos os

<sup>5</sup> Santos, Kuwajima e Santana, 2020.

<sup>6</sup> Por exemplo, registrado pelo Índice Firjan de Gestão Fiscal (IFGF).

investimentos em cada um desses destinos foi maior do que a média para os últimos 15 anos.

Tabela 17: Média anual dos investimentos desembolsados, por destino e período (R\$ bi)

Destinação de Aplicação dos recursos	Média dos investimentos anuais, por período		
	15 anos	10 anos	5 anos
	2005-2019	2010-2019	2015-2019
<b>Água</b>	R\$ 5,85	R\$ 6,60	R\$ 6,90
<b>Esgoto</b>	R\$ 5,94	R\$ 6,51	R\$ 5,71
<b>Gestão</b>	R\$ 1,35	R\$ 1,42	R\$ 1,55
<b>Total</b>	<b>R\$ 13,14</b>	<b>R\$ 14,53</b>	<b>R\$ 14,15</b>

Fonte: SNIS. Nota: "Gestão", neste caso, refere-se a água e esgoto, somente.

## 4. CONSOLIDAÇÃO DOS INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

O objetivo desta seção é consolidar as informações sobre investimentos realizados no setor de saneamento entre os anos 2010 e 2019 (período no qual as três principais fontes de dados se sobrepõem). A Tabela 18 mostra, por componente do saneamento básico, o montante total de recursos investidos no setor neste período. As informações de abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão de água e esgoto foram retiradas do SNIS, uma vez que se trata da base de dados mais completa, pois contempla investimentos do Governo Federal, dos estados, dos municípios, e dos prestadores de serviços.

Já as informações de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, e de manejo de resíduos sólidos foram retiradas das bases de dados de recursos não onerosos e onerosos, uma vez que são mais completas para estes dois componentes. Embora apresentem fontes distintas, foram reunidas e disponibilizadas pelo MDR. Ressalte-se que os investimentos nesses dois últimos componentes só consideram recursos da União, seja através de repasses do OGU ou de empréstimos/financiamentos oriundos de algum de seus órgãos ou autarquias, não sendo contemplados, portanto, os investimentos dos estados, dos municípios, e dos prestadores de serviços.

Tabela 18: Valor investido no setor de saneamento por componente e modalidade, 2010-2019

Destinação	Fonte	Valor Investido	Participação Total
		2010-2019	
Abastecimento de Água	SNIS	R\$ 62.213851.358,24	43,7%
Esgotamento Sanitário		R\$ 61.337.121.944,15	43,1%
Gestão (água e esgoto)		R\$ 6.741.701.752,50	4,7%
Manejo de Águas Pluviais	MDR	R\$ 9.849.021.584,71	6,9%
Manejo de resíduos sólidos		R\$ 2.094.487.158,67	1,5%
<b>Total</b>		<b>R\$ 142.236.183.771,27</b>	<b>100%</b>

Fonte: Tesouro Gerencial, FGTS, BNDES, SACI e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR.



Pode-se observar que os investimentos seguem concentrados em abastecimento de água e esgotamento sanitário, com 43,7% e 43,1%, respectivamente. Gestão (água e esgoto), drenagem urbana e manejo de água pluviais, e manejo de resíduos sólidos, juntos, não atingem 15% do total investido no período. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra, por origem, o total de recursos investidos no setor de saneamento entre os anos 2010 e 2019. As origens foram classificadas em recursos não onerosos, onerosos e outras fontes. Esse último corresponde a investimentos com recursos próprios, e recursos de estados e municípios.

As informações de recursos não onerosos e onerosos foram disponibilizadas pelo MDR, pois, como foi dito anteriormente, constituem bases mais completas para estas duas classificações.

Por sua vez, a informação de outras fontes foi obtida através da diferença entre o investimento total e a soma dessas duas últimas. Adotou-se este critério tendo em vista que essa informação não consta nas bases de recursos não onerosos e onerosos. Ademais, é comum aos prestadores de serviços do SNIS declararem como investimentos próprios aqueles que são provenientes de empréstimos, uma vez que entendem que há um pagamento atrelado à obtenção desses recursos, o que acaba levando ao superdimensionamento do investimento.

Tabela 19: Valor investido no setor de saneamento por origem do recurso, 2010-2019

Origem de recursos	Valor Investido	Participação Total
	2010-2019	
Recursos onerosos	R\$ 39.117.069.054,26	27,5%
Recursos não onerosos	R\$ 66.139.264.958,62	46,5%
Outras fontes	R\$ 36.979.849.758,39	26,0%
<b>Total</b>	<b>R\$ 142.236.183.771,27</b>	<b>100%</b>

Fonte: Tesouro Gerencial, FGTS, BNDES, SACI e SNIS. Dados disponibilizados pelo MDR.

Observa-se que os investimentos no período estão relativamente concentrados em recursos não onerosos, com praticamente metade do montante total. Na sequência, respectivamente, aparecem os recursos onerosos e as demais fontes, ambos

com pouco mais de um quarto do total cada. Por fim, é possível inferir que se investiu, em média, R\$ 14,2 bilhões em todo o saneamento básico por ano.

## 5. REFERÊNCIAS

Abrelpe- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2020). Panorama 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em dezembro/2021.

Instituto Trata Brasil (2021). *Perdas de água 2021 (SNIS 2019): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico*. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/pt/estudos/perdas-de-agua/perdasdeagua>. Acesso em dezembro/2021.

Santos, G.R., Kuwajima, J.I., & Santana, A.S. (2020) Regulação e investimento no setor de saneamento no brasil: trajetórias, desafios e incertezas. Texto para discussão 2587. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10222/1/td\\_2587.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10222/1/td_2587.pdf). Acesso em dezembro/21.



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2033

Necessidade de Investimentos  
(Modelos Conceituais e Implementação)  
Produto 4 – Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em  
Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário

ABRIL/2022



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Necessidade de Investimentos  
(Modelos Conceituais e Implementação)

Produto 4 – Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho Economista, Dr.	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
--	--

### Equipe Chave

Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo das Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Matheus Morselli Gysi Físico, Msc.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>

### Equipe de Apoio


Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, MSc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinícius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>
Pedro Levy Sayon. Economista, MSc	<i>Apoio Técnico Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache Engenheiro Mecatrônico, MSc	<i>Apoio Técnico Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, MSc.	<i>Apoio Técnico Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista, MSc	<i>Apoio Técnico Estudos Econômicos</i>
Thainá Sanches Becker Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico Geoprocessamento</i>

**Equipe de Apoio**

Larissa dos Santos Silva Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Felipe Baglioli	<i>Acadêmico de Engenharia Ambiental</i>
Guilherme Bortolotti	<i>Acadêmico de Engenharia Civil</i>
Nicolas dos Santos Rosa	<i>Acadêmico de Geologia</i>
Daniele Delgado	<i>Acadêmica de Geologia</i>



01	19/04/2022	P4	-	HRN	GJOF
00	14/03/2022	P4	-	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>

<b>NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS – MODELOS CONCEITUAIS E IMPLEMENTAÇÃO</b>			
<b>Produto 4 – Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário</b>			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho		<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>
		01	03
<b>Data</b> 19/04/2022			
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 <a href="mailto:envex@envexengenharia.com.br">envex@envexengenharia.com.br</a>   <a href="http://www.envexengenharia.com.br">www.envexengenharia.com.br</a>	




## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Produto 5 – Arcabouço Conceitual para o Cálculo dos Investimentos em Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário, integrante da Revisão do Cálculo das Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o período 2022-2033, referente ao Contrato nº 221031/2021.

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
2.1.	Módulo Demográfico.....	13
2.1.1.	Projeções Populacionais.....	14
2.1.2.	Déficits de Atendimento.....	16
2.1.3.	Densidades e Demandas.....	17
2.2.	Módulo Tecnológico.....	20
2.2.1.	Extensões de Rede.....	21
2.2.2.	Unidades Isoladas.....	22
2.3.	Módulo Orçamentário.....	24
2.3.1.	Extensões de Rede.....	27
2.3.2.	Unidades Isoladas.....	29
2.3.3.	Custo da Expansão.....	31
2.4.	Módulo Financeiro.....	33
2.4.1.	Capacidade Instalada.....	33
2.4.2.	Depreciação Contábil.....	35
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE – Modelo de Efeitos Fixos.....</b>	<b>48</b>
A.1.	Arcabouço Teórico.....	48
A.1.	Estratégia Empírica.....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do Modelo Integrado.....	13
Figura 2: Necessidade Total de Investimentos, por Macrorregião e Sistema (R\$ bilhões).....	39
Figura 3: Necessidade de Investimentos, por Macrorregião e Natureza do Investimento (R\$ bilhões).....	40
Figura 4: Necessidade de Investimentos, por Macrorregião e Subsistema de Abastecimento de Água (R\$ bilhões). ....	42
Figura 5: Necessidade de Investimentos, por Macrorregião e Subsistema de Esgotamento Sanitário (R\$ bilhões). ....	42
Figura 6: Necessidade de Investimentos em Soluções Rurais, por Macrorregião e Sistema (R\$ bilhões).....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Percentuais de Mananciais Superficiais e Poços Subterrâneos por Estado .....	24
Tabela 2: Preços Unitários da Extensão da Rede de Água (R\$/m).....	27
Tabela 3: Preços Unitários da Extensão da Rede de Esgoto (R\$/m) .....	28
Tabela 4: Preços Unitários do Volume de Água Produzido (R\$/m <sup>3</sup> /ano).....	29
Tabela 5: Preços Unitários do Volume de Esgoto Tratado (R\$/m <sup>3</sup> /ano) .....	30
Tabela 6 : Necessidades à Universalização do Acesso a Água (R\$ MM) .....	37
Tabela 7 : Necessidades à Universalização do Acesso a Esgoto (R\$ MM).....	37
Tabela 8: Regressão da Densidade da Extensão da Rede de Água.....	55
Tabela 9: Regressão da Densidade do Volume de Água Consumido .....	55
Tabela 10: Regressão da Densidade da Extensão da Rede de Esgoto .....	55

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao “Produto 4 – Arcabouço Conceitual para o Cálculo dos Investimentos em Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário” (“Produto 4”), o qual integra a “Concorrência 051/2021 – Revisão do Cálculo de Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o Período 2022-2033”. Os três produtos anteriores, pertencentes ao “Eixo 1 – Diagnóstico do Setor de Saneamento” (“Eixo 1”), foram responsáveis por, respectivamente: (i) calcular os déficits de atendimento em abastecimento de água e em esgotamento sanitário, (ii) calcular os déficits de atendimento em manejo de resíduos sólidos urbanos e em drenagem e manejo de águas pluviais, e (iii) elaborar o histórico e realizar a análise dos investimentos em saneamento básico no decênio compreendido por 2010 e 2019.

Já o “Eixo 2 – Necessidades de Investimentos” (“Eixo 2”), ao qual pertence o Produto 4, trata, como o próprio nome sugere, das necessidades de investimentos em si. Isto é, para cada um dos quatro componentes do saneamento básico, são propostos modelos de cálculo de montantes imprescindíveis à universalização daquele serviço com base nos déficits calculados anteriormente. Pode-se afirmar que o Eixo 2 reflete o prognóstico das despesas públicas e privadas no sentido de atendimento às metas da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (“Novo Marco Legal do Saneamento Básico”).

Nesse ínterim, o Produto 4 aqui apresentado, cujo escopo de avaliação são os eixos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, conta com quatro seções textuais incluindo esta Introdução. A segunda seção aborda as bases de dados e metodologia utilizadas. Já a terceira seção conta com os principais resultados do modelo proposto. Finalmente, a quarta e última seção textual traz as suas conclusões.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia proposta para a estimativa dos investimentos necessários à universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil baseia-se em três princípios: (i) automaticidade, (ii) escalabilidade, e (iii) auditabilidade. O primeiro desses substantivos diz respeito à qualidade automatizável deste produto. Em outras palavras, no âmbito do “Produto 6 – Modelo Diagrama, Requisitos de Software, Proposição e Validação de Software-Piloto para Cálculo de Necessidade de Investimentos”, todas as etapas de cálculo aqui apresentadas são passíveis de automação, uma vez que os seus parâmetros que são calibrados com bases de dados atualizadas anualmente, ora são exogenamente definidos através de alguma referência da literatura ou da legislação.

Já o segundo dos substantivos supracitados refere-se à possibilidade de se estender ou aprofundar o escopo de análise do modelo proposto em ocasiões futuras. Isso somente é factível, pois os módulos são autônomos entre si, isto é, é possível reestruturá-los de maneira independente, e até mesmo incorporar novos módulos de cálculo, sem comprometer a lógica interna do modelo. Esse processo pode ser realizado, por exemplo, caso haja disponibilidade de novas fontes de informações ou jogue-se necessário tendo em vista quaisquer limitações metodológicas que possam eventualmente ser contornadas. Nesse sentido, o último dos substantivos mencionados acima permite a qualquer usuário deste produto executar uma análise pormenorizada de cada etapa de cálculo, dado que todas as hipóteses são absolutamente explícitas.

Na elaboração deste modelo, as estimativas de investimentos são pautadas nos componentes de demanda decorrentes da associação das categorias de análise definidas no Termo de Referência e explicitadas mais uma vez na sequência.

- **Quanto à localização (ser):**
  - Urbana; ou
  - Rural.
- **Quanto ao sistema (de):**
  - Abastecimento de água; ou
  - Esgotamento sanitário.
- **Quanto ao subsistema (de):**
  - Distribuição (de água) e coleta (de esgoto); ou
  - Produção (de água) e tratamento (de esgoto); ou
- **Quanto ao investimento (em):**
  - Expansão (da capacidade instalada); ou
  - Reposição (da capacidade instalada).

Definidas as demandas em termos materiais e estabelecidos os preços unitários, os valores de investimento em **expansão** resultam do produto entre esses dois fatores para cada componente listado acima. As estimativas de demanda consideram o horizonte de 2033, pois não somente foi definido dessa maneira no Termo de Referência, como também corresponde ao prazo máximo de atendimento às metas estabelecidas no Novo Marco Legal do Saneamento Básico. Uma vez estimadas as necessidades de investimentos em expansão, calcula-se o valor da capacidade instalada a partir do produto entre a população atendida e os mesmos preços unitários. Sobre esse montante, projeta-se um fluxo de depreciação contábil ao longo do período, resultando nas necessidades de investimentos em **reposição**.

A Figura 1 apresenta o fluxograma da estrutura do modelo integrado, contando com cada um de seus quatro módulos, que serão melhor detalhados na sequência.



**Figura 1: Fluxograma do Modelo Integrado.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Antecipando-se às equações apresentadas na sequência, a notação empregada neste estudo baseia-se em algumas premissas. Primeiro, letras maiúsculas foram designadas para valores absolutos, como população, déficits populacionais, demandas em termos materiais, preços e investimentos. Enquanto letras minúsculas foram estabelecidas para taxas ou índices, como o crescimento populacional, e as densidades nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Segundo, sempre que alguma variável possuir um acento circunflexo, significa que se trata de uma estimativa, e não de um valor efetivamente observado ou calculado.

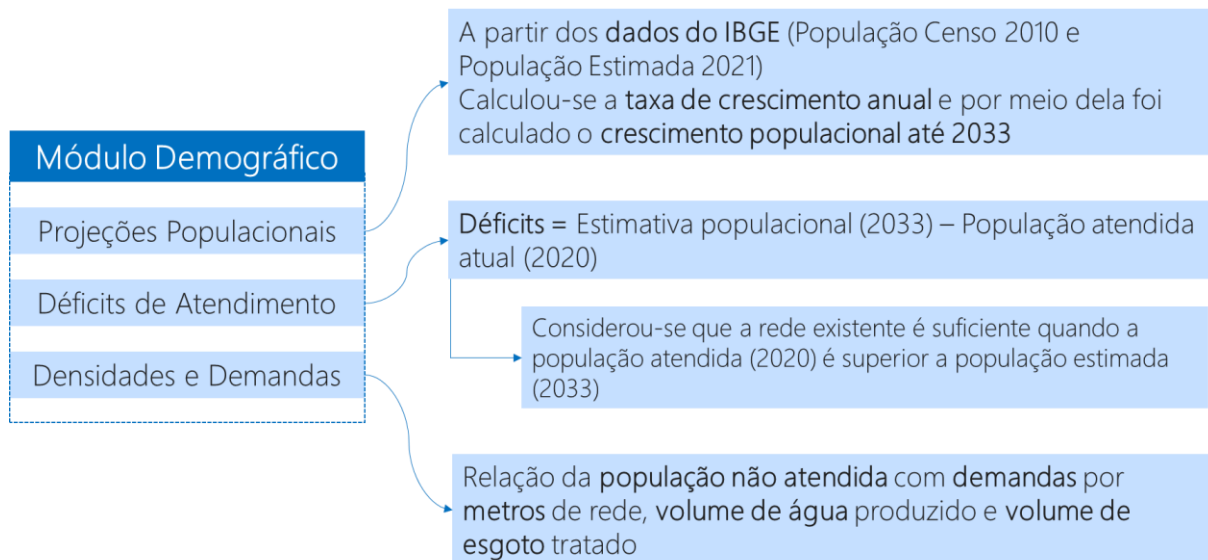
Naturalmente, todas as variáveis referentes ao ano de 2033 possuem esse acento, uma vez que não se pode observá-las ainda. Por fim, as variáveis são dotadas de subscritos e sobrescritos. Os subscritos designam as variáveis discretas: o município ao qual pertence aquela informação e seu ano base. Já os sobrescritos representam variáveis categóricas, a saber: o meio (total ou urbano ou rural), o sistema (abastecimento de água ou esgotamento sanitário), e o subsistema (distribuição e produção de água ou coleta e tratamento de esgoto). Como os subsistemas são específicos de cada sistema, haverá supressão destes no caso dessa desagregação.

## 2.1. Módulo Demográfico

Três etapas distintas integram o Módulo Demográfico, a saber: as projeções populacionais, o cálculo dos déficits de atendimento, e as estimativas de demanda em 2033, tudo a nível municipal, conforme ilustra o diagrama esquemático da Figura 2. Neste módulo, são empregados dados populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e de atendimento do Sistema Nacional de Informações



sobre Saneamento (SNIS). Cada uma dessas etapas é minuciosamente explicada em seguida.



**Figura 2: Diagrama esquemático das etapas que integram o módulo demográfico.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### 2.1.1. Projeções Populacionais

Para a realização das estimativas de demanda, assume capital importância a projeção das populações, uma vez que o consumo humano é preponderante no abastecimento público de água e na coleta de esgotos sanitários, e as características das aglomerações a serem atendidas influenciam o custo das infraestruturas necessárias. No que se refere à população, foram utilizados, em todo o estudo, os conceitos do IBGE quanto à situação dos domicílios, apesar da dissociação entre urbano e rural adotada pelo próprio instituto não ser adequada à avaliação dos investimentos em serviços de água e esgotos.

De fato, 2.260 municípios (ou seja, mais de 40% dos municípios) brasileiros possuíam, ao final de 2020, população urbana inferior a 5.000 habitantes, constituindo aglomerações com características muito mais próximas do meio rural do que do urbano, especialmente do ponto de vista dos serviços de utilidade pública. Por esse

motivo, as projeções populacionais foram discriminadas para ambos os meios em cada município. Em primeiro lugar, foi necessário calibrar uma medida de crescimento populacional municipal ao longo dos anos. Para isso, foi utilizada a variação entre a população municipal total do Censo Demográfico de 2010 do IBGE ("Censo 2010") e a população municipal total também do IBGE em 2021, conforme aponta a equação (1).

$$\bar{g}_m = \frac{N_{m,t=2021}^{TOT}}{N_{m,t=2010}^{TOT}} \frac{1}{2021-2010}^{-1} = \frac{N_{m,t=2021}^{TOT}}{N_{m,t=2010}^{TOT}}^{-\frac{10}{11}} \quad (1)$$

Onde:

$\bar{g}_m$  corresponde à taxa de crescimento anual média da população do município  $m$ ;

$N_{m,t=2021}^{TOT}$  corresponde à população total do município  $m$  em  $t = 2021$ ; e

$N_{m,t=2010}^{TOT}$  corresponde à população total do município  $m$  em  $t = 2010$ .

Uma informação relevante aqui é o fato de cinco municípios brasileiros terem sido fundados após 2010 (em 2013, particularmente). Nesses casos, foi considerada a variação entre essa data e 2021. Uma vez calibrada essa taxa de crescimento anual média, as populações total, urbana e rural estimadas de cada município serão calculadas nos moldes das equações (2), (3) e (4), respectivamente.

$$\hat{N}_{m,t=2033}^{TOT} = N_{m,t=2021}^{TOT} \times (1 + \bar{g}_m)^{2033-2021} = N_{m,t=2021}^{TOT} \times (1 + \bar{g}_m)^{12} \quad (2)$$

$$\hat{N}_{m,t=2033}^{URB} = N_{m,t=2021}^{URB} \times (1 + \bar{g}_m)^{2033-2021} = N_{m,t=2021}^{URB} \times (1 + \bar{g}_m)^{12} \quad (3)$$

$$\hat{N}_{m,t=2033}^{RUR} = N_{m,t=2021}^{RUR} \times (1 + \bar{g}_m)^{2033-2021} = N_{m,t=2021}^{TOT} \times (1 + \bar{g}_m)^{12} \quad (4)$$

Onde:

$\hat{N}_{m,t=2033}^{TOT}$  corresponde à estimativa populacional total do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$\hat{N}_{m,t=2033}^{URB}$  corresponde à estimativa populacional urbana do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

e

$\hat{N}_{m,t=2033}^{RUR}$  corresponde à estimativa populacional rural do município  $m$  em  $t = 2033$ .

É interessante notar já que duas hipóteses deste módulo são: (i) que o crescimento populacional é constante ao longo do tempo, e (ii) que ele é idêntico para os meios urbano e rural dentro de um mesmo município, isto é, não há migração.

### 2.1.2. Déficits de Atendimento

Com as estimativas populacionais municipais total, urbana e rural de 2033, torna-se possível calcular os déficits de atendimento desse ano. A lógica subjacente às equações (5) a (10) dita que se um município, independentemente do meio, possuía ao final de 2020 uma população atendida superior à população estimada de 2033, sua rede existente é mais do que suficiente para abastecer à totalidade de sua população, inclusive com o incremento demográfico desses 13 anos. Por isso, o déficit é calculado a partir do máximo entre a diferença da estimativa populacional em 2033 com a população atendida em 2020 e zero.

#### Abastecimento de Água

$$\widehat{D}_{m,t=2033}^{TOT,AA} = \max(\widehat{N}_{m,t=2033}^{TOT} - AG001_{m,t=2020}, 0) \quad (5)$$

$$\widehat{D}_{m,t=2033}^{URB,AA} = \max(\widehat{N}_{m,t=2033}^{URB} - AG026_{m,t=2020}, 0) \quad (6)$$

$$\widehat{D}_{m,t=2033}^{RUR,AA} = \widehat{D}_{m,t=2033}^{TOT,AA} - \widehat{D}_{m,t=2033}^{URB,AA} \quad (7)$$

Onde:

$\widehat{D}_{m,t=2033}^{TOT,AA}$  corresponde ao déficit populacional estimado total do abastecimento de água do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$\widehat{D}_{m,t=2033}^{URB,AA}$  corresponde ao déficit populacional estimado urbano do abastecimento de água do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$\widehat{D}_{m,t=2033}^{RUR,AA}$  corresponde ao déficit populacional estimado rural do abastecimento de água do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$AG001_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG001 – População Total Atendida com Abastecimento de Água do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ ; e

$AG026_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG026 – População Urbana Atendida com Abastecimento de Água do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ .

#### Esgotamento Sanitário

$$\widehat{D}_{m,t=2033}^{TOT,ES} = \max(\widehat{N}_{m,t=2033}^{TOT} - ES001_{m,t=2020}, 0) \quad (8)$$

$$\widehat{D}_{m,t=2033}^{URB,ES} = \max(\widehat{N}_{m,t=2033}^{URB} - ES026_{m,t=2020}, 0) \quad (9)$$

$$\widehat{D}_{m,t=2033}^{RUR,ES} = \widehat{D}_{m,t=2033}^{TOT,ES} - \widehat{D}_{m,t=2033}^{URB,ES} \quad (10)$$

Onde:

$\hat{D}_{m,t=2033}^{TOT,ES}$  corresponde ao déficit populacional estimado total do esgotamento sanitário do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$\hat{D}_{m,t=2033}^{URB,ES}$  corresponde ao déficit populacional estimado urbano do esgotamento sanitário do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$\hat{D}_{m,t=2033}^{RUR,ES}$  corresponde ao déficit populacional estimado rural do esgotamento sanitário do município  $m$  em  $t = 2033$ ;

$ES001_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES001 – População Total Atendida com Esgotamento Sanitário do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ ; e

$ES026_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES026 – População Urbana Atendida com Esgotamento Sanitário do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ .

### 2.1.3. Densidades e Demandas

Finalmente, com os déficits populacionais estimados de 2033, torna-se necessário calcular medidas de densidade que permitam converter os habitantes não atendidos em demandas por metros de rede de abastecimento de água ou de coleta de esgoto, e por volume de água produzida ou de esgoto tratado para os meios urbano e rural. Para essa estimativa, serão utilizadas mais uma vez informações oriundas do SNIS. Contudo, embora o modelo considere todos os 5.570 municípios brasileiros, nem todos são declarantes do SNIS.

No caso do abastecimento de água, isso não é tão problemático, pois somente 235 municípios não foram respondentes em 2020. Além disso, ainda há raros casos em que, mesmo com a declaração municipal, algumas informações vêm com valores inconsistentes ou absurdos. No caso do esgotamento sanitário, entretanto, a situação já é mais agravante, uma vez que 2.763 municípios não preencheram a informação de atendimento em 2020, e embora o número de *outliers* não seja tão maior do que no abastecimento de água, os seus valores com certeza são mais inverossímeis.

Por esse motivo, nos casos em que as informações do SNIS utilizadas para calcular as densidades de rede e de volume apresentaram valor nulo, em branco ou muito destoantes da média, utilizou-se um modelo econométrico para prevê-las. Esse modelo foi calibrado a partir dos casos em que foi possível calcular as densidades

algebricamente e cujas fórmulas de cálculo são apresentadas na sequência. O embasamento teórico, a estratégica de identificação empírica e os principais resultados do modelo econométrico são descritos em maiores detalhes no Apêndice.

Finalmente, para cálculo das demandas, consideram-se metas 99% e 90% do déficit urbano, e 87,1% e 69% do déficit rural do município nos casos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, respectivamente. Esses valores, então, são multiplicados pelas densidades de rede e de volume, produzindo as demandas.

É interessante notar que, diferentemente do que se vê em outros modelos da mesma natureza, a diferenciação entre distribuição e produção de água, bem como entre coleta e tratamento de esgoto é não convencional neste caso. Em outras palavras, pela forma como são apresentadas as informações do SNIS, o subsistema de distribuição de água inclui as adutoras e sub adutoras de água tratada, e o subsistema de coleta de esgoto inclui os coletores tronco e interceptores.

Ademais, a densidade do subsistema de tratamento de esgoto não é calculada com base em nenhuma informação do SNIS, mas sim como 80% da densidade do subsistema de produção de água. Esse percentual é baseado no coeficiente de retorno da NBR nº 9.649 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de novembro de 1986 (“NBR 9649/1986”)<sup>1</sup>.

### Abastecimento de Água

$$d_{m,t=2020}^{URB,DIS} = \frac{AG005_{m,t=2020} \times 1.000}{AG001_{m,t=2020}} \quad (11)$$

$$d_{m,t=2020}^{TOT,PRO} = \frac{AG010_{m,t=2020} \times 1.000}{AG001_{m,t=2020}} \quad (12)$$

$$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,DIS} = 99\% \times \hat{D}_{m,t=2033}^{URB,AA} \times d_{m,t=2020}^{URB,DIS} \quad (13)$$

<sup>1</sup> O coeficiente de retorno pode variar a depender de fatores locais, tais como: taxa de urbanização, padrão das residências, clima, entre outros. Tal valor pode se situar no intervalo que vai de 0,5 até 0,9. Neste trabalho, adotou-se o padrão da ABNT NBR 9649/1986 como referência.

$$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,PRO} = 99\% \times \hat{D}_{m,t=2033}^{URB,AA} \times d_{m,t=2020}^{TOT,PRO} \quad (14)$$

$$\hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,PRO} = 87,1\% \times \hat{D}_{m,t=2033}^{RUR,AA} \times d_{m,t=2020}^{TOT,PRO} \quad (15)$$

Onde:

$d_{m,t=2020}^{URB,DIS}$  corresponde à densidade do subsistema de distribuição de água do município  $m$  em  $t = 2020$ , em m/habitante;

$d_{m,t=2020}^{TOT,PRO}$  corresponde à densidade do subsistema de produção de água do município  $m$  em  $t = 2020$ , em m<sup>3</sup>/habitante/ano;

$AG001_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG001 – População Total Atendida com Abastecimento de Água do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ ;

$AG005_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG005 – Extensão da Rede de Água do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ , em km;

$AG010_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG010 – Volume de Água Consumido do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ , em 1.000 m<sup>3</sup>/ano;

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,DIS}$  corresponde à demanda urbana estimada por distribuição de água do município  $m$  em  $t = 2033$ , em m;

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,PRO}$  corresponde à demanda urbana estimada por produção de água do município  $m$  em  $t = 2033$ , em m<sup>3</sup>/ano; e

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,PRO}$  corresponde à demanda rural estimada por produção de água do município  $m$  em  $t = 2033$ , em m<sup>3</sup>/ano.

## Esgotamento Sanitário

$$d_{m,t=2020}^{URB,COL} = \frac{ES004_{m,t=2020} \times 1.000}{ES001_{m,t=2020}} \quad (16)$$

$$d_{m,t=2020}^{TOT,TRA} = 80\% \times d_{m,t=2020}^{TOT,PRO} \quad (17)$$

$$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,COL} = 90\% \times \hat{D}_{m,t=2033}^{URB,ES} \times d_{m,t=2020}^{URB,DIS} \quad (18)$$

$$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,TRA} = 90\% \times \hat{D}_{m,t=2033}^{URB,ES} \times d_{m,t=2020}^{TOT,TRA} \quad (19)$$

$$\hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,TRA} = 69\% \times \hat{D}_{m,t=2033}^{RUR,ES} \times d_{m,t=2020}^{TOT,TRA} \quad (20)$$

Onde:

$d_{m,t=2020}^{URB,COL}$  corresponde à densidade do subsistema de coleta de esgoto do município  $m$  em  $t = 2020$ , em m/habitante;

$d_{m,t=2020}^{TOT,TRA}$  corresponde à densidade do subsistema de tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2020$ , em m<sup>3</sup>/habitante/ano;

$ES001_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES001 – População Total Atendida com Esgotamento Sanitário do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$

$ES004_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES004 – Extensão da Rede de Esgoto do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ , em km;

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,COL}$  corresponde à demanda urbana estimada por coleta de esgoto do município  $m$  em  $t = 2033$ , em m;

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,TRA}$  corresponde à demanda urbana estimada por tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m^3$ /ano; e

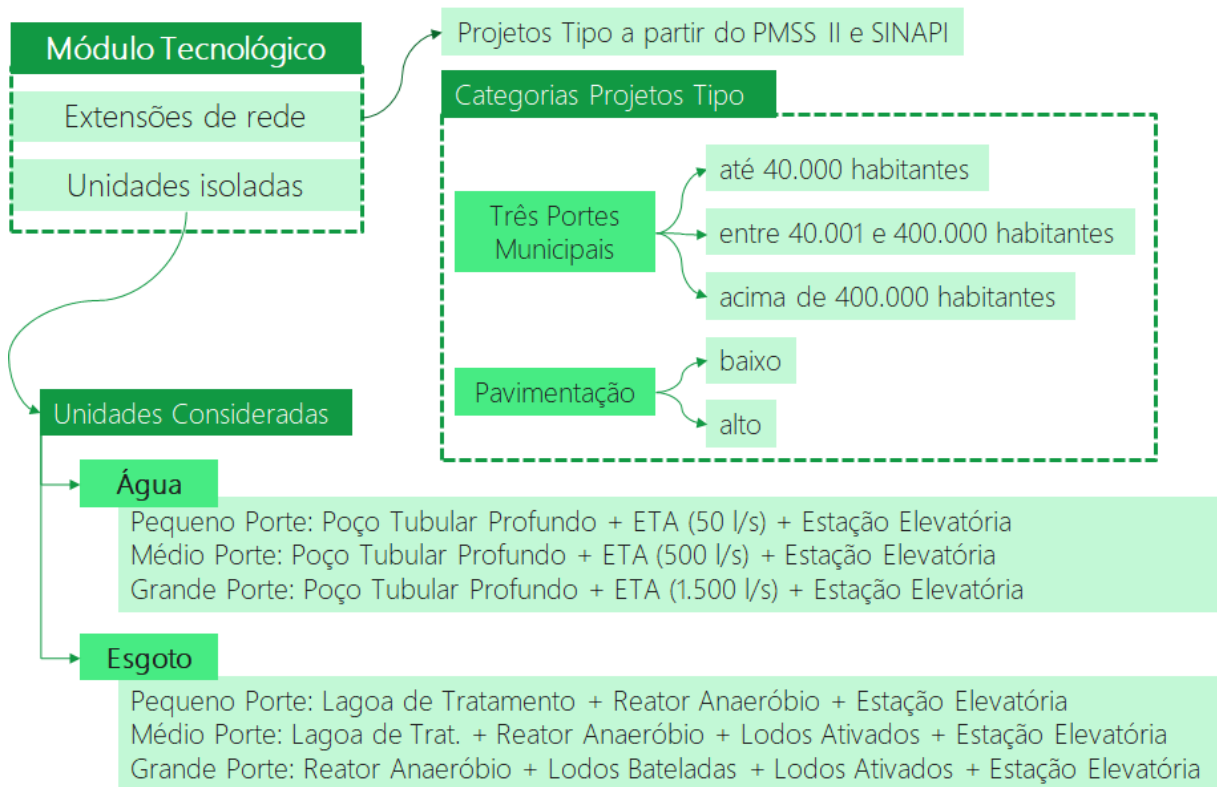
$\hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,TRA}$  corresponde à demanda rural estimada por tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m^3$ /ano.

## 2.2. Módulo Tecnológico

Com as demandas discriminadas por município, localidade, sistema e subsistema, torna-se necessário calcular preços unitários para cada uma delas. No Módulo Tecnológico, como o próprio nome sugere, é fornecida a tecnologia de produção de cada um dos quatro subsistemas. Os projetos tipo foram adaptados a partir da segunda etapa do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS II) de 2003, substituindo-se a terminologia utilizada à época, baseada na Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), pela nomenclatura mais generalista do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI) da Caixa Econômica Federal.

É importante ressaltar que todos os projetos tipo, bem como as composições das unidades isoladas serão compartilhados juntamente a este documento em formato de planilhas do Microsoft Excel para eventual conferência ou posterior aperfeiçoamento.

A Figura 3, apresentada a seguir, exhibe um diagrama esquemático das etapas que constituem o módulo tecnológico, as quais são detalhadas na sequência.



**Figura 3: Diagrama esquemático das etapas que integram o módulo tecnológico.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### 2.2.1. Extensões de Rede

É importante lembrar também que, pela forma como as densidades foram calculadas no Módulo Demográfico, os subsistemas de rede englobam, o total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras de água tratada, sub adutoras e redes distribuidoras, e o total da malha de coleta de esgoto, incluindo redes de coleta, coletores tronco e interceptores. Nesta etapa, os projetos tipo estão subdivididos em seis categorias distintas: três portes municipais (até 40.000 habitantes, entre 40.001 e 400.000 habitantes, e acima de 400.000 habitantes) e duas classes de pavimentação (de baixo e de alto custo).

Como o SINAPI possui preços de insumos e composições (serviços) a nível estadual, esta etapa produz ao todo  $6 \times 27 = 162$  possibilidades de preços distintos, em R\$/m, para cada um dos dois subsistemas. Então, os preços não estarão discriminados



por município, mas sim nessas 162 categorias distintas. A alocação do município nos portes populacionais é trivial, na medida em que basta observar sua população total em 2033. Já para a alocação entre as duas classes de pavimentação, foi escolhido o seguinte critério: caso a população urbana do município seja superior à rural em 2033, ele empregará materiais de alto custo, e vice-versa.

Cabe destacar que neste modelo não foram considerados no subsistema de distribuição de água as seguintes estruturas: ligações, hidrômetros, estações elevatórias de água tratada e reservatórios de água.

### 2.2.2. Unidades Isoladas

No caso dos subsistemas de produção de água e de tratamento de esgoto, em linha com o que era feito no PMSS II, calcula-se primeiro o custo das unidades isoladas. Isto é, trata-se do custo de estruturas inteiras, como estações de tratamento, estações elevatórias, poços artesianos, lagoas de tratamento, entre outras. Uma vez calculados esses valores, são feitas composições de parcelas dessas unidades para municípios de portes pequeno, médio e grande, tal qual no caso anterior. A principal diferença é que esse grupo de estrutura engloba as soluções individuais rurais: poço artesiano e fossa séptica para os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, respectivamente.

Além disso, não foi incluído no subsistema de produção de água o custo da estrutura de adução de água bruta, embora uma seja parcela do investimento. A principal diferença com relação à extensão de rede é que não há a divisão entre os tipos de pavimentação. Assim, esta etapa produz ao todo  $3 \times 27 = 81$  possibilidades de preços distintos, em R\$/m<sup>3</sup>/ano, para cada um dos dois subsistemas. Abaixo, são listadas todas as unidades isoladas do PMSS II utilizadas nesta etapa.

### *Produção de Água*

- Estação de Tratamento de Água –  $Q = 50$  l/s
- Estação de Tratamento de Água –  $Q = 200$  l/s
- Poço Tubular Profundo de 250m –  $Q = 40$  l/s
- Estação Elevatória de Água –  $Q = 120$  l/s
- Estação Elevatória de Água –  $Q = 200$  l/s

### *Tratamento de Esgoto*

- Lagoa de Tratamento de Esgoto –  $Q = 125$  l/s
- Reator Anaeróbio de Esgoto –  $Q = 180$  l/s
- Estação Elevatória de Esgoto –  $Q = 85$  l/s
- Lodos Ativados por Batelada –  $Q = 400$  l/s
- Tanque Séptico e Filtro Anaeróbico –  $Q = 500$ l/dia

### *Captação de Água*

Finalmente, uma última hipótese do PMSS II diz respeito aos diferentes modos de captação de água. É importante notar que, embora o poço artesiano esteja presente na composição dos municípios dos três portes (pequeno, médio e grande), isso não significa que toda a água captada seja de manancial subterrâneo. Somente uma parcela minoritária é obtida dessa forma, sendo a grande maioria captada de manancial superficial. O PMSS II possuía hipóteses de distribuição entre esses dois diferentes modos por estado, como é utilizado neste modelo e representado abaixo na Tabela 1:

Tabela 1: Percentuais de Mananciais Superficiais e Poços Subterrâneos por Estado.

Estado	Captação Superficial	Captação Subterrânea
AC	92%	8%
AL	59%	41%
AP	100%	0%
AM	82%	18%
BA	91%	9%
CE	74%	26%
DF	90%	10%
ES	93%	7%
GO	97%	3%
MA	78%	22%
MT	85%	15%
MS	45%	55%
MG	91%	9%
PA	74%	26%
PB	94%	6%
PR	80%	20%
PE	54%	46%
PI	99%	1%
RJ	83%	17%
RN	48%	52%
RS	90%	10%
RO	100%	0%
RR	50%	50%
SC	94%	6%
SP	89%	11%
SE	89%	11%
TO	66%	14%

Fonte: PMSS II & SINAPI (Dez./2021). Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### 2.3. Módulo Orçamentário

Com o Módulo Tecnológico pronto, resta calcular seus preços unitários e multiplicá-los pelas demandas calculadas no Módulo Demográfico, obtendo-se as necessidades de investimentos em expansão. Como a nomenclatura dos projetos tipo

baseia-se no SINAPI, responsável justamente por mapear os custos e índices da construção civil, em particular de investimentos em infraestrutura, saneamento e mobilidade, é natural utilizar os preços oriundos desse sistema para calcular os custos dos projetos tipo.

Atendendo ao disposto no Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013 (“Decreto 7.983/2013”), e na Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016 (“Lei 13.303/2016”), a Caixa Econômica Federal (“Caixa”) publica mensalmente os relatórios e planilhas contendo referências de preços de insumos e custos de composições de serviços do SINAPI, sendo eles desagregados por estado e por natureza dos encargos sociais (desonerado e não desonerado). O Decreto 7.983/2013 também estabelece as atribuições da Caixa e do IBGE na gestão do sistema, sendo a primeira responsável por toda a base técnica de engenharia, pelo processamento dos dados e divulgação dos materiais, e o último, pela pesquisa de preços, pelo tratamento dos dados e pela formação dos índices.

Para fins deste estudo, foram considerados somente preços não desonerados, uma vez que não é factível do ponto de vista de modelagem mapear quais as incidências tributárias de cada um dos itens do SINAPI em cada estado, e avaliar isso ao longo do tempo, ainda que de forma estimada. Por outro lado, ao se considerar a totalidade da base desonerada, muito provavelmente o modelo subestimaria os preços unitários. Nesse ínterim, como dito acima, a base é atualizada mensalmente, donde surge uma necessidade de se atualizar esses dados dentro do modelo com relativa frequência. Por esse motivo, foi desenvolvido um código em linguagem R cuja principal função é realizar a raspagem *web*<sup>2</sup> da versão mais recente do SINAPI do sítio eletrônico da Caixa.

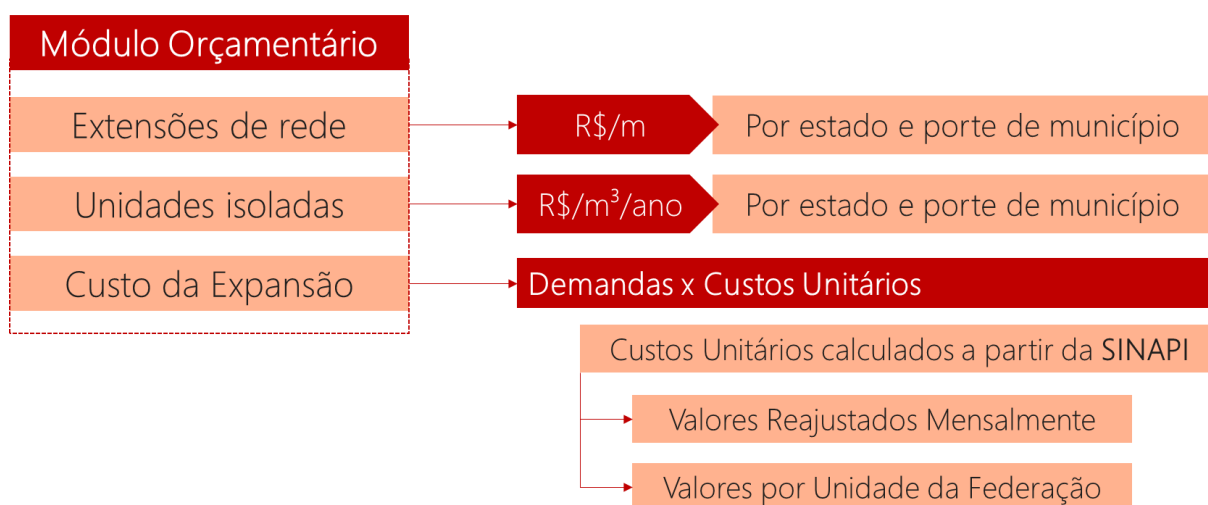
Para fins deste estudo, são considerados os valores do SINAPI de dezembro de 2021, por ser o valor final do ano mais recente do qual se tem informação. Por fim,

---

<sup>2</sup> Trata-se de uma forma de mineração de dados que permite sua extração de sítios eletrônicos, convertendo-os em informação estruturada, frequentemente em forma de tabela, para posterior análise.

convenciona-se utilizar a notação  $P_{m^*,t=2021}^{MEI,SUB}$  para designar os preços unitários, onde *MEI* corresponde ao meio (urbano ou rural), *SUB* corresponde ao subsistema, *m\** corresponde ao produto cartesiano entre porte populacional e estado (donde \* serve para diferenciá-lo do *m* de município), e *t* = 2021 corresponde ao ano de 2021.

A Figura 4, a seguir, exhibe o diagrama esquemático das etapas que constituem o módulo orçamentário, as quais são apresentadas em mais detalhes na sequência.



**Figura 4: Diagrama esquemático das etapas que integram o módulo orçamentário.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

A seguir são apresentados os preços unitários, calculados a partir da metodologia descrita, para cada componente dos sistemas.

### 2.3.1. Extensões de Rede

#### Distribuição de Água

Tabela 2: Preços Unitários da Extensão da Rede de Água (R\$/m).

Porte	Município Pequeno		Município Médio		Município Grande	
	Baixo Custo	Alto Custo	Baixo Custo	Alto Custo	Baixo Custo	Alto Custo
AC	180,64	223,35	310,84	362,31	421,93	453,84
AL	185,09	217,99	312,66	353,98	413,80	439,61
AP	182,23	214,75	310,15	351,04	410,40	437,47
AM	195,95	230,85	326,23	371,45	431,42	458,90
BA	204,75	243,43	335,52	385,00	442,20	472,93
CE	190,83	226,16	319,14	364,01	422,47	450,28
DF	196,75	234,20	325,63	373,60	428,82	460,68
ES	192,74	229,58	325,22	371,39	430,65	458,28
GO	199,75	236,61	329,13	376,21	433,10	463,24
MA	179,17	211,20	306,51	346,12	406,85	431,18
MT	183,83	216,04	311,68	352,36	412,27	437,69
MS	193,29	228,06	323,01	366,71	427,21	453,10
MG	200,60	238,79	331,54	378,29	436,39	465,55
PA	194,27	228,78	323,75	367,95	427,44	454,82
PB	185,05	218,01	312,88	354,47	414,27	440,05
PR	201,37	236,88	329,85	376,10	434,04	462,13
PE	199,18	236,32	329,10	376,81	435,49	463,99
PI	182,22	215,13	310,69	352,18	413,39	438,50
RJ	210,17	249,80	342,44	393,60	451,59	481,35
RN	191,08	225,34	319,89	363,60	423,99	450,01
RS	194,47	230,66	332,33	377,82	448,36	474,72
RO	193,85	228,58	323,60	368,48	427,25	455,18
RR	186,78	218,60	316,17	356,62	418,37	443,51
SC	199,35	234,61	328,79	374,33	432,51	460,67
SP	201,73	237,87	331,52	378,67	437,00	465,02
SE	187,01	222,47	315,48	360,32	418,47	447,05
TO	187,64	220,43	315,33	356,43	415,67	442,11

Fonte: PMSS II & SINAPI (Dez./2021). Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

## Coleta de Esgoto

Tabela 3: Preços Unitários da Extensão da Rede de Esgoto (R\$/m).

Porte	Município Pequeno		Município Médio		Município Grande	
	Baixo Custo	Alto Custo	Baixo Custo	Alto Custo	Baixo Custo	Alto Custo
AC	376,57	503,89	458,81	602,47	510,46	649,29
AL	366,78	471,54	435,89	555,74	479,40	596,06
AP	370,74	469,63	443,35	557,42	491,07	601,83
AM	395,09	510,65	470,70	604,85	520,45	651,51
BA	407,46	537,81	484,96	633,92	535,07	680,62
CE	379,60	492,17	453,51	582,86	501,73	627,92
DF	389,29	506,56	464,62	599,17	512,88	643,47
ES	385,07	500,23	460,22	589,48	507,48	632,61
GO	388,37	503,90	459,02	591,66	501,51	630,28
MA	372,25	480,91	447,03	569,41	498,66	618,17
MT	372,04	473,50	445,15	561,52	493,91	607,11
MS	386,62	505,22	463,18	598,17	514,83	646,85
MG	354,22	482,78	427,98	569,96	476,00	613,90
PA	387,74	500,73	462,52	592,24	511,06	637,52
PB	371,24	474,97	444,18	562,90	491,77	607,14
PR	342,96	466,78	405,37	546,17	443,13	580,79
PE	393,21	512,67	469,71	608,19	519,43	654,73
PI	376,88	486,24	450,44	576,21	499,14	622,03
RJ	401,03	534,75	478,11	630,89	526,86	676,19
RN	382,48	493,20	456,47	584,14	504,48	629,04
RS	384,05	497,62	461,37	591,30	511,73	637,94
RO	382,99	492,66	454,82	582,63	500,68	625,44
RR	382,78	489,20	456,12	579,21	505,57	626,15
SC	389,12	505,30	460,01	593,29	504,10	633,89
SP	397,08	518,35	472,39	611,16	521,53	657,11
SE	379,97	493,29	453,88	583,62	501,72	628,05
TO	373,95	478,19	446,20	564,96	493,62	609,02

Fonte: PMSS II & SINAPI (Dez./2021). Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

## 2.3.2. Unidades Isoladas

### Produção de Água

Tabela 4: Preços Unitários do Volume de Água Produzido (R\$/m<sup>3</sup>/ano).

Porte	Município Pequeno	Município Médio	Município Grande	Localização Rural
AC	0,96	2,62	1,76	0,69
AL	0,80	1,87	1,35	0,66
AP	0,94	2,64	1,75	0,67
AM	0,89	2,36	1,62	0,66
BA	0,86	2,45	1,65	0,75
CE	0,82	2,08	1,45	0,68
DF	0,89	2,45	1,65	0,69
ES	0,85	2,51	1,69	0,73
GO	0,82	2,33	1,56	0,69
MA	0,77	1,93	1,34	0,65
MT	0,80	2,29	1,56	0,66
MS	0,79	1,58	1,20	0,67
MG	0,81	2,26	1,53	0,69
PA	0,87	2,09	1,46	0,72
PB	0,79	2,31	1,56	0,66
PR	0,84	2,10	1,46	0,67
PE	0,83	1,79	1,32	0,71
PI	0,87	2,41	1,61	0,65
RJ	0,86	2,38	1,63	0,67
RN	0,81	1,55	1,17	0,67
RS	0,84	2,31	1,57	0,66
RO	0,88	2,72	1,81	0,67
RR	0,86	1,85	1,36	0,65
SC	0,89	2,49	1,67	0,71
SP	0,83	2,28	1,55	0,66
SE	0,81	2,34	1,58	0,68
TO	0,81	1,83	1,31	0,65

Fonte: PMSS II & SINAPI (Dez./2021). Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).



## Tratamento de Esgoto

Tabela 5: Preços Unitários do Volume de Esgoto Tratado (R\$/m<sup>3</sup>/ano).

Porte	Município Pequeno	Município Médio	Município Grande	Localização Rural
AC	3,94	6,13	8,32	3,99
AL	3,09	5,53	7,97	3,42
AP	3,34	5,51	7,69	3,93
AM	3,81	6,14	8,48	3,90
BA	3,72	6,04	8,36	3,63
CE	3,34	5,60	7,86	3,47
DF	3,35	5,74	8,14	3,87
ES	3,51	5,89	8,27	3,57
GO	3,46	5,55	7,64	3,58
MA	3,22	5,19	7,16	3,40
MT	3,22	5,51	7,80	3,64
MS	3,45	5,76	8,07	3,70
MG	3,36	5,48	7,59	3,55
PA	3,54	5,65	7,76	3,79
PB	3,20	5,38	7,56	3,31
PR	3,49	5,67	7,86	3,89
PE	3,64	6,05	8,46	3,58
PI	3,46	5,49	7,53	3,63
RJ	3,92	6,45	8,97	4,27
RN	3,58	5,47	7,35	3,33
RS	3,62	5,64	7,66	3,77
RO	3,60	5,96	8,32	3,89
RR	3,74	6,22	8,69	4,00
SC	3,51	5,76	8,01	4,45
SP	3,68	5,89	8,10	3,99
SE	3,22	5,56	7,90	3,30
TO	3,09	5,18	7,26	3,51

Fonte: PMSS II & SINAPI (Dez./2021). Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2019).

### 2.3.3. Custo da Expansão

Finalmente, com os preços unitários todos calculados, basta multiplicá-los pelas demandas obtidas no Módulo Demográfico para obter os investimentos em expansão.

#### Abastecimento de Água

Neste caso, há ainda mais uma hipótese relevante a ser explicitada que trata sobre perdas de água. Segundo dados do SNIS 2020, o sistema brasileiro desperdiça, em média, 40% da água distribuída. Evidentemente que esse valor varia muito entre os municípios, o que poderia fazer variar tais perdas considerando o peso que desempenharam na demanda por universalização em 2033.

No entanto, convencionou-se padronizar as perdas de água em 25% para todos os municípios, nos moldes das metas estabelecidas pela Portaria nº 490, de 22 de março de 2021 ("Portaria 490/2021"), do MDR. A lógica subjacente a essa hipótese reside no fato que conforme os investimentos em expansão e reposição vão sendo desembolsados, substitui-se uma rede obsoleta e intensiva em perdas por uma com tecnologias mais modernas.

Por esse motivo, todos os custos de expansão do volume de água produzido para atender às demandas de 2033 foram multiplicados por um fator de  $\frac{4}{3}$ , ou elevados em cerca de 33,3%, uma vez que assume-se que 25% do volume produzido é perdido na distribuição:  $\frac{4}{3} \times (100\% - 25\%) = \frac{4}{3} \times 75\% = 100\%$ . Assim, todos os investimentos em expansão do sistema de abastecimento de água são dados pelas equações (21) a (23).

$$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,DIS} = \hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,DIS} \times P_{m^*,t=2021}^{URB,DIS} \quad (21)$$

$$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,PRO} = \frac{4}{3} \times \hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,PRO} \times P_{m^*,t=2021}^{URB,PRO} \quad (22)$$

$$\hat{I}_{m,i=EXP}^{RUR,PRO} = \hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,PRO} \times P_{m^*,t=2021}^{RUR,PRO} \quad (23)$$

Onde:

$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,DIS}$  corresponde à estimativa dos investimentos em expansão urbana do subsistema de distribuição de água do município  $m$ , em R\$;

$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,PRO}$  corresponde à estimativa dos investimentos em expansão urbana do subsistema de produção de água do município  $m$ , em R\$;

$\hat{I}_{m,i=EXP}^{RUR,PRO}$  corresponde à estimativa dos investimentos em expansão rural do subsistema de produção de água do município  $m$ , em R\$.

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,DIS}$  corresponde à demanda urbana estimada por distribuição de água do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m$ ;

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,PRO}$  corresponde à demanda urbana estimada por produção de água do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m^3$ /ano; e

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,PRO}$  corresponde à demanda rural estimada por produção de água do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m^3$ /ano.

### Esgotamento Sanitário

Diferentemente do caso anterior, o sistema de esgotamento sanitário prescinde de hipótese adicional, e seus investimentos em expansão podem ser calculados de maneira mais simples, através das equações

$$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,COL} = \hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,COL} \times P_{m^*,t=2021}^{URB,COL} \quad (24)$$

$$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,TRA} = \hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,TRA} \times P_{m^*,t=2021}^{URB,TRA} \quad (25)$$

$$\hat{I}_{m,i=EXP}^{RUR,TRA} = \hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,TRA} \times P_{m^*,t=2021}^{RUR,TRA} \quad (26)$$

Onde:

$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,COL}$  corresponde à estimativa dos investimentos em expansão urbana do subsistema de distribuição de água do município  $m$ , em R\$;

$\hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,TRA}$  corresponde à estimativa dos investimentos em expansão urbana do subsistema de produção de água do município  $m$ , em R\$;

$\hat{I}_{m,i=EXP}^{RUR,TRA}$  corresponde à estimativa dos investimentos em expansão rural do subsistema de produção de água do município  $m$ , em R\$.

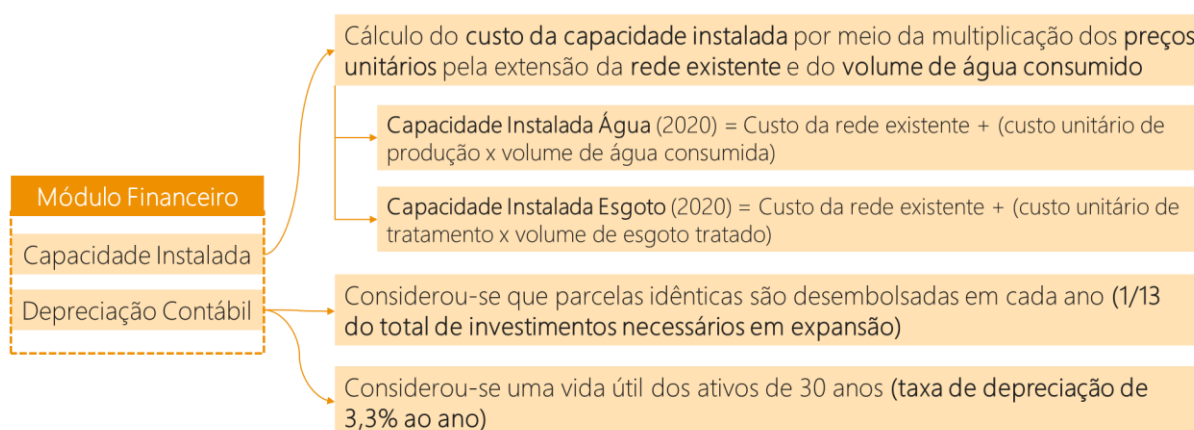
$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,COL}$  corresponde à demanda urbana estimada por coleta de esgoto do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m$ ;

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{URB,TRA}$  corresponde à demanda urbana estimada por tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m^3$ /ano; e

$\hat{Q}_{m,t=2033}^{RUR,TRA}$  corresponde à demanda rural estimada por tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2033$ , em  $m^3$ /ano.

## 2.4. Módulo Financeiro

Finalmente, o quarto e último módulo da estrutura integrada é responsável por calcular os investimentos associados à recomposição dos ativos já existentes, bem como das novas estruturas que serão introduzidas no período de 13 anos entre 2021 e 2033. O primeiro passo nesse sentido envolve estimar o custo da capacidade instalada, conforme ilustra o diagrama esquemático das etapas que integram o módulo financeiro apresentado na Figura 5.



**Figura 5: Diagrama esquemático das etapas que integram o módulo financeiro.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### 2.4.1. Capacidade Instalada

Para calcular esse montante, são utilizados os mesmos preços unitários resultantes da concatenação entre o Módulo Tecnológico e o Módulo Orçamentário. A diferença aqui, contudo, é que ao invés de multiplicá-los pela demanda, eles são multiplicados pelas informações da rede existente.

### Abastecimento de Água

$$\hat{R}_{m,t=2020}^{URB,DIS} = AG005_{m,t=2020} \times 1.000 \times P_{m^*,t=2021}^{URB,DIS} \quad (27)$$

$$\hat{R}_{m,t=2020}^{URB,PRO} = \frac{AG026_{m,t=2020}}{AG001_{m,t=2020}} \times AG006_{m,t=2020} \times 1.000 \times P_{m^*,t=2021}^{URB,PRO} \quad (28)$$

$$\hat{K}_{m,t=2020}^{RUR,PRO} = \left(1 - \frac{AG026_{m,t=2020}}{AG001_{m,t=2020}}\right) \times AG006_{m,t=2020} \times 1.000 \times P_{m^*,t=2021}^{RUR,PRO} \quad (29)$$

Onde:

$\hat{K}_{m,t=2020}^{URB,DIS}$  corresponde à capacidade instalada estimada urbana do subsistema de distribuição de água do município  $m$  em  $t = 2020$ , em R\$;

$\hat{K}_{m,t=2020}^{URB,PRO}$  corresponde à capacidade instalada estimada urbana do subsistema de produção de água do município  $m$  em  $t = 2020$ , em R\$;

$\hat{K}_{m,t=2020}^{RUR,PRO}$  corresponde à capacidade instalada estimada rural do subsistema de produção de água do município  $m$  em  $t = 2020$ , em R\$;

$AG006_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG006 – volume de Água Produzido do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ , em 1.000 m<sup>3</sup>/ano;

$AG001_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG001 – População Total Atendida com Abastecimento de Água do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ ; e

$AG026_{m,t=2020}$  corresponde à informação AG026 – População Urbana Atendida com Abastecimento de Água do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ .

### Esgotamento Sanitário

$$\hat{K}_{m,t=2020}^{URB,COL} = ES004_{m,t=2020} \times 1.000 \times P_{m^*,t=2021}^{URB,COL} \quad (30)$$

$$\hat{K}_{m,t=2020}^{URB,TRA} = \frac{ES026_{m,t=2020}}{ES001_{m,t=2020}} \times ES006_{m,t=2020} \times 1.000 \times P_{m^*,t=2021}^{URB,TRA} \quad (31)$$

$$\hat{K}_{m,t=2020}^{RUR,TRA} = \left(1 - \frac{ES026_{m,t=2020}}{ES001_{m,t=2020}}\right) \times ES006_{m,t=2020} \times 1.000 \times P_{m^*,t=2021}^{RUR,TRA} \quad (32)$$

Onde:

$\hat{K}_{m,t=2020}^{URB,COL}$  corresponde à capacidade instalada estimada urbana do subsistema de coleta de esgoto do município  $m$  em  $t = 2020$ , em R\$;

$\hat{K}_{m,t=2020}^{URB,TRA}$  corresponde à capacidade instalada estimada urbana do subsistema de tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2020$ , em R\$;

$\hat{K}_{m,t=2020}^{RUR,TRA}$  corresponde à capacidade instalada estimada rural do subsistema de tratamento de esgoto do município  $m$  em  $t = 2020$ , em R\$;

$ES006_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES006 – Volume de Esgoto Tratado do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ , em 1.000 m<sup>3</sup>/ano;

$ES001_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES001 – População Total Atendida com Esgotamento Sanitário do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ ; e

$ES026_{m,t=2020}$  corresponde à informação ES026 – População Urbana Atendida com Esgotamento Sanitário do SNIS do município  $m$  em  $t = 2020$ .

### 2.4.2. Depreciação Contábil

Finalmente, com os valores das capacidades instaladas estimados, resta somente calcular a depreciação que incide sobre esses ativos. Para isso, duas hipóteses foram adotadas. Primeiro, considera-se que do total de investimentos em expansão a serem realizados entre 2021 e 2033, parcelas idênticas são desembolsadas em cada ano, isto é, 1/13 do total de cada município anualmente. Segundo, considera-se uma vida útil dos ativos de 30 anos, ou seja, uma taxa de depreciação de aproximadamente 3,3% ao ano.

O Atlas Águas<sup>3</sup> da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) considera uma taxa de reposição da infraestrutura da ordem de 2% ao ano, ou, em outras palavras, uma vida útil da capacidade instalada de 50 anos. A diferença entre a depreciação mais agressiva utilizada neste modelo e aquela empregada pela agência reguladora pode ser justificada a partir das tecnologias de redução de perdas de água e de extravasamento de esgotos.

Como o Módulo Tecnológico não possui núcleos de custo específico para esses investimentos, e, ao mesmo tempo, considera-se no Módulo Orçamentário que todos os municípios atenderão, em 2033, às metas estabelecidas pela Portaria nº 490/2021 de 25% de perdas de água, justifica-se o cumprimento da legislação a partir de uma maior taxa de reposição de ativos neste Módulo Financeiro.

<sup>3</sup> Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano. – Brasília : ANA, 2021

## Abastecimento de Água

$$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,DIS} = \sum_{t=2022}^{2033} \left[ \frac{1}{30} \times \left( \hat{K}_{m,t=2020}^{URB,DIS} + \frac{t-2021}{13} \times \hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,DIS} \right) \right] \quad (33)$$

$$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,PRO} = \sum_{t=2022}^{2033} \left[ \frac{1}{30} \times \left( \hat{K}_{m,t=2020}^{URB,PRO} + \frac{t-2021}{13} \times \hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,PRO} \right) \right] \quad (34)$$

$$\hat{I}_{m,i=REP}^{RUR,PRO} = \sum_{t=2022}^{2033} \left[ \frac{1}{30} \times \left( \hat{K}_{m,t=2020}^{RUR,PRO} + \frac{t-2021}{13} \times \hat{I}_{m,i=EXP}^{RUR,PRO} \right) \right] \quad (35)$$

Onde:

$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,DIS}$  corresponde à estimativa dos investimentos em reposição urbana do subsistema de distribuição de água do município  $m$ , em R\$;

$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,PRO}$  corresponde à estimativa dos investimentos em reposição urbana do subsistema de produção de água do município  $m$ , em R\$; e

$\hat{I}_{m,i=REP}^{RUR,PRO}$  corresponde à estimativa dos investimentos em reposição rural do subsistema de produção de água do município  $m$ , em R\$.

## Esgotamento Sanitário

$$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,COL} = \sum_{t=2022}^{2033} \left[ \frac{1}{30} \times \left( \hat{K}_{m,t=2020}^{URB,COL} + \frac{t-2021}{13} \times \hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,COL} \right) \right] \quad (36)$$

$$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,TRA} = \sum_{t=2022}^{2033} \left[ \frac{1}{30} \times \left( \hat{K}_{m,t=2020}^{URB,TRA} + \frac{t-2021}{13} \times \hat{I}_{m,i=EXP}^{URB,TRA} \right) \right] \quad (37)$$

$$\hat{I}_{m,i=REP}^{RUR,TRA} = \sum_{t=2022}^{2033} \left[ \frac{1}{30} \times \left( \hat{K}_{m,t=2020}^{RUR,TRA} + \frac{t-2021}{13} \times \hat{I}_{m,i=EXP}^{RUR,TRA} \right) \right] \quad (38)$$

Onde:

$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,COL}$  corresponde à estimativa dos investimentos em reposição urbana do subsistema de coleta de esgoto do município  $m$ , em R\$;

$\hat{I}_{m,i=REP}^{URB,TRA}$  corresponde à estimativa dos investimentos em reposição urbana do subsistema de tratamento de esgoto do município  $m$ , em R\$; e

$\hat{I}_{m,i=REP}^{RUR,TRA}$  corresponde à estimativa dos investimentos em reposição rural do subsistema de tratamento de esgoto, em R\$.

### 3. RESULTADOS

A seguir, são apresentados os principais resultados do modelo, aos níveis nacional e macrorregional. No caso do abastecimento de água, o custo para a universalização do acesso em 2033 é de, aproximadamente, R\$ 201 bilhões, como exibe a Tabela 6.

Tabela 6: Necessidades à Universalização do Acesso a Água (R\$ MM).

Subsistema	Expansão	Reposição	Total
Distribuição	60.572	123.402	183.974
Produção	4.830	11.497	16.327
Rural	707	362	1.069
Total	66.109	135.261	201.370

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Para o caso do esgotamento sanitário, a estimativa de investimentos necessários para a universalização do acesso em 2033 é de, aproximadamente, R\$ 310 bilhões, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Necessidades à Universalização do Acesso a Esgoto (R\$ MM).

Subsistema	Expansão	Reposição	Total
Coleta	153.072	115.366	268.438
Tratamento	20.389	17.066	37.455
Rural	3.042	750	3.792
Total	176.503	133.182	309.685

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Analisando com mais detalhes os dados das tabelas anteriores, é possível notar os maiores gargalos no acesso ao saneamento básico no Brasil. Em ambos os casos, a maior parte do investimento deve ser feita no subsistema que envolve a rede de em si, isto é, na distribuição de água e na coleta de esgoto. Ambos respondem por cerca de 90% dos custos de expansão visando à universalização do acesso. Esse dado evidencia

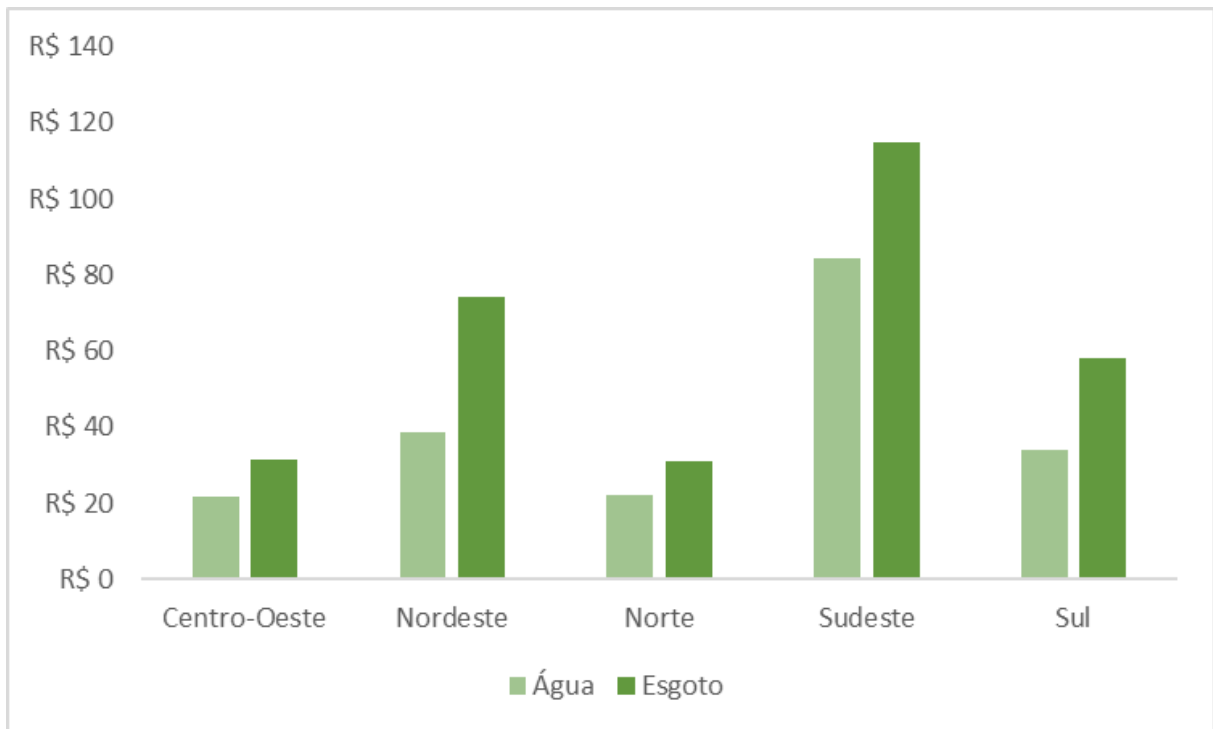


que uma parte substancial das políticas públicas deve ser voltada especificamente aos subsistemas responsáveis por conectar a população às redes de água e de esgoto.

Além disso, pode-se observar que os estágios em que cada um dos sistemas de atendimento se encontram são bem distintos. Apesar da necessidade de grandes investimentos para atingir a universalização, é nítido que o abastecimento de água se encontra muito mais próximo da universalização do que o esgotamento sanitário. Tanto é assim, que quase dois terços do investimento necessário para garantir o acesso a 99% das populações urbanas em 2033 deve ser feito na parte de reposição. No caso do esgotamento sanitário, o investimento em reposição representa apenas 40% do total, aproximadamente. Essa discrepância decorre da diferença no valor da capacidade instalada atual de cada um dos sistemas.

A respeito do investimento em reposição, vale lembrar que o objetivo de universalizar o acesso ao saneamento básico não é estático. Ou seja, é necessário um fluxo contínuo de investimentos no setor para garantir que as redes existentes sigam funcionando adequadamente, e, além disso, atendam às novas demandas decorrentes do aumento populacional. Um fator importante que deve ser incorporado em qualquer análise que avalie resultados nacionais brasileiros é a desigualdade regional. Por suas proporções, o Brasil é um país extremamente heterogêneo, com diversas realidades distintas podendo ser observadas.

O acesso ao Saneamento Básico é um fenômeno que apresenta características e necessidades muito diferentes de acordo com cada macrorregião. Por isso, desagregar os resultados para observar dinâmicas macrorregionais é um exercício imprescindível para compreender o panorama do setor no país. Para apreciar essa questão, separam-se os resultados apresentados anteriormente em gráficos desagregados por macrorregião.



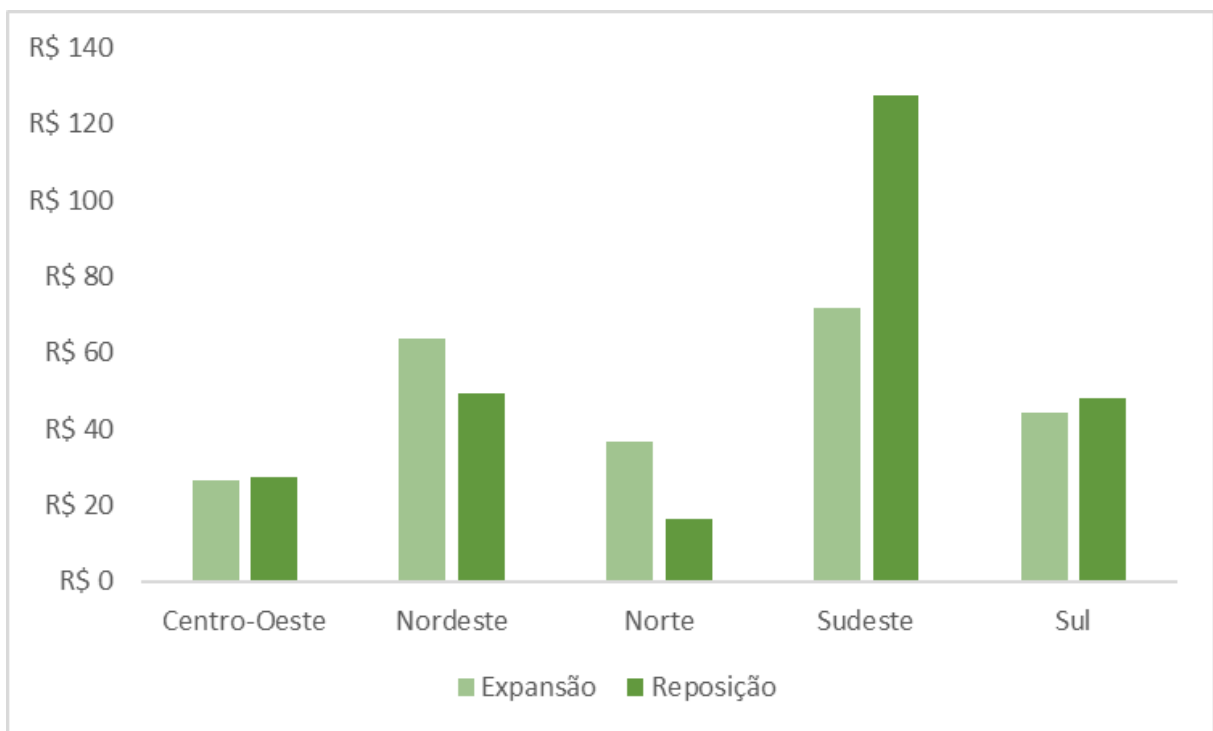
**Figura 6: Necessidade Total de Investimentos, por Macrorregião e Sistema (R\$ bilhões).**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Uma parte das diferenças sociais e demográficas brasileiras fica explícita na Figura 6: a necessidade de investimento no Sudeste é quase quatro vezes maior do que no Norte. Mas o perfil dessa necessidade precisa ser estudado mais a fundo, para avançar na compreensão da questão. Ao se observar a Figura 6 acima, por exemplo, nota-se que a necessidade de investimentos no sistema de abastecimento de água na região Nordeste é quase metade da necessidade de investimentos no sistema de esgotamento sanitário; em outras regiões, como Norte e Sudeste, essa relação é bem diferente, na casa de 70%.

Como visto anteriormente, a necessidade de investimento no sistema abastecimento de água é majoritariamente composta por custos de reposição, que cresce à medida que a capacidade instalada é maior. Isto é, uma necessidade de investimentos alta nesse sistema pode indicar que já há uma vasta rede de distribuição instalada na região.

Além disso, como explicado no Módulo Demográfico, a demanda por investimento depende do nível da população. Logo, uma necessidade de investimento relativamente baixa pode também estar refletindo apenas o nível populacional da região. Para abarcar melhor esses questionamentos, será feita uma divisão por macrorregião que diferencie o que é custo de expansão e o que é custo de reposição.



**Figura 7: Necessidade de Investimentos, por Macrorregião e Natureza do Investimento (R\$ bilhões).**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

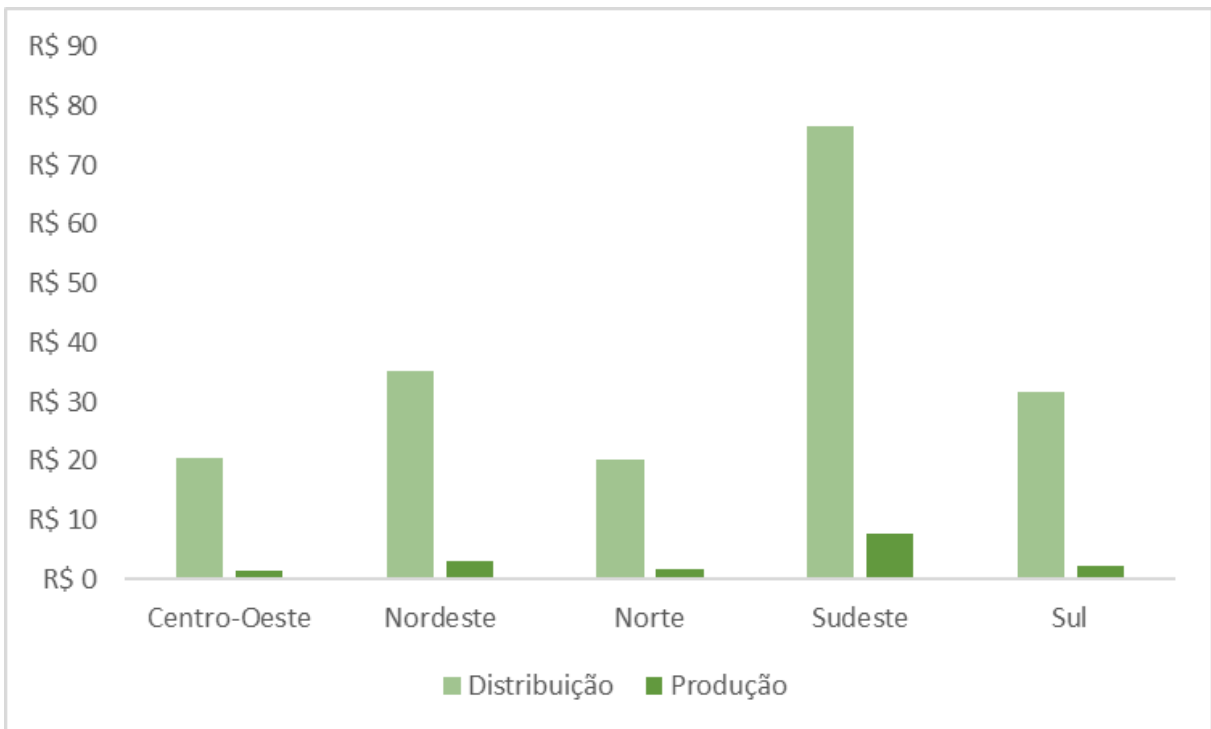
Agora sim, com essa nova desagregação, é possível perceber maiores nuances da desigualdade regional brasileira. Nota-se na Figura 7 que nas regiões Norte e Nordeste, a maior parte dos investimentos necessários devem ser focados na expansão da rede: na região Norte essa diferença é de mais do que o dobro. Já nas regiões Sul e Centro-Oeste, há um equilíbrio entre expansão e reposição da rede. Por fim, na região Sudeste, a necessidade de investimentos em reposição é substancialmente maior do que em expansão. Essa dinâmica explicita as grandes desigualdades regionais

brasileiras e a necessidade latente de fazer o sistema chegar à população nas regiões Norte e Nordeste.

Além disso, fica claro outra dinâmica oriunda das desigualdades do país: quase metade da necessidade de investimento em reposição no Brasil concentra-se na região Sudeste, deixando claro a elevada capacidade instalada (em comparação com o resto do país) na região.

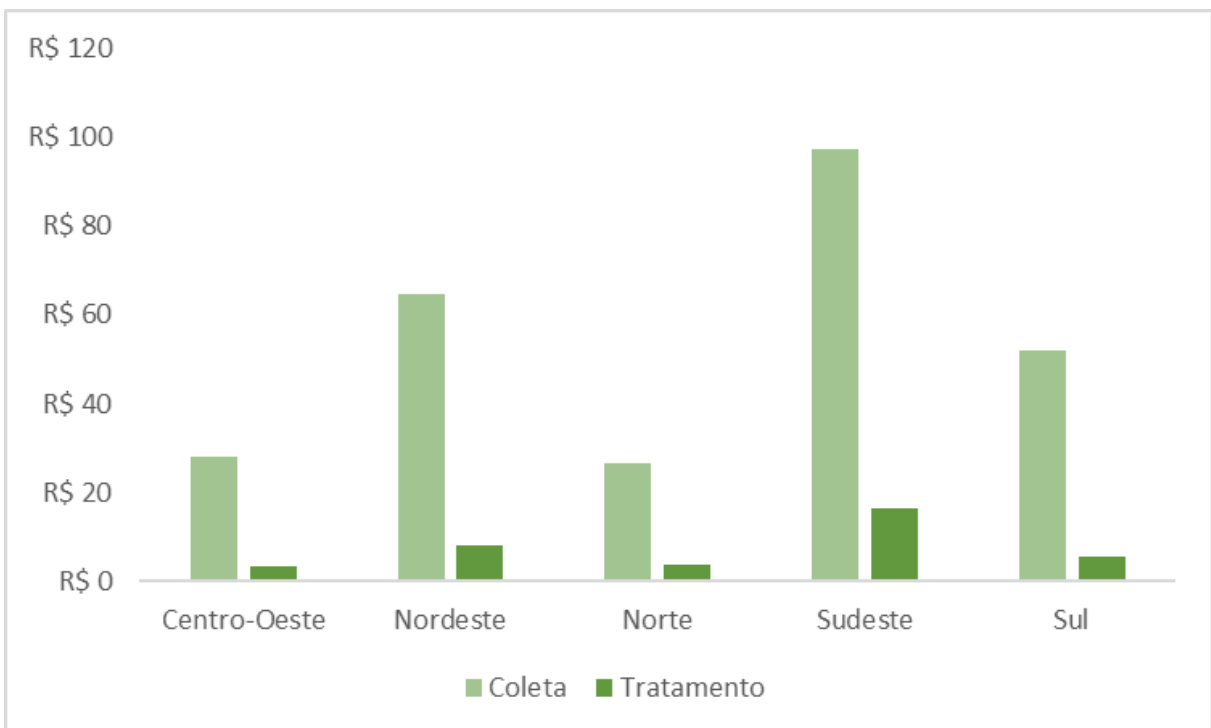
Ademais, pode-se perceber que a necessidade de investimento em expansão da rede de ambos os sistemas segue exatamente a ordem de população das macrorregiões. Isto é, as mais populosas são aquelas que demandam mais necessidade de investimento em expansão. Isso endossa a relação mencionada anteriormente entre necessidade de investimentos em expansão e nível populacional.

Por fim, o modelo construído permite observar mais uma dinâmica interessante dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Conforme pode-se observar na Tabela 6 e na Tabela 7, que a maior parte da necessidade de investimento estava nos subsistemas relacionados à rede. Essa relação se mantém a nível macrorregional, como pode ser visto nos gráficos a seguir.



**Figura 8: Necessidade de Investimentos, por Macrorregião e Subsistema de Abastecimento de Água (R\$ bilhões).**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

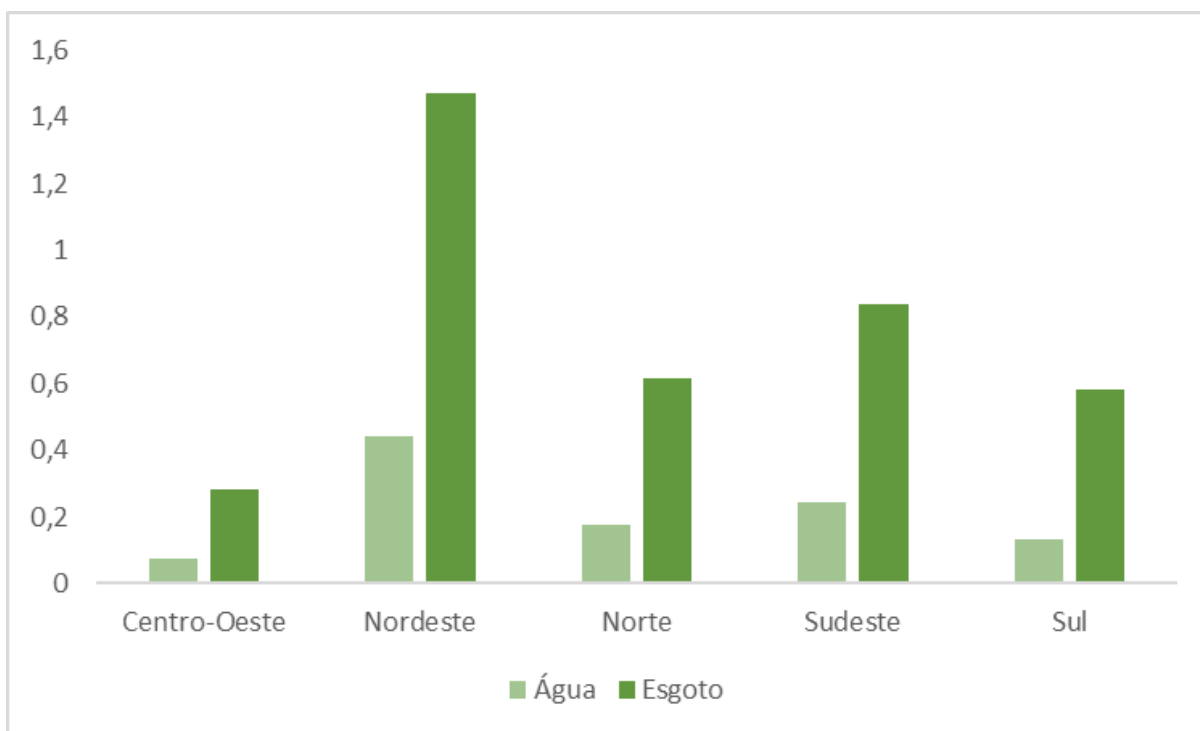


**Figura 9: Necessidade de Investimentos, por Macrorregião e Subsistema de Esgotamento Sanitário (R\$ bilhões).**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Essa dinâmica mostra que, independentemente da macrorregião, os maiores gargalos no acesso ao saneamento básico são os subsistemas relacionados à rede (já mencionados, distribuição de água e coleta de esgoto), que demandam a maior parte do investimento. Em suma, com base nesses resultados, é possível identificar como as desigualdades regionais e fatores demográficos influenciam a necessidade de investimentos, e mapear onde eles devem ser feitos. Assim, visando à universalização do acesso ao saneamento básico em 2033, um gasto mais eficiente dos recursos públicos tem potencial para gerar uma substancial melhora no bem-estar de toda a sociedade.

Por fim, é importante ressaltar a necessidade de investimentos para a população rural. Vale lembrar que, como descrito anteriormente, as soluções previstas para habitações rurais não são as mesmas previstas para habitações urbanas. Sendo assim, as ordens de grandeza dos valores devem ser comparadas com cuidado. Na Figura 10 está representada a necessidade de investimentos para a população rural por macrorregião.



**Figura 10: Necessidade de Investimentos em Soluções Rurais, por Macrorregião e Sistema (R\$ bilhões).**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Nota-se, a partir da Figura 10, que a dinâmica desse tipo de solução é diferente das anteriores, já que há uma concentração das necessidades de investimento na região Nordeste. Esse tipo de mudança é explicado pelo perfil demográfico de cada região, que pode ser mais ou menos intenso em habitações rurais. Além disso, observa-se uma forte predominância do sistema de Esgotamento Sanitário: quase 80% da necessidade de investimento para a universalização do acesso ao saneamento básico nas habitações rurais deve ser feito com foco no esgotamento sanitário.

## 4. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados encontram respaldo na literatura. Em estudo denominado “Quanto custa universalizar o saneamento no Brasil?”<sup>4</sup>, elaborado pela Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (ABCON SINDCON) em parceria com consultoria, também se avalia a necessidade de investimentos para universalizar o acesso ao saneamento básico até 2033. Embora tenha uma linha do tempo ligeiramente diferente, pois o estudo é de 2020, e os valores de referência, de 2018 (ou seja, apresenta dois anos de defasagem com relação a este), o valor encontrado para garantir o acesso a água e esgoto até 2033 no Brasil é de R\$ 753 bilhões.

Por outro lado, o já mencionado Atlas Águas em associação ao Atlas Esgotos<sup>5</sup>, ambos da ANA, encontraram valores menores para a universalização: R\$ 365 bilhões. O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), em particular em sua revisão mais recente, de 25 de julho de 2019<sup>6</sup>, também efetuou sua própria estimativa e encontrou uma necessidade de aproximadamente R\$ 355 bilhões em investimento para garantir a universalização até 2035, valores próximos daqueles encontrados pela ANA. Nota-se, portanto, que os valores encontrados neste exercício, R\$ 511 Bilhões, estão condizentes com a literatura anterior, como um valor intermediário entre outros estudos já feitos.

Entretanto, cabe salientar, que há diferenças metodológicas relevantes entre este estudo e os citados anteriormente, de forma que comparações devem ser feitas com

<sup>4</sup> Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2020/07/kpmg-quanto-custa-universalizar-o-saneamento-no-brasil.pdf>. Acesso em: 11/03/2022.

<sup>5</sup> Disponível em: [https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf). Acesso em: 11/03/2022.

<sup>6</sup> Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao\\_Consehos\\_Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_Alta\\_-\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Consehos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf). Acesso em: 11/03/2022.



cautela. Uma questão relevante, por exemplo, é que neste estudo não há uma preocupação de se estudar diferentes tipos de tratamento de esgoto para cada caso, mas sim uma estrutura padrão que satisfaça os requerimentos de atendimento básico. Assim como, não foram considerados investimentos em novos mananciais de abastecimento. Ainda assim, a meta de ter um modelo automatizável, escalável e auditável em cada etapa, com uma estimativa plausível para as necessidades de investimento para universalizar o acesso ao saneamento básico foi cumprida.

## 5. REFERÊNCIAS

ABCON SINDCON. **Quanto custa universalizar o saneamento no Brasil?** 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas.** 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Águas - Segurança Hídrica para o Abastecimento Urbano.** 2021.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB.** 2019.

## APÊNDICE – Modelo de Efeitos Fixos

Em estatística, econometria ou demais disciplinas relacionadas, emprega-se o **modelo de efeito fixos** (cuja sigla em inglês é FE) para estimar relações causais nos casos em que os parâmetros não observáveis do modelo são todos fixos ou não aleatórios. Neste Apêndice, apresentam-se o arcabouço teórico que o sustenta, cujas descrições metodológicas, convenções notacionais e equações seguem minuciosamente o trabalho de Wooldridge (2010), bem como sua aplicação no contexto deste Produto 4.

### A.1. Arcabouço Teórico

Para motivar sua necessidade, considere o seguinte modelo linear com efeitos não observáveis para T períodos de tempo:

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + c_i + u_{it}, t = 1, \dots, T \quad (39)$$

As T equações do modelo (39) podem ser escritas como:

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{X}_i\boldsymbol{\beta} + c_i\mathbf{j}_T + \mathbf{u}_i, t = 1, \dots, T \quad (40)$$

Onde  $\mathbf{j}_T$  é um vetor  $T \times 1$  de uns. A equação (40) representa a seleção aleatória de um corte transversal de T. A primeira hipótese de efeitos fixos é a exogeneidade estrita das variáveis explicativas condicionais a  $c_i$ , isto é:

$$E(u_{it}|\mathbf{x}_i, c_i) = 0, t = 1, \dots, T \quad (41)$$

Além disso, mantém-se a hipótese de exogeneidade estrita de  $\{\mathbf{x}_{it}: t = 1, \dots, T\}$  condicional aos efeitos não observáveis. Contudo, não se pode assumir que  $E(c_i|\mathbf{x}_i) = E(c_i) = 0$ , onde  $\mathbf{x}_i \equiv (\mathbf{x}_{i1}, \mathbf{x}_{i2}, \dots, \mathbf{x}_{iT})$ . Em outras palavras, na análise de efeitos fixos, não se permite que  $E(c_i|\mathbf{x}_i)$  seja qualquer função de  $\mathbf{x}_i$ .

Com essas hipóteses válidas, a análise de efeitos fixos é mais robusta do que outras aplicáveis a dados longitudinais, como o próprio **modelo de efeitos aleatórios**. No entanto, essa robustez vem com um preço: sem maiores hipóteses, não é possível incluir fatores constantes ao longo do tempo em  $\mathbf{x}_{it}$ . A razão é simples: se  $c_i$  pode ser arbitrariamente correlacionado com cada elemento de  $\mathbf{x}_{it}$ , não há maneira de dissociar os efeitos das variáveis constantes ao longo do tempo da constante temporal não observável  $c_i$ .

Ao se analisar indivíduos, fatores como gênero e cor de pele não podem ser incluídos em  $\mathbf{x}_{it}$ . Ao se analisar empresas, os setores aos quais elas pertencem não podem ser incluídas em  $\mathbf{x}_{it}$  a menos que a designação de setor mude ao longo do tempo para pelo menos uma empresa. E, finalmente, ao se analisar cidades, variáveis responsáveis por designar algum atributo fixo, como possuir ou não um rio, também não podem ser incluídas em  $\mathbf{x}_{it}$ .

O fato que  $\mathbf{x}_{it}$  não pode incluir variáveis explicativas constantes ao longo do tempo pode ser um problema em algumas aplicações. Mas quando o interesse para somente sobre as variáveis explicativas variantes no tempo, é conveniente não ter que se preocupar com a modelagem dos efeitos constantes que não são relevantes.

Em análises de dados em painel, o termo “variáveis explicativas variantes no tempo” refere-se a todo e qualquer elemento de  $\mathbf{x}_{it}$  que varie no tempo para algumas unidades de cortes transversais da amostra. Frequentemente, há elementos de  $\mathbf{x}_{it}$  que são constantes no tempo para uma subamostra do corte transversal. Por exemplo, em um painel de adultos no qual um dos elementos de  $\mathbf{x}_{it}$  é educação, é possível que educação seja constante para uma parcela da amostra. Mas, ao mesmo tempo, também deve ser variável para outras unidades dessa amostra.

Em uma especificação mais genérica, que sejam  $d2_t, \dots, dT_t$  *dummies* de períodos de tempo tais que  $ds_t = 1$  se  $s = t$ , e zero, caso contrário (frequentemente, essas *dummies* são definidas para anos específicos, mas por ora basta nomeá-las *dummies*

de períodos de tempo). Seja  $\mathbf{z}_i$  o vetor de variáveis constantes ao longo do tempo, e  $\mathbf{w}_{it}$  o vetor de variáveis variantes ao longo do tempo. Suponha  $y_{it}$  seja determinado por:

$$y_{it} = \theta_1 + \theta_2 d2_t + \dots + \theta_T dT_t + \mathbf{z}_i \boldsymbol{\gamma}_1 + d2_t \mathbf{z}_i \boldsymbol{\gamma}_2 + \dots + dT_t \mathbf{z}_i \boldsymbol{\gamma}_T + \mathbf{w}_{it} \boldsymbol{\delta} + c_i + u_{it} \quad (42)$$

$$E(u_{it} | \mathbf{z}_i, \mathbf{w}_{i1}, \mathbf{w}_{i2}, \dots, \mathbf{w}_{iT}, c_i) = 0, t = 1, 2, \dots, T \quad (43)$$

Espera-se que esse modelo represente a relação causal, onde o termo condicional a  $c_i$  permite controlar fatores não observáveis, mas constantes ao longo do tempo. Sem maiores hipóteses, nem o intercepto tampouco os vetores  $\boldsymbol{\gamma}_i$  em  $\mathbf{z}_i$  podem ser identificados, porque  $\theta_1 + \mathbf{z}_i \boldsymbol{\gamma}_1$  é indistinguível de  $c_i$ . Note que  $\theta_1$  é o intercepto para o período de tempo base,  $t = 1$ , e  $\boldsymbol{\gamma}_1$  mede o efeito de  $\mathbf{z}_i$  sobre  $y_{it}$  também no período  $t = 1$ . Mesmo que não se possa identificar os efeitos de  $\mathbf{z}_i$  em qualquer período de tempo em particular,  $\boldsymbol{\gamma}_2, \boldsymbol{\gamma}_3, \dots, \boldsymbol{\gamma}_T$  são identificados, e, portanto, pode-se estimar as diferenças entre os efeitos parciais das variáveis constantes ao longo do tempo relativas ao período base. Em particular, pode-se testar se esse efeito varia ao longo do tempo.

A idéia de estimar um vetor de variáveis explicativas,  $\boldsymbol{\beta}$ , sob a hipótese (41) é transformar todas as equações para eliminar o efeito não observável  $c_i$ . Quando pelo menos dois períodos de tempo estão disponíveis, há diversas formas de cumprir esse propósito. A mais usual, entretanto, é a **transformação de efeitos fixos**, também conhecida por **transformação interna**. Essa transformação é obtida ao calcular-se a média da equação (39) ao longo de  $t = 1, 2, \dots, T$ , resultando na seguinte equação de corte transversal:

$$\bar{y}_i = \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta} + c_i + \bar{u}_i \quad (44)$$

Onde  $\bar{y}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T y_{it}$ ,  $\bar{\mathbf{x}}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T \mathbf{x}_{it}$ , e  $\bar{u}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T u_{it}$ . Subtrair a equação (44) da equação (39) para cada  $t$  fornece a equação transformada de efeitos fixos:

$$y_{it} - \bar{y}_i = (\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)\boldsymbol{\beta} + u_{it} - \bar{u}_i$$

ou

$$\dot{y}_{it} = \dot{\mathbf{x}}_{it}\boldsymbol{\beta} + \dot{u}_{it}, t = 1, 2, \dots, T$$

(45)

Onde  $\dot{y}_{it} \equiv y_{it} - \bar{y}_i$ ,  $\dot{\mathbf{x}}_{it} \equiv \mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i$ , e  $\dot{u}_{it} \equiv u_{it} - \bar{u}_i$ . A subtração das médias temporais da equação original removeu o efeito individual específico  $c_i$ . Com ele fora de cena, é somente natural pensar em estimar a equação (45) por mínimos quadrados ordinários (MQO) agrupado. Antes de investigar essa possibilidade, deve-se lembrar que a equação (45) é estimável: a interpretação de  $\boldsymbol{\beta}$  vem da esperança condicional (estrutural)  $E(y_{it}|\mathbf{x}_i, c_i) = E(y_{it}|\mathbf{x}_{it}, c_i) = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + c_i$ .

Para verificar se a estimação por MQO agrupado da equação (45) será consistente, é necessário demonstrar que a hipótese chave de MQO agrupado é válida para ela. Isto é:

$$E(\dot{\mathbf{x}}'_{it}\dot{u}_{it}) = 0, t = 1, 2, \dots, T$$

(46)

Para cada  $t$ , o termo à esquerda da equação (46) pode ser escrito como  $E[(\mathbf{x}_{it} - \bar{\mathbf{x}}_i)'(u_{it} - \bar{u}_i)]$ . Agora, sob a hipótese (41),  $u_{it}$  é não correlacionado com  $\mathbf{x}_{is}$ , para todo  $s, t = 1, 2, \dots, T$ . Portanto, a hipótese (46) é consequência da (41), donde espera-se que a aplicação de MQO agrupado à equação (45) produzirá estimadores consistentes.

Ademais, há mais conclusões a serem tiradas da equação (46): sob a hipótese (41),  $E(\dot{u}_{it}|\mathbf{x}_i) = E(u_{it}|\mathbf{x}_i) - E(\bar{u}_i|\mathbf{x}_i) = 0$ , o que, por sua vez, implica que  $E(\dot{u}_{it}|\dot{\mathbf{x}}_{i1}, \dots, \dot{\mathbf{x}}_{iT}) = 0$ , pois  $\dot{\mathbf{x}}_{it}$  só é função de  $\mathbf{x}_i = (\mathbf{x}_{i1}, \dots, \mathbf{x}_{iT})$ . Este resultado mostra que  $\dot{\mathbf{x}}_{it}$  satisfaz a forma de esperança condicional da hipótese de exogeneidade estrita no modelo (45). Entre outros resultados, esta conclusão implica que o estimador de efeitos fixos de  $\boldsymbol{\beta}$  que será derivado na sequência é não enviesado sob a hipótese (41).

É importante ver que a hipótese (46) falha ao se relaxar a hipótese de exogeneidade estrita para algo mais fraco, como  $E(\mathbf{x}'_{it}u_{it}) = 0$  para todo  $t$ , porque esta hipótese não assegura que  $\mathbf{x}_{is}$  seja não correlacionado com  $u_{it}$ ,  $s \neq t$ . O **estimador de efeitos fixos**, denotado por  $\widehat{\beta}_{FE}$ , é o estimador de MQO agrupado da regressão:

$$\dot{y}_{it} \text{ sobre } \ddot{\mathbf{x}}_{it}, t = 1, 2, \dots, T; i = 1, 2, \dots, N \quad (47)$$

Este estimador é simples de ser calculado uma vez que as médias temporais sejam subtraídas da amostra. Alguns pacotes econométricos possuem comandos especiais para executar a estimação de efeitos fixos (e para calcular a diferença entre as variáveis e suas médias temporais para todos os  $i$ ). Também é relativamente simples programar esse estimador em linguagem matricial.

Para estudar o estimador de efeitos fixos de maneira mais próxima, escreve-se a equação (45) para todos os períodos de tempo como:

$$\dot{\mathbf{y}}_i = \ddot{\mathbf{X}}_i \beta + \ddot{\mathbf{u}}_i \quad (48)$$

Onde  $\dot{\mathbf{y}}_i$  é  $T \times 1$ ,  $\ddot{\mathbf{X}}_i$  é  $T \times K$ , e  $\ddot{\mathbf{u}}_i$  é  $T \times 1$ . Este conjunto de equações pode se obtido pré multiplicando-se a equação (40) por uma matriz de subtração das médias temporais. Define-se  $\mathbf{Q}_T \equiv \mathbf{I}_T - \mathbf{j}_T(\mathbf{j}'_T \mathbf{j}_T)^{-1} \mathbf{j}'_T$ , que pode facilmente ser verificada como uma matriz  $T \times T$ , simétrica, idempotente, e com posto  $T - 1$ . Ademais,  $\mathbf{Q}_T \mathbf{j}_T = 0$ ,  $\mathbf{Q}_T \mathbf{y}_i = \dot{\mathbf{y}}_i$ ,  $\mathbf{Q}_T \mathbf{X}_i = \ddot{\mathbf{X}}_i$ , e  $\mathbf{Q}_T \mathbf{u}_i = \ddot{\mathbf{u}}_i$ , donde pré multiplicar a equação (40) por  $\mathbf{Q}_T$  fornece as equações com a transformação interna.

Para garantir que os estimadores de efeitos fixos são bem comportados assintoticamente, é necessária uma condição de posto básica na matriz de subtração das médias temporais:

$$\text{posto} \left( \sum_{t=1}^T E(\ddot{\mathbf{x}}'_{it} \ddot{\mathbf{x}}_{it}) \right) = \text{posto} \left( E(\ddot{\mathbf{X}}'_i \ddot{\mathbf{X}}_i) \right) = K \quad (49)$$

Se  $x_{it}$  contém algum elemento que não varia ao longo do tempo para qualquer  $i$ , então o elemento correspondente em  $\ddot{x}_{it}$  é identicamente zero para todo  $t$  e para qualquer seleção do corte transversal. Como  $\ddot{X}_i$  conteria uma coluna de zeros para todo  $i$ , a hipótese (49) não poderia ser verdade. Ela mostra explicitamente por que variáveis constantes ao longo do tempo não devem ser permitidas em uma análise de efeitos fixos (exceto quando interagidas com variáveis variantes ao longo do tempo, como *dummies*). O estimador de efeitos fixos pode ser expresso como:

$$\hat{\beta}_{FE} = \left( \sum_{i=1}^N \ddot{X}'_i \ddot{X}_i \right)^{-1} \left( \sum_{i=1}^N \ddot{X}'_i \ddot{y}_i \right) = \left( \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ddot{x}'_{it} \ddot{x}_{it} \right)^{-1} \left( \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ddot{x}'_{it} \ddot{y}_{it} \right) \quad (50)$$

Ele também é chamado de **estimador interno** porque usa a variação temporal interna de cada corte transversal da amostra. O **estimador intervalar**, que usa somente a variação entre as observações do corte transversal, é o estimador de MQO aplicado à equação ponderada pela média (44). Este último não é consistente sob a hipótese (41), uma vez que  $E(\bar{x}'_i c_i)$  não é necessariamente zero. O estimador intervalar é consistente sob a hipótese (41) complementada com uma condição de posto padrão, embora efetivamente descarte as informações temporais da amostra. Neste caso, é mais eficiente empregar o estimador de efeitos aleatórios.

Sob a hipótese (41) e a versão de amostra finita de (49), a saber,  $\text{posto}(\ddot{X}'\ddot{X}) = K$ , pode-se demonstrar que  $\hat{\beta}_{FE}$  é um estimador não enviesado condicional a  $X$ .

## A.1. Estratégia Empírica

Embora o arcabouço teórico apresentado acima esteja circunscrito ao contexto de dados em painel, o modelo de efeitos fixos também pode ser empregado a dados transversais, contanto que haja característica fixas entre as observações. No caso deste Produto 4, onde a unidade amostral é o município, o estado ao qual ele pertence é



uma qualidade imutável para determinados coortes (inclusive, também o seria, fosse adicionada a dimensão temporal à base de dados).

Desse modo, sejam  $d_{1m}, \dots, d_{27m}$  *dummies* de estado tais que  $d_{em} = 1$  se  $e \in \{1, \dots, 27\}$  for equivalente ao estado ao qual pertence o município  $m$ , e zero, caso contrário. Neste caso,  $e$  refere-se a qualquer um dos 27 estados brasileiros, de modo que seu ordenamento pode ser arbitrário, embora tenha sido empregado o alfabético. Como os estados são a única característica invariante disponível na amostra, pode-se demonstrar que o estimador de efeitos fixos é equivalente àquele obtido por MQO simples, quando controlados esses elementos idiossincráticos imutáveis através dessas *dummies*. Assim, o modelo proposto possui a seguinte forma estrutural:

$$\log(d_{m,t=2020}^{s,ss}) = \alpha d_{em} + \beta N_{m,t=2021}^{TOT} \quad (51)$$

$$e = 1, \dots, 27, s \in \{AA, ES\}, ss \in \{DIS, VOL\}$$

A lógica subjacente a este modelo dita que a relação entre as densidades apresentam, tanto de extensão de rede como de volume, nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, uma relação não linear exponencial (positiva ou negativa) com a população total daquele município e com elementos idiossincráticos de seu estado, controlados pela *dummy*. Note que, neste caso, a regressão não possui constante, uma vez que a *dummy* representa este papel, isto é: de ser a média da densidade daquele estado, considerando todos seus elementos não observáveis, como tipo de solo, pluviosidade, altura, renda, etc.

Além dos termos propostos, seria possível incluir a interação da *dummy* com a população para verificar se além da alteração da média, o estado ao qual o município pertence também está correlacionado a uma diferença na inclinação da relação entre densidade e população total. Contudo, esses regressores raramente apresentaram significância estatística, donde não foram incluídos na regressão final, de modo a preservar seus graus de liberdade. Mesmo assim, os resultados foram

surpreendentemente positivos, com elevado poder explicativo e coeficientes consistentes com a teoria, como será visto a seguir.

Tabela 8: Regressão da Densidade da Extensão da Rede de Água

<i>Variável Dependente:</i>	
Logaritmo da Densidade	
População	-0,204*** (0,032)
Observações	5.512
R <sup>2</sup>	0,895
R <sup>2</sup> Ajustado	0,894
Erro Padrão	0,525 (df = 5.484)
Estatística F	1.669,640*** (df = 28; 5.484)

Nota: \*p < 0,1; \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Tabela 9: Regressão da Densidade do Volume de Água Consumido

<i>Variável Dependente:</i>	
Logaritmo da Densidade	
População	0,040** (0,016)
Observações	4.934
R <sup>2</sup>	0,995
R <sup>2</sup> Ajustado	0,995
Erro Padrão	0,260 (df = 4.906)
Estatística F	38.170,670*** (df = 28; 4.906)

Nota: \*p < 0,1; \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Tabela 10: Regressão da Densidade da Extensão da Rede de Esgoto

<i>Variável Dependente:</i>	
Logaritmo da Densidade	
População	-0,216*** (0,038)
Observações	2.640

R <sup>2</sup>	0,842
R <sup>2</sup> Ajustado	0,840
Erro Padrão	0,619 (df = 2.612)
Estatística F	497,090*** (df = 28; 2.612)

Nota: \*p < 0,1; \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Primeiro, é interessante notar que as *dummies* foram omitidas dos resultados das regressões, uma vez que não são variáveis de interesse aqui. Segundo, chama a atenção que todas elas apresentaram graus de ajuste (R<sup>2</sup>) superiores a 80%, o que é bastante significativo. Em termos de interpretação de resultados, nota-se que as extensões de rede, tanto de água como de esgoto, são inversamente correlacionadas com o tamanho da população. Isto é esperado, uma vez que em municípios menores, os habitantes vivem menos adensados, donde deve haver mais metros de rede *per capita*.

Já com relação ao volume, nota-se o contrário: uma relação positiva entre o tamanho da população e o volume de água consumido por habitante. Neste caso, há uma série de efeitos que podem estar por trás desse resultado, mas principalmente que municípios maiores geralmente são mais ricos e possuem um sistema de produção e abastecimento melhor do que cidades pequenas, donde as populações desses locais dispõem de maiores recursos hídricos à sua disposição. Além disso, municípios menores possuem características mais marcantes do meio rural, o que pode fazer com que uma parcela da população seja abastecida com soluções individuais, como poços artesianos ou cisternas.

Finalmente, com os resultados das regressões em mãos, basta prever as densidades para o restante da amostra, através da seguinte equação:

$$\hat{d}_{m,t=2020}^{s,ss} = e^{\hat{\alpha}de'_m + \hat{\beta}N_{m,t=2021}^{TOT}} = e^{\hat{\alpha}de'_m} \times e^{\hat{\beta}N_{m,t=2021}^{TOT}} \quad (52)$$

$$e = 1, \dots, 27, s \in \{AA, ES\}, ss \in \{DIS, VOL\}$$

Onde:

$\hat{d}_{m,t=2020}^{s,ss}$  corresponde à densidade prevista do subsistema  $ss$  do sistema  $s$  do município  $m$  em  $t = 2020$ ; e

$e$  corresponde ao número de Euler, uma constante matemática que é a base de todos os logaritmos naturais, arredondada por  $e \approx 2,71828182846$ .



# **REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2033**

Necessidade de Investimentos  
(Modelos Conceituais e Implementação)  
Produto 5 – Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em  
Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e  
Manejo de Águas Pluviais Urbanas

MAIO/2022



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Necessidade de Investimentos  
(Modelos Conceituais e Implementação)

Produto 5 – Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho Economista. Dr.	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
--	--

### Equipe Chave

Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo de Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Matheus Morselli Gysi Físico, Msc.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>

### Equipe de Apoio

Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Msc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinicius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>

**Equipe de Apoio**

Pedro Levy Sayon. Economista, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache Engenheiro Mecatrônico, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Luccas Saqueto Espinoza Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Larissa dos Santos Silva Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Felipe Baglioli	<i>Acadêmico de Engenharia Ambiental</i>
Nicolas dos Santos Rosa	<i>Acadêmico de Geologia</i>
Daniele Delgado	<i>Acadêmica de Geologia</i>



01	13/05/2022	P5	-	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>


<b>NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS – MODELOS CONCEITUAIS E IMPLEMENTAÇÃO</b>			
<b>Produto 5 – Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas</b>			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho	<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Data</b>
	00	03	13/05/2022
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
 <b>envex</b> engenharia e consultoria		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br   www.envexengenharia.com.br	

## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Produto 5 – Arcabouço Conceitual para o cálculo dos investimentos em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, integrante da Revisão do Cálculo das Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o período 2022-2033, referente ao Contrato nº 221031/2021.

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....</b>	<b>13</b>
2.1.	Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos .....	14
2.2.	Necessidades de investimentos .....	27
2.2.1.	Universalização e expansão .....	27
2.2.2.	Depreciação e reposição e os investimentos totais.....	39
2.3.	Considerações Finais .....	46
<b>3.</b>	<b>DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS .....</b>	<b>53</b>
3.1.	Aspectos dos Sistemas de Drenagem e Manejo das Água Pluviais Urbanas .....	53
3.2.	Conceitos de drenagem urbana no Marco Legal do Saneamento .....	55
3.3.	Desafios e Limitações Metodológicas.....	59
3.3.1.	Fontes de dados específicos para drenagem.....	59
3.3.2.	Falta de Planos de Drenagem e Planos Municipais de Saneamento Básico .....	60
3.3.3.	Medida de déficit dos serviços de drenagem.....	62
3.4.	Metodologia .....	65
3.4.1.	PLANSAB 2019 .....	65
3.4.2.	Metodologia utilizada no presente Estudo.....	67
3.4.3.	Estimativas anuais para os investimentos .....	76
3.5.	Investimentos para Universalização da Drenagem Urbana no Brasil .....	76
3.5.1.	Investimentos em expansão dos sistemas: municípios com planos de drenagem urbana .....	77
3.5.2.	Investimentos em expansão dos sistemas: municípios sem planos de drenagem urbana .....	82
3.5.3.	Investimentos em Cadastro Técnico de Drenagem.....	93
3.5.4.	Resultados consolidados .....	96
3.6.	Possibilidades para Evolução da Metodologia.....	101
3.7.	Considerações Finais .....	102
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>105</b>

**ANEXO I – ORGANIZAÇÃO E COBRANÇA PELOS SERVIÇOS .....107**



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comparativo entre os percentuais dos investimentos necessários por componente de engenharia com e sem regionalização.....	30
Figura 2: Comparativo entre os percentuais dos investimentos necessários por região com e sem regionalização. ....	31
Figura 3: Comparativo entre os percentuais com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de aterros sanitários.....	32
Figura 4: Comparativo entre os valores <i>per capita</i> com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de aterros sanitários.....	33
Figura 5: Comparativo entre os percentuais com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de unidades de compostagem. ....	34
Figura 6: Comparativo entre os percentuais com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de unidades de triagem.....	35
Figura 7: Percentuais das necessidades de investimentos por região para a coleta seletiva....	36
Figura 8: Percentuais das necessidades de investimentos por região para a coleta Regular. ...	37
Figura 9: Distribuição percentual de investimento na elaboração de PRAD por região. ....	39
Figura 10: Necessidade de investimentos em expansão e em reposição per capita por cenário. ....	50
Figura 11: Porcentagem dos investimentos realizados por região em 2020.....	61
Figura 12 Concentração da quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação por Estado (RIO13).....	63
Figura 13: Parcelas do cálculos dos investimentos em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.....	68
Figura 14: Relação R\$/hab. vs Coeficiente PD.....	81
Figura 15: Gráficos com os níveis de corte para investimentos (cenários A, B e C).....	85
Figura 16: Comparação do investimento por estado – Nível de Criticidade vs. Cenário A.....	93
Figura 17: Número de Stormwater Utilities nos Estados Unidos (2009 e 2019).....	109
Figura 18: Modelo de Conta Mensal de Saneamento Ambiental de Santo André.....	113
Figura 19: Arrecadação e Custo da Drenagem em Santo André.....	114
Figura 20: Modelo de conta de água de Porto Alegre.....	116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores relativos ao investimento das unidades de tratamento e disposição final por faixa populacional e dos caminhões e unidades de transbordo.....	22
Tabela 2: Necessidade de investimentos em expansão por regiões e para cada eixo de engenharia considerado no estudo, considerando os critérios do Cenário A (sem regionalização) e Cenário B e C (com regionalização). ....	28
Tabela 3: Estimativa de Investimento da elaboração de PRAD por região e para o país. ....	38
Tabela 4: Capacidade instalada de cada eixo de engenharia, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033.....	40
Tabela 5: Necessidade de investimentos em expansão e em reposição per capita por cenário. ....	49
Tabela 6 Planos municipais disponíveis, utilizados e atualizados pelo IGP-DI. ....	78
Tabela 7: Investimentos por habitante e Coeficientes PD. ....	80
Tabela 8 Parâmetros para investimentos em drenagem.....	84
Tabela 9: investimentos por Estado (R\$ milhões) .....	91
Tabela 10: Investimentos em cadastro técnico de drenagem por Estado.....	94
Tabela 11: Investimentos em cadastro técnico de drenagem por macrorregião .....	95
Tabela 12: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033 (R\$ milhões).....	97
Tabela 13: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033. ....	98
Tabela 14: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033. ....	99
Tabela 15: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033. ....	100
Tabela 16: Municípios que realizam a cobrança pelos serviços de drenagem .....	110

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao “Produto 5: Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas”, que integra a “Concorrência 051/2021 – Revisão do Cálculo de Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o Período 2022-2033”.

Nos produtos anteriores, pertencentes ao “Eixo 1 – Diagnóstico do Setor de Saneamento, foram desenvolvidos: (i) o cálculo dos déficits de atendimento em abastecimento de água e em esgotamento sanitário, (ii) o cálculo dos déficits de atendimento em manejo de resíduos sólidos urbanos e em drenagem e manejo de águas pluviais, e (iii) a consolidação do histórico e da análise dos investimentos em saneamento básico no decênio compreendido por 2010 e 2019.

Este Produto 5, integrante do “Eixo 2 – Necessidades de Investimentos”, trata, como o próprio nome sugere, das necessidades de investimentos para universalização dos serviços de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no Brasil, até 2033. O Produto 4, também do Eixo 2, tratou das necessidades de investimentos para universalização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Para cada uma das quatro componentes do saneamento básico são propostos modelos de cálculo dos recursos financeiros necessários para a universalização daquele serviço, com base nos déficits calculados anteriormente. Assim, o Eixo 2 reflete o prognóstico dos dispêndios públicos e privados para o

atendimento às metas da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (“Novo Marco Legal do Saneamento Básico”).



## 2. MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste Capítulo, será apresentado o arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos (MRSU) e, por conseguinte, as estimativas de investimentos para o setor.

A Seção 2.1 apresenta a base de dados, premissas e métodos utilizados para a definição do arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos.

A Seção 2.2 apresenta os resultados relativos aos investimentos necessários em expansão e reposição para as etapas de coleta regular e seletiva, triagem, compostagem e disposição final em aterros sanitários dos RSU. Esta Seção (1.2.), terá ainda mais duas subdivisões:

A Seção 2.2.1 compreende os investimentos necessários para a expansão dos serviços de MRSU, que terão os resultados apresentados através dos investimentos globais (para todo o país), por região e para cada um dos eixos de engenharia.

Na Seção 2.2.2 são apresentados os investimentos relativos à depreciação das infraestruturas existentes e que serão expandidas e que, portanto, necessitam de reposição. Neste item, os investimentos em reposição serão apresentados ano a ano (2022-2033) – por meio de cada um dos itens de engenharia – e ainda somados aos investimentos necessários em expansão, a fim de se obter e apresentar ao leitor o volume total de recursos necessários.

Ao fim, a Seção 2.3. apresenta as principais conclusões deste componente do estudo.

## 2.1. Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos

Para definição do arcabouço conceitual e dos valores de investimentos necessários, este estudo foi estruturado em três grandes eixos: i) engenharia (definição das tecnologias de transporte, transbordo, tratamento e disposição final de RSU); ii) demográfico (relacionado ao crescimento populacional e a geração dos RSU) e; iii) econômico (relativo aos cálculos necessários para a expansão e reposição dos sistemas de MRSU).

No eixo de engenharia, as tecnologias consideradas foram: caminhões compactadores (para coleta regular); caminhões baú (para a coleta seletiva); estações de transbordo e caminhões *roll on roll off* (para transbordo e transporte dos resíduos); unidades de triagem (para a separação dos resíduos secos recicláveis); unidades de compostagem (para o tratamento dos resíduos úmidos orgânicos) e aterros sanitários (para a disposição dos resíduos e rejeitos não aproveitados pelas outras vias tecnológicas).

Neste eixo de engenharia, é importante também situar o leitor que os RSU são aqueles originários das atividades domésticas (resíduos domiciliares – RDO) e das atividades varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, como poda e capina (resíduos da limpeza urbana – RLU). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)<sup>1</sup> estabelece ainda que os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos RDO pelo poder público municipal. Portanto, para todos os serviços de MRSU acima descritos (transporte, transbordo, triagem, compostagem e aterros) foi considerada a quantidade de RDO somada aos RLU

<sup>1</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)

coletada pelos municípios, conforme informado junto ao Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS).

Um ponto importante sobre o escopo da engenharia está relacionado ao serviço de limpeza urbana para o qual foi considerado nos cálculos de investimentos a quantidade de resíduos gerados nestes serviços, os RLU, porém não foram considerados custos de investimento para ampliação dos serviços prestados, pelos seguintes motivos: i) terem custos operacionais elevados, porém custos de investimentos (com equipamentos e máquinas de apoio operacional) considerados baixos; ii) ainda não existem parâmetros nacionais para definição das taxas de cobertura, metas e expansão dos serviços de limpeza urbana, o que dificulta o entendimento sobre o que se faz necessário implementar para cada tipo de localidade (por exemplo, através das diferenças entre os serviços e as infraestruturas necessárias para pequenas e grandes cidades).

Para destinação de resíduos foram consideradas as unidades de triagem, unidades de compostagem e aterros sanitários para disposição final, conforme estabelecido nas metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Ressalta-se que outras tecnologias de tratamento de resíduos não foram consideradas, uma vez que não existem dados adequados sobre unidades existentes e a projeção de implantação destas unidades demandaria estudos de arranjos de municípios e de geração e caracterização de resíduos por região de forma a subsidiar a escolha de tecnologias com maior viabilidade técnica e econômica, porém estes estudos não fazem parte do escopo deste projeto.

Por fim, ainda no eixo da engenharia, este estudo irá apresentar estimativas de investimentos necessários para a elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas (PRAD) por disposição inadequada de resíduos sólidos no Brasil.

No eixo demográfico, como os diagnósticos da geração dos RSU foram relativos ao ano de 2020 e este estudo prevê o cálculo das necessidades de investimentos para o período 2022-2033, os dados de crescimento populacional para o ano de 2033 foram estimados baseados nas informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi calculada a taxa de crescimento populacional anual por meio da população total do Censo Demográficos do IBGE relativa ao ano de 2010 e da população total estimada referente ao ano de 2021, a qual foi utilizada para calcular a projeção da população total para cada ano do período de 2022 a 2033. Na sequência, foi calculada a projeção da população urbana para cada ano com base no grau de urbanização do Censo do IBGE de 2010 e em seguida a população rural foi estimada por meio da subtração da população total estimada e da população urbana estimada.

Também foi utilizada a quantidade per capita dos RSU coletados foi estimada através das médias dos últimos 5 anos (ano base 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020), por meio dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)<sup>2</sup>.

Portanto, para o cálculo de população a ser atendida pelos sistemas de coleta e transporte dos RSU, foram utilizados dados de projeção populacional, enquanto para a triagem, compostagem e aterro, foram considerados os dados de população e geração per capita de RSU para projeção da geração de RSU. Assim, todos os cálculos foram realizados por meio do déficit atual, somado à necessidade de incremento dos serviços para os próximos anos, considerando a população e geração de RSU no ano de 2033.

<sup>2</sup> <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos>

Para o cálculo das necessidades de investimentos em expansão dos sistemas de MRSU, as seguintes etapas foram realizadas:

- 1) Análise dos **diagnósticos** das etapas de coleta (regular e seletiva), triagem, tratamento e disposição final dos RSU, por estados e faixas populacionais dos municípios;
- 2) Realização de cenários futuros, por meio das **metas** (por estados e faixas populacionais dos municípios) de:
  - 2.1) Percentual da população total atendida pela coleta regular dos RSU;
  - 2.2) Percentual da população urbana atendida pela coleta seletiva dos RSU;
  - 2.3) Quantidade de unidades de transbordo a serem instaladas;
  - 2.4) Percentual de RSU (toneladas) enviados para unidades de triagem;
  - 2.5) Percentual de RSU (toneladas) enviados para unidades de compostagem;
  - 2.6) Percentual de RSU (toneladas) enviados para os aterros sanitários (erradicação dos lixões) e;
  - 2.7) Quantidade de áreas degradadas (lixões) que deverão ter projetos de recuperação.

Para a porcentagem da população atendida pela coleta regular (2.1) e quantidade de RSU destinados às unidades de compostagem (2.5), foram consideradas neste estudo as metas do PLANSAB para o manejo de resíduos sólidos para cada região e estado, que podem ser visualizados por meio da Tabela 1 do Produto 2.

Com relação a porcentagem da população urbana atendida pela coleta seletiva (2.2), a meta estabelecida foi de 100% - definida pela equipe deste projeto, por meio de reunião<sup>3</sup> para discussão dos métodos e resultados.

Sobre a quantidade de resíduos secos recicláveis a serem reaproveitados (item 2.4), na ausência de metas oficiais estabelecidas por meio de documentos aprovados pela União, foram adotados os valores médios baseados nas versões preliminares para consulta pública dos planos nacionais de resíduos<sup>4</sup>, que foram debatidos e estabelecidos por meio da equipe integrante deste projeto e da realização de seminários internos. Para este caso, foi definido um valor de reaproveitamento dos RSU de 10% para as regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste e 20% para as regiões Sudeste e Sul, a fim de se obter estimativas relativas às necessidades de investimento para atender estas metas, ou seja, do total de RSU gerado 10 ou 20% referem-se a recicláveis recuperados.

Para a implantação de aterros sanitários (item 2.6), as metas utilizadas foram àquelas estabelecidas pelo novo marco do saneamento<sup>5</sup> e, portanto, a erradicação dos lixões em todo território nacional até 2024.

Por fim, para o item 2.3 (instalação de unidades de transbordo) foram utilizados dados de dez (10) planos estaduais de regionalização da gestão de resíduos sólidos, disponíveis para consulta no *site* do Ministério do Meio Ambiente, para se prever a necessidade instalação de estações de transbordo em caso de regionalização e aquisição de caminhões *roll on roll off* para tal finalidade. A partir dos dados dos Planos foram obtidas médias para implantação de

<sup>3</sup> Reunião com o Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR) realizada em 10/02/2022.

<sup>4</sup> As metas de reaproveitamento dos RSU tiveram como base os dois Estudos para Elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos elaborados pelo Governo Federal (BRASIL, 2011; BRASIL, 2020).

<sup>5</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm)

unidades de transbordo para cada região, considerando a quantidade de municípios regionalizados e a quantidade de estações de transbordo previstas.

Para o item 2.7 (necessidade de investimento em projetos de recuperação de áreas degradadas - PRAD) foram utilizados dados relativos a editais de licitação para contratação de serviços de elaboração de PRAD, tendo sido estabelecidos valores médios de investimento por porte de município.

3) definição da expansão necessária (por estados e faixas populacionais dos municípios), esta foi estabelecida através da diferença entre a infraestrutura existente e àquela que se faz necessária atingir para alcance das metas. Por exemplo: se um determinado estado tem 90% de atendimento da coleta, mas a meta é de 95%, a expansão necessária será de 5% e não de 95%. Portanto, para cada um dos itens do MRSU, a expansão será definida por meio dos seguintes fatores:

- 3.1) número de habitantes a serem atendidos pela coleta regular;
- 3.2) número de habitantes a serem atendidos pela coleta seletiva;
- 3.3) unidades de transbordo a serem instaladas;
- 3.4) toneladas de RSU a serem enviadas para as unidades de triagem;
- 3.5) toneladas de RSU a serem enviadas para a compostagem;
- 3.6) toneladas de RSU a serem enviadas para os aterros sanitários e;
- 3.7) PRAD's a serem elaborados.

Nesta etapa, todos os cálculos foram realizados para cada uma das faixas populacionais, de cada um dos estados do país, para cada um dos eixos de engenharia. Para as unidades de triagem, compostagem e aterro, o principal objetivo dos resultados da "expansão necessária", foi de chegar nas quantidades

de toneladas a serem enviadas para estas unidades, por cada uma das faixas populacionais.

Para os transportes, o principal objetivo era obter o número de habitantes a serem atendidos pelos sistemas de coleta comum e seletiva. Porém, aqui ainda se fez preciso chegar na quantidade de caminhões necessários para atender a esta demanda, para então ser possível multiplicar esta quantidade pelo custo unitário dos caminhões baú e compactadores. Para este caso, foram utilizados dados do SNIS (referente ao diagnóstico de 2020), relativos à média da quantidade de habitantes que um determinado caminhão (baú e compactador) pode atender, para cada um dos estados e faixas populacionais. Estes dados, poderão ser visualizados nas planilhas de cálculos enviadas juntamente ao presente relatório.

Ainda sobre o cálculo da expansão necessária, é importante ressaltar que tanto os dados de número de habitantes, como das quantidades de resíduos geradas, foram atualizados para o ano de 2033. Isto é, são as necessidades de atendimento e expansão atuais, para cobrir os déficits de atendimento, somadas aos acréscimos e novas demandas que deverão ocorrer até 2033.

Para os transportes, os cálculos de atendimento da população foram feitos com base no número de habitantes de 2033, assim como as metas de reaproveitamento dos RSU, pelas vias tecnológicas da triagem e compostagem, que utilizaram como base a geração de resíduos em 2033. No caso dos aterros sanitários, os cálculos foram realizados da seguinte maneira: quantidade de resíduos com destinação inadequada em 2020 (~21 milhões t/ano), mais a quantidade de resíduos que terá o acréscimo de geração em 2033 (~10 milhões t/ano), esta última sendo a diferença entre o total gerado em 2020 e o total gerado em 2033.



Para as unidades de transbordo, os cálculos em expansão foram realizados através da necessidade de instalação de estações de transbordo e aquisição de um caminhão para cada uma das unidades. Para os PRAD foram consideradas as quantidades de áreas degradadas pela disposição inadequada dos RSU e que, portando, necessitam serem recuperadas.

4) Análise e estabelecimento dos **valores para cada eixo de engenharia.**

Para as unidades de triagem, compostagem e aterros sanitários, os valores utilizados foram obtidos por meio dos estudos realizados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)<sup>6</sup>. Já os investimentos para os transportes (caminhões) dos RSU, foram obtidos e definidos por meio de valores de mercado praticados no fim de 2021<sup>7</sup>. Para os valores da estação de transbordo foram utilizados dados do estudo realizado pela Universidade de Brasília (UNB, 2019) e para os caminhões *roll on roll off* valores de mercado também para o fim de 2021<sup>8</sup>.

Os valores (R\$) dos estudos do BNDES e da UNB foram atualizados para dezembro de 2021 (por meio do índice IGP-DI/FGV9) e também apresentados, debatidos e validados pela equipe que compõem este projeto, por meio da experiência e análise de valores de mercado praticados.

A Tabela 1 a seguir apresenta os valores por tonelada para cada faixa populacional para investimento em implantação de aterros sanitários, unidades de compostagem e unidades de triagem. Assim como os valores para aquisição

<sup>6</sup>[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/bndes-fep/pesquisa\\_cientifica/chamada-bndes-fep-pesquisa-cientifica-2-2010](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/bndes-fep/pesquisa_cientifica/chamada-bndes-fep-pesquisa-cientifica-2-2010)

<sup>7</sup> <https://portalgoverno.com.br/product-category/atas/transporte-de-cargas/caminhao-transporte-de-cargas/compactador/> & <https://portalgoverno.com.br/product-category/atas/transporte-de-cargas/caminhao-transporte-de-cargas/bau/>

<sup>8</sup> <https://portalgoverno.com.br/product/caminhao-roll-on-roll-off-iveco-tector-260e30/>

<sup>9</sup><https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>

de caminhão compactador, caminhão baú, caminhão *roll on roll off* e implantação de estação de transbordo.

Tabela 1: Valores relativos ao investimento das unidades de tratamento e disposição final por faixa populacional e dos caminhões e unidades de transbordo.

Faixa Populacional	Aterros (R\$/t)	Compostagem (R\$/t)	Triagem (R\$/unidade)
Até 10 mil hab.	43,24	18,37	70,25
10.001 - 30 mil hab.	19,45	5,40	34,58
30.001 - 100 mil hab.	23,78	6,92	37,82
100.001 - 250 mil hab.	23,78	6,92	37,82
250.001 - 1 milhão hab.	19,45	11,89	23,78
1 - 4 milhões hab.	8,65	8,00	12,97
Acima de 4 milhões	-	8,00	12,97
Coleta Seletiva (R\$/ caminhão)			336.490,00
Coleta Regular (R\$/ caminhão)			484.709,23
Transbordo (R\$ / caminhão)			690.000,00
Transbordo (R\$ / estação)			167.816,82

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

É importante destacar que, para as unidades de triagem, compostagem e aterros sanitários, as estimativas dos investimentos incluem: áreas/terrenos, obras civis de engenharia (instalações e infraestrutura), equipamentos, móveis e utensílios, além de outras despesas pré-operacionais, como projetos executivos, taxas e licenciamento ambiental.

Outros aspectos fundamentais da modelagem são: i) os cálculos foram realizados de acordo com cada uma das faixas populacionais de cada um dos estados do país, tanto para unidades de tratamento e disposição, quanto para os transportes dos RSU ii) os cálculos das unidades de transbordo (estações de transferência e caminhão) foram realizados por meio da média nacional de investimentos para cada uma das unidades ; iii) no caso das unidades de triagem,

compostagem e aterros sanitários, para se chegar nos custos por tonelada de RSU, há um processo de desagregação dos valores, isto é, são considerados os custos totais de investimentos para estas unidades pelo período de 20 anos. Portanto, para este caso e etapa do estudo, foi realizado o caminho inverso e, assim, multiplicadas as quantidades anuais de RSU pelo período de 20 anos, para desta maneira chegar aos valores de investimentos necessários para estes eixos de engenharia.

Quanto a recuperação dos lixões, a estimativa de investimento foi realizada para elaboração de projetos de recuperação das áreas degradadas, uma vez que não foram encontrados dados convergentes relacionados com a execução de obras de recuperação, pois a execução destes serviços varia grandemente conforme o tipo de terreno, local, proximidades com áreas de fragilidade ambiental, porte, tipos de resíduos dispostos e contaminações existentes. Estas informações, relativas à caracterização das áreas de disposição irregular não estão disponíveis, inviabilizando a estimativa de valores de investimento para execução da recuperação.

Para estimar os valores de investimento na elaboração dos PRAD foram levantadas informações de editais de licitações em todo território nacional, contemplando diversos portes de municípios, os valores encontrados para cada porte de município foram correlacionados com o número de áreas degradadas por disposição irregular de resíduos (lixões) em cada estado por porte de município, conforme informações do diagnóstico do manejo de resíduos sólidos.

5) Outro fator fundamental no estudo, foi o estabelecimento dos **critérios de regionalização** dos sistemas de MRSU, que gerou ainda os resultados do “Cenário A” (sem regionalização) e “Cenários B e C” (com regionalização) para as unidades de transbordo, triagem, compostagem e aterros sanitários.

Devido as disparidades regionais nacionais e inexistência de estudo oficial sobre a regionalização para o MRSU no Brasil, adotou-se os seguintes critérios para o estabelecimento dos potenciais de regionalização: 1) municípios integrantes de região metropolitana; 2) municípios integrantes de consórcios públicos com atribuições específicas para gestão ou prestação de um ou mais serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos, conforme informação do campo PO042 do SNIS-RS e; 3) municípios que compartilham unidades de disposição final, ou seja, que "importam" ou "exportam" RSU conforme planilha fluxos de resíduos do SNIS-RS. Os municípios que integram um destes três itens foram considerados como município com potencial de regionalização e a partir disso, foi possível chegar aos seguintes potenciais de regionalização (para o Cenário B):

- 5.1) 56% para os municípios da região Norte;
- 5.2) 62% para os municípios da região Nordeste;
- 5.3) 53% para os municípios da região Centro Oeste;
- 5.4) 61% para os municípios da região Sudeste e;
- 5.5) 74% para os municípios da região Sul;

Já o Cenário C considerou a regionalização de 100% dos municípios para a implantação dos aterros. Os percentuais de regionalização referem-se ao percentual da quantidade de resíduos gerados nas faixas populacionais que passarão a ser regionalizados e com isso terão redução de custo por tonelada.

Para estes casos e cenários, o principal objetivo foi elevar os municípios com menos de 10 mil habitantes para as faixas populacionais entre 30.001 e 100 mil habitantes (para triagem e compostagem) e os municípios com menos de 1 milhão de habitantes para as faixas superiores a 1 milhão de habitantes (para compostagem), a fim de se obter ganhos de escala e melhores custos por toneladas de resíduos, conforme pôde ser visualizado na Tabela 1.

Para os aterros foram estabelecidos os critérios de regionalização para todos os municípios com menos de 250 mil habitantes (de forma que agregados passassem a corresponder a faixa populacional entre 250.001 e 1 milhão de habitantes) e também para aqueles com menos de 1 milhão de habitantes (fazendo migrarem para as faixas com mais de 1 milhão de habitantes).

Para a triagem foi adotada a regionalização apenas para os municípios com menos de 10 mil habitantes, devido a premissa que municípios maiores deverão ter unidades de triagem próprias, mesmo que utilizem grandes centrais para fins de comercialização.

6) Definição dos **investimentos necessários para expansão** em cada um dos eixos da engenharia. Após a definição da expansão e dos custos de investimentos para cada uma das unidades, foi possível então determinar o valor da expansão pela equação:

$$\text{Investimentos em Expansão} = \text{Demanda} \times \text{Custos}$$

Neste momento, os resultados foram analisados por meio dos recursos necessários para cada um dos eixos de engenharia e por cada uma das regiões e Estados brasileiros. Também foi estabelecida uma relação de investimento por habitantes (em caso de necessidade de comparações entre as localidades) e uma análise da quantidade de recursos financeiros necessários para cada um dos eixos de engenharia considerados, comparados aos investimentos totais em expansão para o setor.

Aqui ainda é importante ressaltar que o Cenário A (sem regionalização) considerou as unidades de coleta e transporte (regular e seletiva), triagem, compostagem e aterros, enquanto os Cenários B e C (com regionalização) consideraram também os cálculos relativos às unidades de transbordo (caminhões e estações de transferência).

Após a definição dos investimentos necessários para a expansão dos serviços de MRSU, o estudo passou a contabilizar os custos inerentes à **depreciação e reposição** dos equipamentos e infraestrutura. Devido as idades e tempos de uso dessas unidades serem desconhecidos, optou-se pelo seguinte fator de depreciação:

- i) Unidades de tratamento e disposição final (aterros, compostagem e triagem): 20 anos ( $1/20 = 5\%$  a.a.);
- ii) Transporte e transbordo dos RSU: 10 anos ( $1/10 = 10\%$  a.a.);

Para o cálculo da depreciação, foram considerados os valores de 2020 para as infraestruturas existentes (chamada de capacidade instalada), que passarão a receber novos investimentos e, portanto, maior capacidade instalada durante o período de cobertura deste estudo (2022-2033).

Para não haver dupla contagem dos investimentos em cada um dos eixos de engenharia, se realizados os investimentos esperados em triagem e compostagem nos próximos 12 anos, estes fluxos de massa e, portanto, recursos financeiros, devem ser subtraídos da necessidade de investimentos em reposição dos aterros.

Adotou-se este critério pelos seguintes motivos: 1) os investimentos para a universalização dos aterros e erradicação dos lixões devem ser realizados nos próximos 3 anos (2022-2024), enquanto para a expansão da triagem e compostagem nos próximos 12 anos (2022-2033) e; 2) não se pode afirmar que os fluxos que irão para a triagem e compostagem virão daqueles resíduos que hoje vão para os lixões. Porém, pode-se afirmar que se desviados estes fluxos de resíduos dos aterros, a necessidade de investimentos em reposição de aterros será menor.

Finalmente, após o cálculo dos Investimentos em Expansão e Reposição, pode-se chegar então nos **custos totais para o MRSU**, que pode ser expresso por meio da equação:

$$\text{Custos Totais MRSU} = \text{Investimentos em Expansão} + \text{Depreciação e Reposição}$$

## 2.2. Necessidades de investimentos

Os resultados relativos às necessidades de investimentos serão apresentados da seguinte maneira:

- i) investimentos necessários para a expansão dos serviços de MRSU;
- ii) investimentos relacionados à depreciação e reposição das infraestruturas existentes e a serem expandidas, além dos investimentos totais, relativos à soma dos investimentos em expansão e reposição das unidades de coleta (comum e seletiva), transbordo, triagem, compostagem e disposição final (em aterros sanitários) dos RSU.

### 2.2.1. Universalização e expansão

Neste item, os resultados relativos aos investimentos em expansão, serão apresentados por meio de cada um dos eixos de engenharia, além dos cenários com regionalização (B e C), para cada uma das regiões do país.

A seguir, por meio da Tabela 2, é possível verificar os investimentos necessários em expansão para cada um dos eixos de engenharia e regiões do país, além dos investimentos totais para os cenários "A" (sem regionalização), "B" e "C" (com regionalização). Na sequência também são apresentados gráficos para visualização e avaliação dos resultados.

Tabela 2: Necessidade de investimentos em expansão por regiões e para cada eixo de engenharia considerado no estudo, considerando os critérios do Cenário A (sem regionalização) e Cenário B e C (com regionalização).

Região	Aterros Sanitários – Cenário A			Compostagem – Cenário A			Triagem – Cenário A		
	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab
<b>Norte</b>	2.337.367.206,27	17%	100,8	94.912.097,85	7%	4,1	463.847.560,51	7%	20,0
<b>Nordeste</b>	4.954.099.446,55	37%	78,2	263.919.395,82	18%	4,2	1.400.818.299,95	20%	22,1
<b>Centro Oeste</b>	1.647.143.304,61	12%	80,9	151.256.235,75	11%	7,4	414.346.328,45	6%	20,3
<b>Sudeste</b>	3.794.221.996,97	28%	37,4	729.443.433,87	51%	7,2	3.585.558.732,56	51%	35,4
<b>Sul</b>	717.052.035,04	5%	20,9	188.855.559,88	13%	5,5	1.224.250.742,52	17%	35,6
<b>Brasil</b>	13.449.883.989,44	100%	55,4	1.428.386.723,16	100%	5,9	7.088.821.663,99	100%	29,2

Região	Aterros Sanitários – Cenário B			Compostagem – Cenário B e C			Triagem – Cenário B e C		
	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab
<b>Norte</b>	2.020.950.219,83	16%	87,2	87.851.219,60	7%	3,8	461.217.874,35	7%	19,9
<b>Nordeste</b>	4.256.130.744,44	34%	67,2	238.783.849,93	19%	3,8	1.384.726.910,46	20%	21,9
<b>Centro Oeste</b>	1.391.590.918,10	11%	68,3	134.982.834,04	11%	6,6	408.050.541,43	6%	20,0
<b>Sudeste</b>	3.111.445.227,22	25%	30,7	653.149.489,62	51%	6,4	3.555.016.743,65	51%	35,1
<b>Sul</b>	584.717.937,88	5%	17,0	161.401.879,99	13%	4,7	1.205.664.888,57	17%	35,1
<b>Brasil</b>	11.364.835.047,47	90%	46,8	1.276.169.273,18	100%	5,3	7.014.676.958,47	100%	28,9



Região	Aterros Sanitários – Cenário C			Transbordo – Cenário B			Transbordo – Cenário C		
	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab
<b>Norte</b>	1.772.336.873,35	18%	76,5	60.527.554,47	11%	0,2	108.084.918,70	12%	0,4
<b>Nordeste</b>	3.828.343.475,40	38%	60,5	287.197.069,68	51%	1,2	463.221.080,12	52%	1,9
<b>Centro Oeste</b>	1.194.288.950,96	12%	58,6	61.678.803,74	11%	0,3	116.375.101,39	13%	0,5
<b>Sudeste</b>	2.674.915.817,05	27%	26,4	42.634.729,98	8%	0,2	70.340.978,83	8%	0,3
<b>Sul</b>	538.222.174,01	5%	15,7	102.835.079,79	18%	0,4	138.966.324,04	15%	0,6
<b>Brasil</b>	10.008.107.290,77	100%	41,2	554.873.237,65	98%	2,3	896.988.403,08	100%	3,7

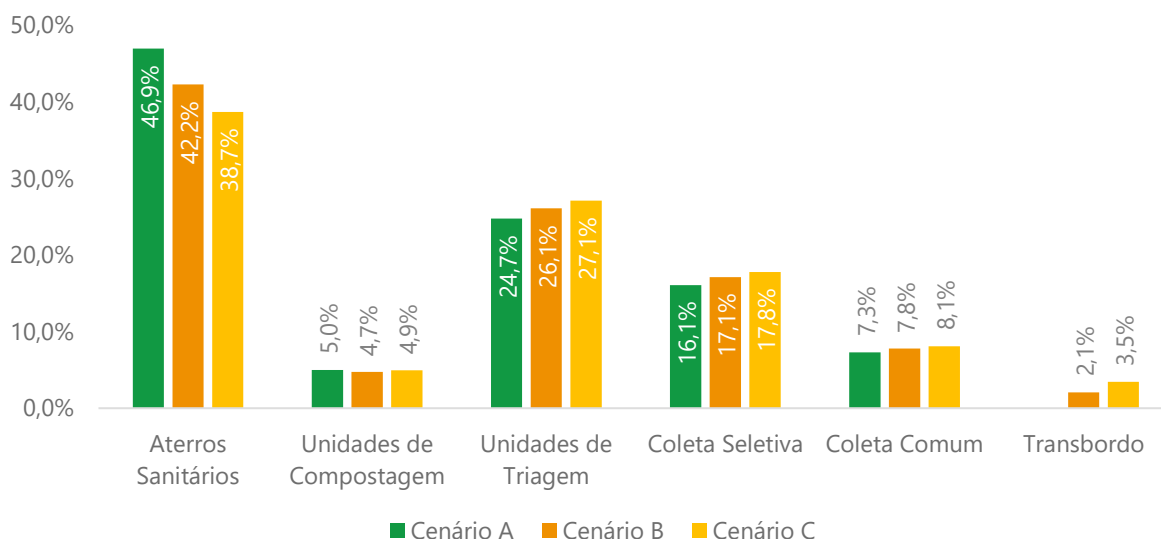
  

Região	Transporte - Coleta Seletiva			Transporte - Coleta Regular			Investimento Total em Expansão
	R\$ total	%	R\$/hab	R\$ total	%	R\$/hab	
<b>Norte</b>	532.554.499,55	12%	23,0	245.349.211,74	12%	10,6	
<b>Nordeste</b>	1.871.316.282,95	41%	29,5	615.002.668,14	29%	9,7	<b>Cenário A: R\$28.662.826.813,61</b>
<b>Centro Oeste</b>	434.726.359,11	9%	21,3	222.386.893,15	11%	10,9	
<b>Sudeste</b>	1.421.123.480,63	31%	14,0	622.899.403,52	30%	6,1	<b>Cenário B: R\$26.906.288.953,77</b>
<b>Sul</b>	345.079.925,43	7%	10,0	385.295.712,81	18%	11,2	
<b>Brasil</b>	4.604.800.547,67	100%	19,0	2.090.933.889,35	100%	8,6	<b>Cenário C: R\$ 25.891.676.362,50</b>

Por meio destes resultados é possível observar que dos investimentos totais (R\$28.662.826.813,61) para o Cenário A (sem regionalização), 47% devem ser empenhados para o investimento em aterros sanitários, 5% para compostagem, 25% para triagem, 16% para a coleta seletiva e 7% para a coleta regular.

No Cenário B, dos investimentos totais (R\$ 26.906.288.953,77), 42% devem ser destinados aos aterros, 5% às unidades de compostagem, 26% às unidades de triagem, 17% para a coleta seletiva, 8% para a coleta regular e 2% para as unidades de transbordo.

No Cenário C, também considerando os investimentos totais (R\$25.891.676.362,50), 39% devem ser empenhados para instalação de aterros, 5% para unidades de compostagem, 27% para unidades de triagem, 18% para a coleta seletiva, 8% para a coleta regular e 3% para o transbordo.



**Figura 1: Comparativo entre os percentuais dos investimentos necessários por componente de engenharia com e sem regionalização.**

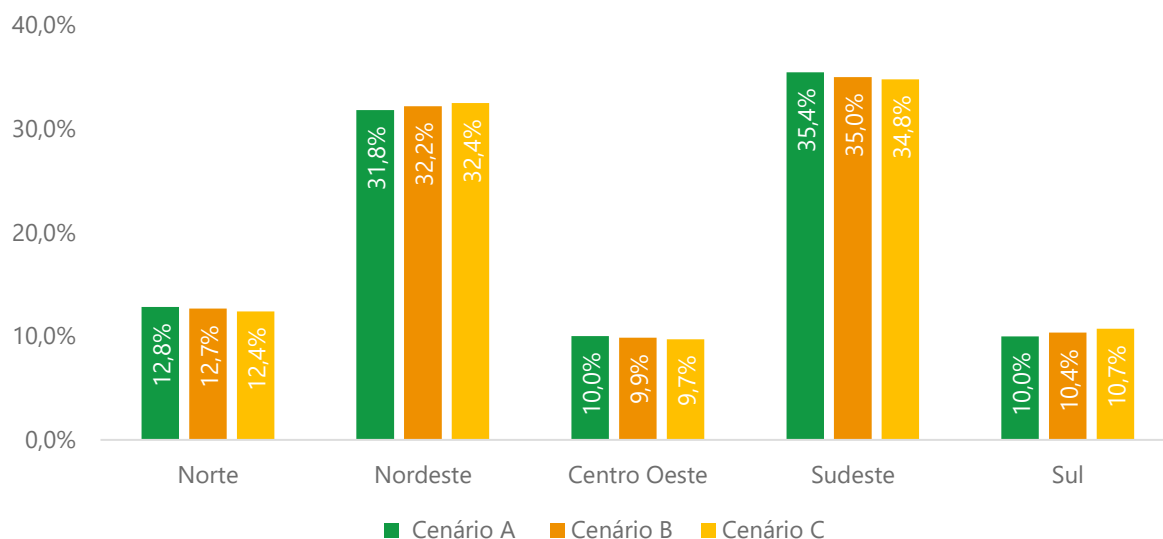
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Se analisados os resultados por região, é possível observar que dos investimentos totais (R\$ 28.662.826.813,61) do Cenário A (sem regionalização),

13% (R\$3.674.030.575,92) devem ser destinados a região Norte; 32% (R\$9.105.156.093,40) para a região Nordeste; 10% (R\$ 2.869.859.121,06) para o Centro Oeste; 35% (R\$10.153.247.047,55) para o Sudeste e; 10% (R\$2.860.533.975,68) para a região Sul.

No Cenário B (com regionalização), dos investimentos totais (R\$26.906.288.953,77) necessários para expansão, 13% (R\$3.408.450.579,53) devem ser destinados para a região Norte; 32% (R\$8.653.157.525,59) para o Nordeste; 10% (R\$2.653.416.349,57) para o Centro Oeste; 35% (R\$ 9.406.269.074,61) para o Sudeste e 10% (R\$2.784.995.424,47) para a região Sul.

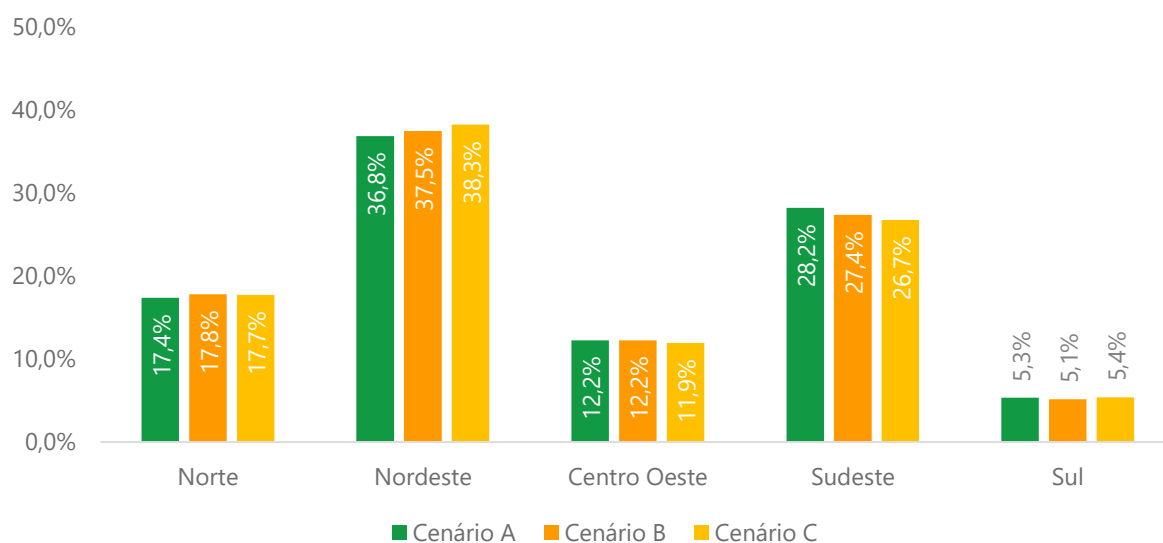
No Cenário C, os investimentos totais (R\$25.891.676.362,50) para a expansão, 12% (R\$3.207.394.597,27) podem ser empenhados para a região Norte, 31% (R\$8.401.394.267,00) para o Nordeste, 10% (R\$2.510.810.680,08) para o Centro Oeste, 35% (R\$8.997.445.913,29) para o Sudeste e 11% (R\$2.774.630.904,85) para o Sul.



**Figura 2: Comparativo entre os percentuais dos investimentos necessários por região com e sem regionalização.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Sobre os resultados dos custos totais de investimentos (em expansão), foi possível observar um potencial de redução de gastos de aproximadamente 6% (~R\$1,8 bilhões), quando adotado o critério de regionalização parcial (Cenário B) e de aproximadamente 10% (~R\$2,8 bilhões), quando adotado 100% de regionalização (Cenário C).



**Figura 3: Comparativo entre os percentuais com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de aterros sanitários.**

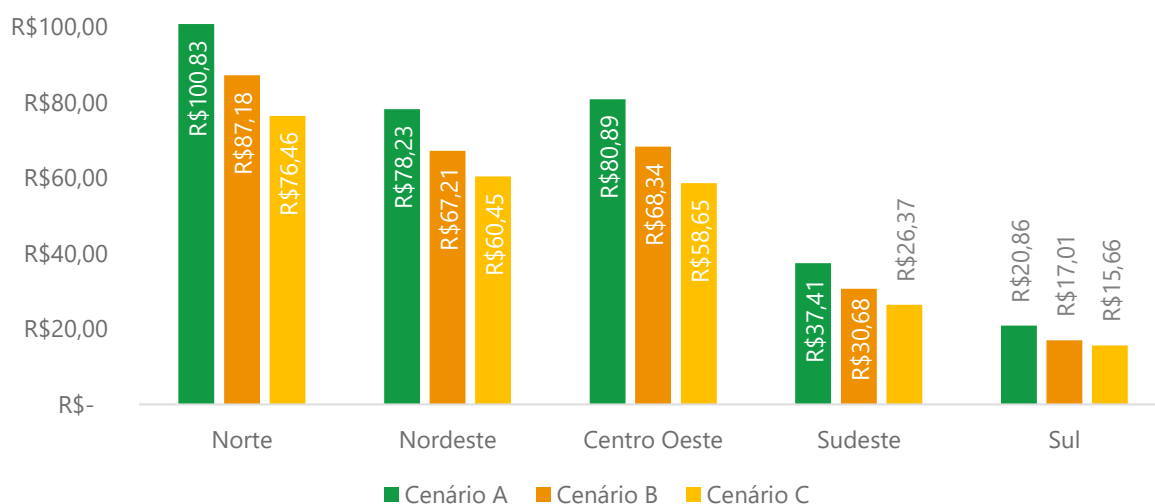
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Para os aterros sanitários, pode-se notar que os maiores volumes de recursos necessários deveriam ser destinados para a região Nordeste (entre 34% e 38%), Sudeste (de 25% a 28%) e Norte (com variações de 16% e 18%). A região Centro Oeste deveria receber entre 11% e 12% dos investimentos, enquanto a região Sul 5%. Vale lembrar, que parte do investimento em expansão deve ser destinada para a erradicação dos lixões (que recebem atualmente ~21 t/ano), enquanto outra proporção deve ser destinada para atender o crescimento populacional e de geração de resíduos (~10 t/ano).

Quando analisados os resultados dos custos por habitantes para a implementação dos aterros, no caso do Cenário A, nota-se que a região Norte é

aquela que mais necessita de investimentos (R\$100,8/ hab), seguida da região Nordeste (R\$ 78,2/hab), Centro Oeste (R\$80,9/hab), Sudeste (R\$37,4/hab) e Sul (R\$20,9/hab). E média para o país, neste cenário sem regionalização, foi de R\$55,4/hab.

Quando adotados os critérios de regionalização para disposição final, a necessidade de investimento por habitante para os aterros sanitários passa a ser a seguinte, respectivamente, para os Cenários B e C: Norte (87,2R\$/hab e R\$76,5/hab), Nordeste (67,2R\$/hab e R\$60,5/hab), Centro Oeste (68,3R\$/hab e R\$58,6/hab), Sudeste (30,7R\$/hab e R\$26,4/hab), Sul (17,0R\$/hab e R\$15,7/hab) e uma média nacional de R\$46,8/hab e R\$41,2/hab.

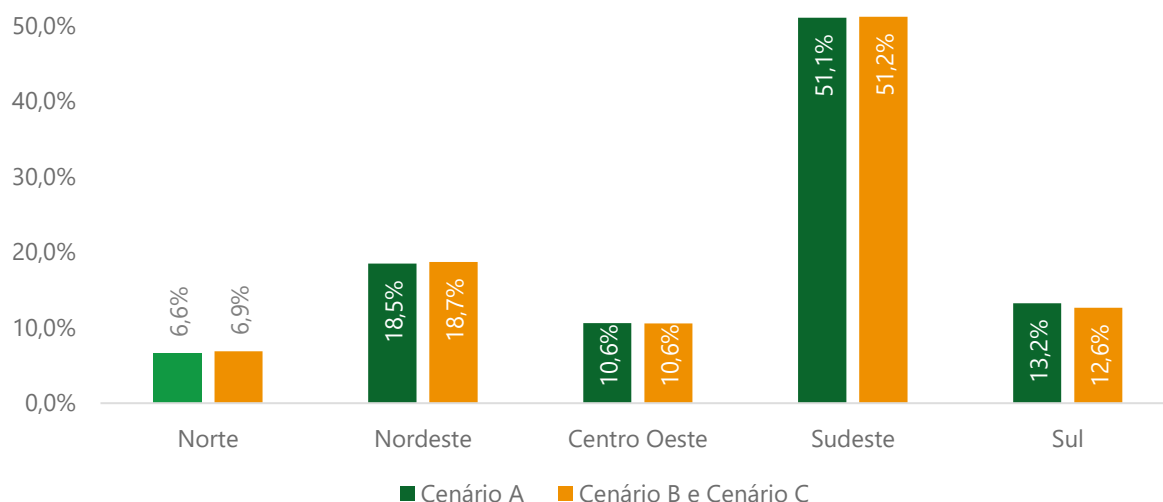


**Figura 4: Comparativo entre os valores *per capita* com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de aterros sanitários.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Sobre os investimentos totais nos aterros sanitários, pode-se visualizar um potencial de economia, em comparação ao Cenário A (sem regionalização), de aproximadamente 16% (~R\$2,08 bilhões) no Cenário B e 26% (~R\$3,44 bilhões) no Cenário C (com regionalização).

No caso da compostagem, se considerado os Cenários B e C (com regionalização), em comparação ao Cenário A (sem regionalização), poderia se obter um ganho de escala que representaria ~11% (~R\$152 milhões) de economia de recursos financeiros.



**Figura 5: Comparativo entre os percentuais com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de unidades de compostagem.**

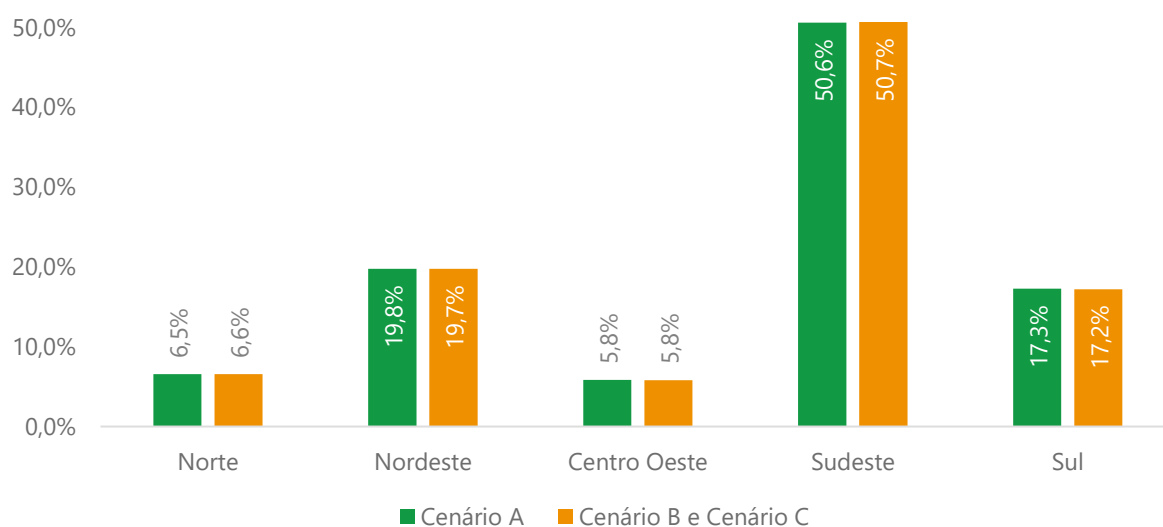
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Sobre este item de engenharia (compostagem), devido ao baixo índice de reaproveitamento dos resíduos orgânicos no país, o maior volume de recursos financeiros deveria ser empenhado na região Sudeste, maior geradora de resíduos, (~51%), seguida das regiões Nordeste (~18% - 19%), Sul (~13%), Centro Oeste (~11%) e Norte (~7%). Estes resultados e relações podem ser compreendidas devido ao número de habitantes e conseqüente geração de RSU de cada uma das regiões.

Se analisados os custos por habitantes, utilizando apenas o exemplo do Cenário A (sem regionalização), seria necessário um investimento de R\$4,1/hab na região norte, R\$4,2/hab na região nordeste, R\$7,4/hab na região centro oeste,

R\$7,2/hab no Sudeste e R\$5,5/hab no sul. A média para o Brasil, no cenário sem regionalização, para se obter ~10% de reaproveitamento dos RSU, seria de R\$5,9/hab.

Para a triagem dos RSU secos, como o critério de regionalização foi apenas para os municípios com menos de 10 mil habitantes, poderia se obter uma economia de ~R\$74 milhões (1%) se implementado o cenário B invés do cenário A. Do recurso total a ser empenhado para a instalação das unidades de triagem, 7% devem ser destinados para a região Norte, 20% para a região Nordeste, 6% para a região Centro Oeste, 51% para o Sudeste e 17% para o Sul.



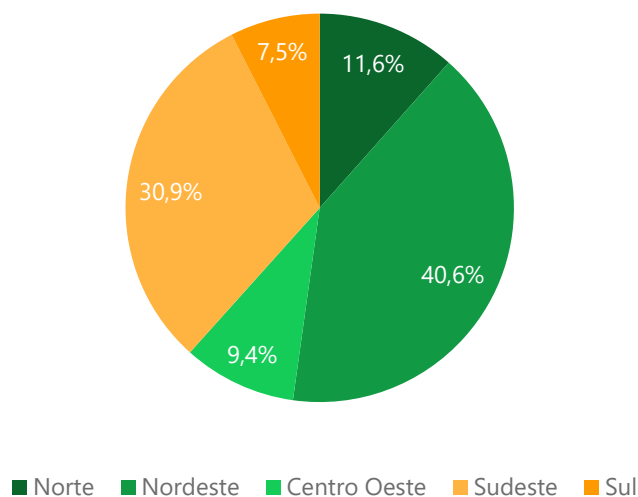
**Figura 6: Comparativo entre os percentuais com e sem regionalização por região dos investimentos necessários para implementação de unidades de triagem.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Quando analisados os custos de investimentos por habitantes, utilizando como exemplo o Cenário A, seriam necessários R\$20,0/hab para a região Norte, R\$22,1/hab para o Nordeste R\$20,3/hab para o Centro Oeste, 35,4/hab para o Sudeste e R\$35,6/hab para o Sul. A média para o Brasil, no Cenário A foi de R\$29,2/hab e nos Cenários B e C de R\$28,9/hab. Estes resultados também se devem ao baixo índice de reaproveitamento dos resíduos secos em todo o país,

às elevadas gerações de resíduos nas regiões mais populosas e, conseqüentemente, a necessidade de elevados investimentos em todas as regiões.

Para a coleta seletiva, os investimentos per capita em transporte dos RSU seriam: R\$23,0/hab para a região Norte, R\$29,5/hab no Nordeste, R\$21,3 no Centro Oeste, R\$14,0/ hab para o Sudeste e R\$10,0/ hab no Sul. A média para o Brasil ficou em R\$19,0 por habitante.



**Figura 7: Percentuais das necessidades de investimentos por região para a coleta seletiva.**

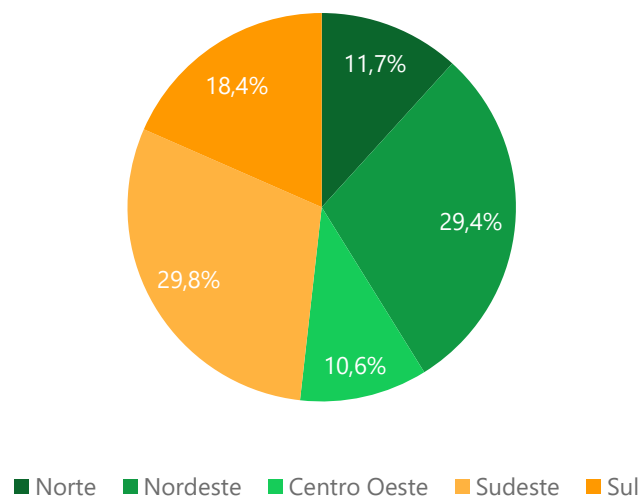
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Sobre os investimentos totais nos transportes da coleta seletiva (R\$4.604.800.547,67), 12% podem ser empenhados na região Norte, 41% na Região Nordeste, 9% no Centro Oeste, 31% no Sudeste e 7% no Sul.

Para os investimentos em expansão dos sistemas de transportes da coleta regular (R\$2.090.933.889,35), 12% devem ser destinados à Região Norte, 29% para o Nordeste, 11% para o Centro Oeste, 30% para o Sudeste e 18% para o Sul. Mesmo com os maiores déficits de atendimento da coleta regular estando nas regiões Norte (24,2%) e Nordeste (21,6%), pode-se notar a necessidade de



grandes volumes de investimentos, por exemplo, na região Sudeste, que apresenta um déficit menor, de 4,4%. Este fato se deve, novamente, ao elevado número de habitantes e geração de RSU, o que demanda grandes quantidade de transporte/caminhões.



**Figura 8: Percentuais das necessidades de investimentos por região para a coleta Regular.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Portanto, quando realizadas as análises da necessidade de investimento per capita, para a coleta regular, pode-se obter os seguintes valores: R\$10,6/hab para a região Norte, R\$9,7/hab para o Nordeste, R\$10,9/hab para o Centro Oeste, R\$6,1/hab para o Sudeste, R\$11,2/hab para o Sul e uma média de R\$8,6/hab para o Brasil.

Sobre as unidades de transbordo aqui consideradas, para o Cenário B, com necessidade de investimentos totais da ordem de R\$554.873.237,6, pode-se notar que 11% deveriam ser destinados para a região Norte (que teria um custo de R\$2,6/hab), 52% para a região Nordeste (R\$4,5/hab), 11% para o Centro Oeste (R\$3,0/hab), 8% para o Sudeste (R\$0,4/hab) e 19% para o Sul (R\$3,0/hab).

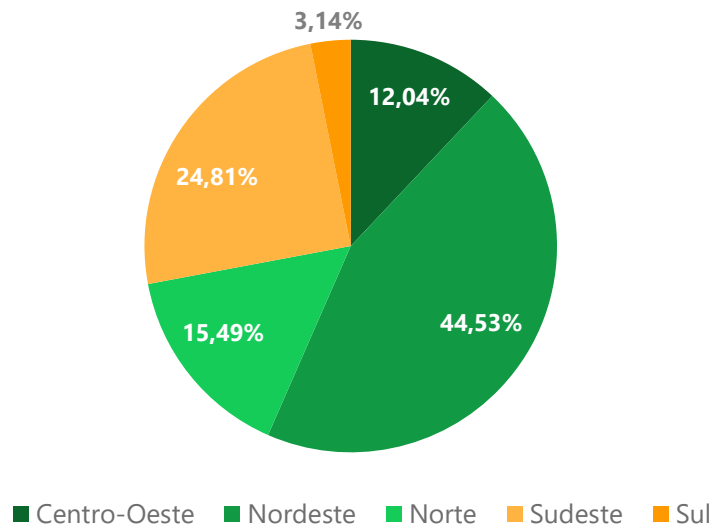
No Cenário C, que considerou 100% dos municípios com aterros regionalizados e necessita de investimentos totais de R\$ 896.988.403,08 para as unidades de transbordo, 12% dos investimentos em expansão deveriam ser empenhados na região Norte (R\$4,7/hab), 52% para a região Nordeste (R\$7,3/hab), 13% para o Centro Oeste (R\$5,7/hab), 8% para o Sudeste (R\$0,7/hab) e 15% para o Sul (R\$4,0/hab).

A elaboração dos projetos de recuperação de lixões foi uma análise a parte e não está relacionada com a depreciação das infraestruturas existentes, uma vez que o investimento deve ser realizado uma única vez. O volume de recursos necessários para o desenvolvimento dos PRAD está estimado em aproximadamente R\$ 245 milhões. A Tabela 3 e o gráfico da Figura 9 apresentam os investimentos necessários por região e para o país.

Tabela 3: Estimativa de Investimento da elaboração de PRAD por região e para o país.

Região	Número de Áreas Degradadas	R\$ Total
Centro-Oeste	344	R\$ 29.300.000,00
Nordeste	1241	R\$ 108.400.000,00
Norte	333	R\$ 37.700.000,00
Sudeste	721	R\$ 60.400.000,00
Sul	114	R\$ 7.650.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>2753</b>	<b>R\$ 243.450.000,00</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).



**Figura 9: Distribuição percentual de investimento na elaboração de PRAD por região.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### 2.2.2. Depreciação e reposição e os investimentos totais

A seguir, por meio da Tabela 4, são apresentadas as necessidades de investimentos relativas à depreciação e reposição das estruturas existentes e que deverão ser implementadas ao longo dos próximos 12 anos (entre 2022 e 2033). Os resultados estão apresentados ano a ano e também somados aos investimentos necessários em expansão, a fim de se obter o valor dos investimentos totais necessários para o período.

Tabela 4: Capacidade instalada de cada eixo de engenharia, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033.

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12	
<b>Aterro A (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	23,50	27,40	31,21	34,95	34,21	33,49	32,79	32,10	31,43	30,77	30,12	29,49	28,87	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	13,45	4,48	4,48	4,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>13,45</b>
Reposição (R\$ bilhões)	0	1,18	1,37	1,56	1,75	1,71	1,67	1,64	1,61	1,57	1,54	1,51	1,47	<b>18,57</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>5,66</b>	<b>5,85</b>	<b>6,04</b>	<b>1,75</b>	<b>1,71</b>	<b>1,67</b>	<b>1,64</b>	<b>1,61</b>	<b>1,57</b>	<b>1,54</b>	<b>1,51</b>	<b>1,47</b>	<b>32,02</b>
<b>Aterro B (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	19,74	23,04	26,26	29,42	28,80	28,20	27,60	27,02	26,46	25,90	25,36	24,82	24,30	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	11,36	3,79	3,79	3,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>11,36</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,99	1,15	1,31	1,47	1,44	1,41	1,38	1,35	1,32	1,30	1,27	1,24	<b>15,63</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>4,78</b>	<b>4,94</b>	<b>5,10</b>	<b>1,47</b>	<b>1,44</b>	<b>1,41</b>	<b>1,38</b>	<b>1,35</b>	<b>1,32</b>	<b>1,30</b>	<b>1,27</b>	<b>1,24</b>	<b>27,00</b>
<b>Aterro C (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	17,39	20,29	23,13	25,91	25,37	24,84	24,31	23,80	23,30	22,81	22,34	21,87	21,41	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	10,01	3,34	3,34	3,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>10,01</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,87	1,01	1,16	1,30	1,27	1,24	1,22	1,19	1,17	1,14	1,12	1,09	<b>13,77</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>4,21</b>	<b>4,35</b>	<b>4,49</b>	<b>1,30</b>	<b>1,27</b>	<b>1,24</b>	<b>1,22</b>	<b>1,19</b>	<b>1,17</b>	<b>1,14</b>	<b>1,12</b>	<b>1,09</b>	<b>23,78</b>
<b>Compostagem A (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	0,05	0,17	0,29	0,41	0,53	0,65	0,77	0,89	1,01	1,13	1,24	1,36	1,48	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	1,43	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	<b>1,43</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	<b>0,43</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>1,85</b>

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12	
<b>Compostagem B e C (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	0,05	0,15	0,26	0,37	0,47	0,58	0,69	0,79	0,90	1,01	1,11	1,22	1,32	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	1,28	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	<b>1,28</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	<b>0,38</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>1,66</b>
<b>Triagem A (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	3,23	3,82	4,42	5,01	5,60	6,19	6,78	7,37	7,96	8,55	9,14	9,73	10,32	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	7,09	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	<b>7,09</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	<b>3,89</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>0,75</b>	<b>0,78</b>	<b>0,81</b>	<b>0,84</b>	<b>0,87</b>	<b>0,90</b>	<b>0,93</b>	<b>0,96</b>	<b>0,99</b>	<b>1,02</b>	<b>1,05</b>	<b>1,08</b>	<b>10,98</b>
<b>Triagem B e C (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	3,20	3,79	4,37	4,95	5,54	6,12	6,71	7,29	7,88	8,46	9,05	9,63	10,22	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	7,01	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	<b>7,01</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	<b>3,85</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>0,74</b>	<b>0,77</b>	<b>0,80</b>	<b>0,83</b>	<b>0,86</b>	<b>0,89</b>	<b>0,92</b>	<b>0,95</b>	<b>0,98</b>	<b>1,01</b>	<b>1,04</b>	<b>1,07</b>	<b>10,86</b>
<b>Coleta Seletiva (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	3,09	3,47	3,85	4,24	4,62	5,01	5,39	5,77	6,16	6,54	6,92	7,31	7,69	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	4,60	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	<b>4,60</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,31	0,35	0,39	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,65	0,69	0,73	<b>6,24</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		<b>0,69</b>	<b>0,73</b>	<b>0,77</b>	<b>0,81</b>	<b>0,85</b>	<b>0,88</b>	<b>0,92</b>	<b>0,96</b>	<b>1,00</b>	<b>1,04</b>	<b>1,08</b>	<b>1,11</b>	<b>10,84</b>
<b>Coleta Comum (R\$ bilhões)</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	13,98	14,16	14,33	14,51	14,68	14,86	15,03	15,20	15,38	15,55	15,73	15,90	16,08	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	2,09	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	<b>2,09</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	1,40	1,42	1,43	1,45	1,47	1,49	1,50	1,52	1,54	1,56	1,57	1,59	<b>17,93</b>

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8	t=9	t=10	t=11	t=12	
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		1,57	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	1,71	1,73	1,75	1,76	<b>20,02</b>
<b>Transbordo B (R\$ bilhões)</b>														
	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	0,25	0,29	0,34	0,39	0,43	0,48	0,53	0,58	0,62	0,67	0,72	0,76	0,81	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	0,56	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>0,56</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	<b>0,61</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	<b>1,17</b>
<b>Transbordo C (R\$ bilhões)</b>														
	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	
Capacidade Instalada (R\$ bi)	0,25	0,32	0,40	0,47	0,55	0,62	0,69	0,77	0,84	0,92	0,99	1,07	1,14	<b>Total</b>
Expansão (R\$ bilhões)	0,90	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	<b>0,90</b>
Reposição (R\$ bilhões)	-	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	<b>0,79</b>
<b>Total (R\$ bilhões)</b>		0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	<b>1,69</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Primeiro, faz-se necessário compreender os componentes e valores da Tabela 4. A capacidade instalada é aquela relativa as estruturas (de transporte, transbordo, tratamento e disposição de RSU) existentes. Por exemplo, se ~30% dos RSU eram dispostos de maneira inadequada em 2020 e para suprir esta demanda, são necessários investimentos da ordem de ~R\$ 9,6 bilhões (aqui sem contar o crescimento populacional), portanto, a capacidade instalada e que deverá ser depreciada e repostada 5% ao ano é de ~R\$ 23,5 bilhões (equivalente a estrutura existente, que estava recebendo os 70% dos RSU dispostos em aterros sanitários).

Esta lógica seguiu para todos os demais itens de engenharia, isto é, a capacidade instalada é aquela existente e que deverá ser repostada ano a ano, somada (nos períodos seguintes) aos novos investimentos realizados em expansão. Vale aqui lembrar, conforme detalhado no item 1.1. (Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos), que o fator de depreciação adotado para as unidades de triagem, compostagem e aterros foi de 5% ao ano e para os transportes (caminhões) de 10% ao ano.

Outros dois aspectos importantes a serem lembrados, são: 1) no caso dos cenários B e C, a reposição também foi calculada considerando os fatores de regionalização, aplicados sobre estimativa da capacidades instalada e; 2) foi realizada a subtração das massas que poderiam ser enviadas para os aterros e foram destinadas para as unidades de triagem e compostagem, a fim de não haver dupla contagem.

Ou seja, nas metas de envio dos RSU para a triagem e compostagem, temos ~15% de reaproveitamento dos RSU pela via da triagem e ~10% pela compostagem, somando (para os próximos 12 anos) ~25% de reaproveitamento dos RSU, de forma que os investimentos em triagem e compostagem devem ser feitos ao longo dos próximos 12 anos, desta forma serão retirados dos aterros ~2,1% ao ano da quantidade de resíduos. Assim, a necessidade de investimento em reposição dos aterros foi calculada considerando a redução de 2,1% ao ano.

Desta forma, os investimentos totais são compostos pela estrutura que está sendo depreciada ano a ano (investimentos necessários em reposição), somada aos investimentos necessários em expansão.

Como apenas a erradicação dos lixões ou a implementação dos aterros sanitários em todo o território nacional, devem ter os investimentos em expansão realizados até 2024, pode-se notar um maior volume de recursos financeiros, para este caso (dos aterros sanitários), nos três primeiros anos. Nos demais itens de engenharia ou etapas de MRSU, pode-se notar que os investimentos podem ser diluídos ao longo dos próximos 12 anos, já que as metas devem ser cumpridas entre 2022 e 2033.

É importante destacar também, que nos casos que haja mais estruturas já implantadas, as proporções de investimentos em reposição tendem a ser maiores que os investimentos em expansão. No caso dos aterros sanitários, a reposição representa 58% dos investimentos totais dos três cenários, enquanto a expansão 42%. Apenas como exemplo, os investimentos em expansão no Cenário A, seriam da ordem de R\$13,45 bilhões (42%) e em reposição de R\$18,57 (58%), dos investimentos totais necessários (R\$32,02) para os próximos 12 anos.

No caso dos investimentos em transportes para a coleta regular, esta proporção é ainda maior para a reposição (90%), enquanto o volume de investimentos em expansão representa 10% do valor total (R\$ 20,02 bilhões).

Para o modal de transporte da coleta seletiva, seriam necessários investimentos da ordem de R\$ 4,6 bilhões em expansão (que representa 42% dos investimentos totais) e R\$6,24 bilhões em reposição (que representa 58% dos recursos totais).

Contudo, quando analisados os eixos que apresentam os mais baixos indicadores – no caso da quantidade (toneladas) de reaproveitamento dos resíduos secos recicláveis pela via tecnológica da triagem e o reaproveitamento de resíduos úmidos orgânicos pela via tecnológica da compostagem – e que, portanto, possuem baixa



capacidade instalada, pode-se notar que o maior volume de recursos necessários, estão relacionados ao investimento em expansão.

No caso das unidades de triagem, com relação aos investimentos totais necessários (R\$ 10,98 bilhões para o Cenário A e R\$10,86 bilhões para os Cenários B e C), esta proporção é de 65% para os investimentos em expansão e 35% para os investimentos em reposição. Para as unidades de compostagem (que necessitam de recursos totais entre R\$1,85 bilhões no Cenário A e R\$1,66 bilhões nos Cenários B e C), os investimentos em expansão representam 77% e em reposição 23%.

Para o transbordo, no Cenário B (com investimentos totais de R\$1,17 bilhões) 48% dos investimentos deveriam ser destinados à expansão e 52% à reposição. No Cenário C (com necessidade de investimentos totais de R\$1,69 bilhões), 53% devem ser destinados a expansão e 47% para a reposição. Neste caso, essas diferenças de proporção de devem as unidades de transbordo serem conhecidas e, portanto, fixas para os cálculos da capacidade instalada.

Se somados os investimentos de todos os eixos engenharia, no Cenário A (sem regionalização), os recursos totais a serem despendidos em expansão seria da ordem de R\$28,66 bilhões (38%) e em reposição de R\$47,06 bilhões (62%), totalizando um volume de aproximadamente R\$75,72 bilhões para os próximos 12 anos (2022/2033).

No Cenário B, para expansão seriam necessários aproximadamente R\$26,92 bilhões (38%) e para reposição R\$44,63 bilhões (62%), totalizando um volume aproximado de R\$ 71,55 bilhões. No Cenário C, os investimentos em expansão seriam de R\$25,89 bilhões (38%) e em reposição de R\$42,96 bilhões (62%), totalizando um investimento total de R\$68,85 bilhões.

Considerando apenas o volume de recursos necessários para reposição dos sistemas (existentes e a serem expandidos), no Cenário A, se dividido o valor de

R\$47,06 bilhões pela população de 2033 (242.670.350,21), pelo período de 12 anos, chega-se a um valor por habitante de R\$16,16 ao ano e R\$1,35 ao mês.

Fazendo o mesmo exercício para o Cenário B e C, estes valores seriam de R\$15,33/hab/ano ou R\$1,28/hab/mês e R\$14,75/hab/ano ou R\$1,23/hab/mês, respectivamente. Isto sugere que os investimentos em expansão possam ser realizados por meio de apoio governamental, enquanto os investimentos em reposição poderiam ser realizados por meio de tarifas específicas para os serviços de MRSU.

### 2.3. Considerações Finais

Este estudo teve como principal objetivo o desenvolvimento de um arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos necessários para universalização dos serviços relacionados ao manejo de resíduos sólidos urbanos, de forma que os cálculos possam vir a ser revisados periodicamente.

Portanto, tendo em vista a automaticidade dos cálculos e possibilidade de revisões periódicas, a base de dados utilizada foi a do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) para o setor de resíduos sólidos. As informações contidas no banco de dados do SNIS são fornecidas anualmente pelos municípios, titulares dos serviços de manejo de RSU, portanto a partir da metodologia desenvolvida a avaliação dos investimentos necessários poderá ser atualizada anualmente considerando os avanços obtidos na gestão de resíduos pelos municípios.

Foram levantados os déficits de atendimento atual e confrontados com a demanda a partir das metas estabelecidas pelas políticas e planos nacionais referentes ao setor, considerando também na demanda a projeção populacional futura tendo como horizonte de análise final o ano de 2033. Neste estudo os serviços prestados foram nomeados como setores de engenharia, compostos pelos seguintes serviços de

MRSU: 1. Coleta Regular; 2. Coleta Seletiva; 3. Triagem de Recicláveis; 4. Compostagem de Orgânicos; 4. Estações de Transbordo e 5. Disposição Final em Aterro Sanitário.

Para os cálculos de investimentos em coleta regular e coleta seletiva o investimento foi relacionado com a população não atendida no tempo presente, acrescido da população a ser atendida em 2033. Para triagem, compostagem e aterro sanitário o cálculo foi realizado por tonelada de resíduos, ou seja, quantidade de toneladas a serem destinadas para triagem, compostagem e aterro considerando o déficit atual e a demanda futura. Assim, a partir das novas informações do SNIS nos anos subsequentes os déficits serão recalculados e conseqüentemente os investimentos necessários para atendimento das metas.

Complementarmente, foi realizada análise sobre a regionalização da destinação de resíduos, considerando as políticas públicas de incentivo à regionalização de estruturas de tratamento e disposição final. Para este cenário de regionalização também foram considerados investimentos em estações de transbordo.

Todos os cálculos foram feitos considerando os investimentos na implementação de infraestrutura: caminhões de coleta, unidades de triagem e compostagem, estações de transbordo e aterro sanitário, não considerando custos operacionais destes serviços.

Os cálculos foram realizados por eixo de engenharia e ao final somados para chegar ao investimento total, tendo sido estabelecidos três cenários diferentes: Cenário A que não considerada o compartilhamento de estruturas entre municípios, Cenário B que considera a regionalização a partir de percentual diferente para cada região e o Cenário C que considera 100% de regionalização.

Os resultados resumidos, para expansão e reposição, estão apresentados na Tabela 5 e no Figura 10.

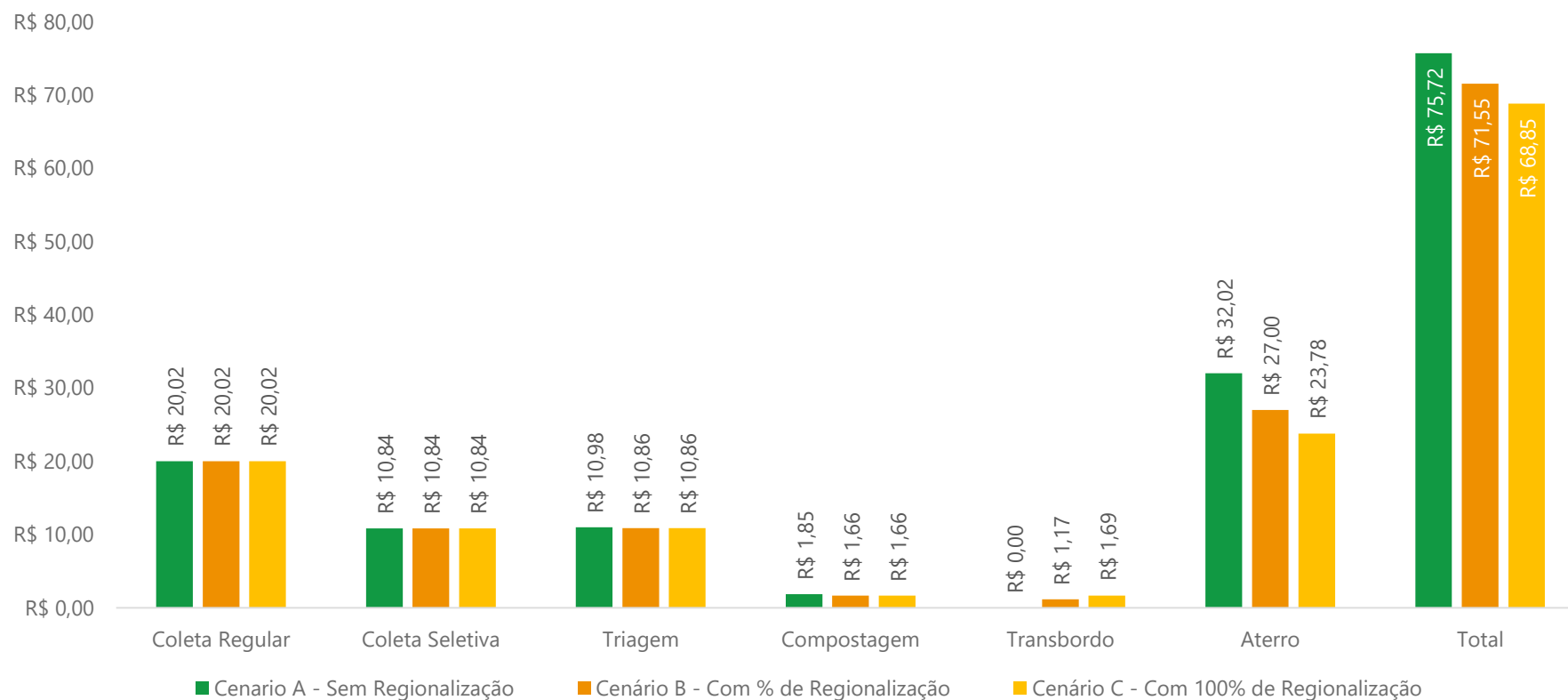
Para o Cenário A estimativa de investimentos até 2033 é de aproximadamente R\$76 bilhões, para o Cenário B cerca de R\$71 bilhões e para o Cenário C de R\$69

bilhões, uma diferença de cerca de R\$ 7,0 bilhões, ou seja 9% de economia, quando consideramos a utilização conjunta destas infraestruturas. Sendo que a maior redução de investimentos está concentrada nos aterros sanitários que são as estruturas com maior potencial de compartilhamento. Deve-se considerar também que os ganhos de escala com a regionalização terão ainda maior impacto na operacionalização destas unidades.

Tabela 5: Necessidade de investimentos em expansão e em reposição per capita por cenário.

Cenário A - Sem Regionalização							
	Coleta Regular	Coleta Seletiva	Triagem	Compostagem	Transbordo	Aterro	Total
Expansão	R\$ 2,09	R\$ 4,60	R\$ 7,09	R\$ 1,43	R\$ 0,00	R\$ 13,45	R\$ 28,66
Reposição	R\$ 17,93	R\$ 6,24	R\$ 3,89	R\$ 0,43	R\$ 0,00	R\$ 18,57	R\$ 47,06
Total	R\$ 20,02	R\$ 10,84	R\$ 10,98	R\$ 1,85	R\$ 0,00	R\$ 32,02	R\$ 75,72
Cenário B - Com % de Regionalização							
	Coleta Regular	Coleta Seletiva	Triagem	Compostagem	Transbordo B	Aterro B	Total B
Expansão	R\$ 2,09	R\$ 4,60	R\$ 7,01	R\$ 1,28	R\$ 0,56	R\$ 11,36	R\$ 26,92
Reposição	R\$ 17,93	R\$ 6,24	R\$ 3,85	R\$ 0,38	R\$ 0,61	R\$ 15,63	R\$ 44,63
Total	R\$ 20,02	R\$ 10,84	R\$ 10,86	R\$ 1,66	R\$ 1,17	R\$ 27,00	R\$ 71,55
Cenário C - Com 100% de Regionalização							
	Coleta Regular	Coleta Seletiva	Triagem	Compostagem	Transbordo C	Aterro C	Total C
Expansão	R\$ 2,09	R\$ 4,60	R\$ 7,01	R\$ 1,28	R\$ 0,90	R\$ 10,01	R\$ 25,89
Reposição	R\$ 17,93	R\$ 6,24	R\$ 3,85	R\$ 0,38	R\$ 0,79	R\$ 13,77	R\$ 42,96
Total	R\$ 20,02	R\$ 10,84	R\$ 10,86	R\$ 1,66	R\$ 1,69	R\$ 23,78	R\$ 68,85

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).



**Figura 10: Necessidade de investimentos em expansão e em reposição per capita por cenário.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Pode-se destacar que dentre os valores totais em expansão, entre 39% e 47% devem ser destinados para implantação dos aterros sanitários e erradicação dos lixões; 25% e 26% para a instalação das unidades de triagem; entre 16% e 18% para a coleta seletiva; entre 7% e 8% para a coleta comum; 5% para as unidades de compostagem e; entre 2% e 3% para as unidades de transbordo.

Ainda sobre o total dos investimentos em expansão, 35% dos recursos devem ser destinados para a região Sudeste; 32% para o Nordeste; 13% para o Norte; 10% para o Centro-Oeste e; 10% para a região Sul.

Importante destacar que os investimentos em expansão referem-se ao atendimento da demanda calculada e os investimentos em reposição referem-se a depreciação das estruturas existentes e a serem implantadas. Ou seja, a reposição demonstra os investimentos necessários pra manter os índices de atendimento, como por exemplo quando um aterro sanitário existente deve ser encerrado pelo fim da sua vida útil a reposição demonstra a necessidade de investimento em outro aterro para recebimento destes resíduos que já eram dispostos adequadamente, assim como para os caminhões de coleta e demais estruturas.

Assim, para os serviços que atualmente têm melhores níveis de atendimento e conseqüentemente uma capacidade instalada de grande valor, os maiores investimentos ao longo dos próximos anos referem-se a reposição destas estruturas e não à sua expansão.

Os cálculos da depreciação trouxeram à tona dois importantes dados. Primeiro, que os valores da reposição representam ~62% dos valores totais a serem investidos no setor de MRSU. Segundo, que os cálculos dos investimentos em reposição (considerando todo o período de 2022-2033) podem chegar aos valores de R\$16,16/hab/ano e R\$1,35/hab/mês para o Cenário A; R\$15,33/hab/ano e

R\$1,28/hab/mês para o Cenário B e; R\$14,75/hab/ano e R\$1,23/hab/mês para o Cenário C. Fato que demonstra a pertinência da tarifa para os serviços de MRSU, que poderia auxiliar neste importante item de investimento.

Ainda sobre os investimentos em reposição, é importante destacar que as localidades que possuem maior capacidade instalada, são aquelas que ao longo do tempo irão necessitar de mais recursos inerentes a depreciação das estruturas existentes.

Como considerações finais, sugere-se a realização dos seguintes estudos específicos para o Brasil, a fim de contribuir para a melhoria deste método e resultados dele derivados: i) definição de territórios para a regionalização do MRSU, considerando as especificidades de cada localidade, diferentes níveis populacionais, distâncias e geração de RSU; ii) definição de critérios e indicadores de gestão e atendimento para a etapa de limpeza urbana e; iii) levantamento de dados, atualizados ano a ano, através do SNIS, sobre os custos de investimentos de todas as etapas de MRSU e também da etapa de limpeza urbana.



### 3. DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Neste Capítulo, será apresentado o arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e, por conseguinte, as estimativas de investimentos para o setor.

Nesse contexto, a Seção 3.1 apresenta os aspectos gerais relativos aos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. A Seção 3.2 apresenta os principais conceitos desse tema no Marco Legal do Saneamento. A Seção 3.3 apresenta os principais desafios e limitações da metodologia utilizada no presente estudo para realização das estimativas de investimentos. A Seção 3.4 descreve em detalhes a metodologia proposta. A Seção 3.5 mostra a aplicação da metodologia e os resultados dos cálculos. A Seção 3.6 traz diversas sugestões de aperfeiçoamento do presente estudo. Finalmente, a última seção traz as considerações finais.

#### 3.1. Aspectos dos Sistemas de Drenagem e Manejo das Água Pluviais Urbanas

Definidos na legislação brasileira como um dos quatro eixos do saneamento básico, na maioria das regiões os serviços e os sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais são um dos componentes fundamentais da infraestrutura urbana. Assim como o sistema de esgotamento sanitário, esse sistema é um importante gerador de externalidades, geralmente positivas, e muito contribui para a segurança e para a qualidade de vida da população. No entanto, ainda há no Brasil um déficit relevante de sistemas drenagem adequados. Inundações, alagamentos e enxurradas são cada vez mais frequentes.

Diversos fatores inerentes à expansão das cidades no país agravam a ocorrência desses eventos. Notadamente, a urbanização desordenada, a impermeabilização excessiva do solo, o assoreamento de rios e a inadequada ocupação dos espaços nas cidades.

Não obstante, além desafios trazidos pela urbanização desordenada em grande parte das cidades, o Brasil é um país continental que abriga nove ecossistemas e doze bacias hidrográficas, cada uma com características particulares. Existem diferenças significativas entre os regimes pluviométricos das diversas regiões do Brasil. Em uma grande porção do território nacional predomina o clima tropical no qual as estações são marcadas pela seca no inverno e chuvas intensas no verão, ocasionando frequentes desastres como inundações, enchentes e deslizamentos de terra. Em oposição, o semiárido é caracterizado por temperaturas elevadas, baixa amplitude térmica anual e chuvas escassas e mal distribuídas, com longos períodos de seca.

Isso impõe uma natural complexidade ao tema da universalização dos sistemas de drenagem. Há que se prover soluções customizadas para cada local, que conciliem o desenvolvimento urbano e as condições climáticas, ambos com características específicas de cada localidade. E, decorrente disso, a tarefa de se estimar os investimentos para universalização desses serviços não é trivial. Seja porque a demanda pela implantação de sistemas varia muito de local para local, seja porque as soluções e custos para cada local delas pode variar sobremaneira.

Por fim, importante registrar que, além da falta de investimentos, o uso de técnicas de drenagem urbana como a simples canalização dos córregos e rios sem que se trate do problema de forma mais integrada a soluções urbanísticas como, por exemplo, aumento da permeabilidade do solo, pode ter externalidades negativas e transferir as inundações para jusante. Isso traz impactos sobre os meios receptores, podendo causar poluição desses meios, alterações do regime hidrológico,

assoreamento, contaminação de populações ribeirinhas por doenças de veiculação hídrica e incorporação de metais pesados na cadeia alimentar, com impactos na fauna e flora locais, dentre outras consequências [Baptista e Nascimento (2002)].

A utilização de técnicas mais integradas ao meio urbano para controle das águas pluviais é tema ainda pouco desenvolvido tanto no planejamento nacional quanto nos planejamentos regionais e merece atenção para os próximos anos. Nas estimativas de investimentos deste estudo não estão contempladas eventuais ações para melhorar a permeabilidade e retenção da água nas instalações urbanas.

### 3.2. Conceitos de drenagem urbana no Marco Legal do Saneamento

A Lei Federal do Saneamento, Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (“LF 11.445/07”), atualizada pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 (Novo Marco Legal do Saneamento Básico), define como princípios fundamentais dos serviços de saneamento básico **a disponibilidade, em áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, assim como a manutenção das redes de drenagem.**

*Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:*

*[...]*

*IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;*

Os serviços são definidos em maiores detalhes no Artigo 3º da referida Lei, e incluem, além da instalação da infraestrutura de transporte e retenção para o amortecimento de vazões de cheias, as etapas seguintes de tratamento e disposição final das águas drenadas.

*Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei, considera-se:*

*[...]*

*d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes;*

Nessa mesma linha versa o Artigo Art. 3º-D da LF 11.445/07, separando os serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas em quatro atividades principais:

*Art. 3º-D. Consideram-se serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas aqueles constituídos por 1 (uma) ou mais das seguintes atividades:*

*I - drenagem urbana;*

*II - transporte de águas pluviais urbanas;*

*III - detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias; e*

*IV - tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas.*

Interessante notar que o serviço de limpeza do sistema de drenagem é incluído dentro das atividades de serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos.

*Art. 7º Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:*

*[...]*

*III - de varrição de logradouros públicos, de limpeza de dispositivos de drenagem de águas pluviais, de limpeza de córregos e outros serviços, tais como poda, capina, raspagem e roçada, e de outros eventuais serviços de limpeza urbana, bem como de coleta, de acondicionamento e de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos provenientes dessas atividades.*

*(grifado)*

Em relação à cobrança pelos serviços, o Artigo 29 da LF 11.445/07 institui de forma geral a cobrança dos serviços de saneamento básico para se assegurar a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços prestados, além de outras formas eventualmente necessárias como, por exemplo, subsídios e subvenções. O inciso terceiro do mesmo artigo, por sua vez, trata especificamente dos serviços de drenagem, possibilitando sua cobrança por meio de tributos, taxas, tarifas ou preços públicos.

*"Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:*

*[...]*

*III - de Drenagem e Manejo das Águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.*

Mais adiante, o Artigo 36 da LF 11.445/07 vincula a cobrança do serviço de drenagem aos percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento em cada lote urbano, e possibilita dois outros critérios para a definição do valor: nível de renda da população atendida e as características dos lotes urbanos.

*Art. 36. A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais*

*de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:*

*I - o nível de renda da população da área atendida;*

*II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.*

Embora o estudo da cobrança dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais não seja o tema central do presente trabalho, é central para a trajetória de universalização dos serviços, posto que atualmente os investimentos nesses sistemas vêm, essencialmente, de recursos fiscais e acabam recebendo baixa prioridade nos orçamentos públicos. Assim, o ANEXO I traz interessantes casos práticos de cidades que já implementaram a cobrança dos serviços.

Por fim, o Novo Marco do Saneamento trouxe importantes definições em relação à prestação regionalizada dos serviços de saneamento básico, que inclui o eixo drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Em que pese estes serem, na maioria das vezes, serviços de natureza local, é importante ter em mente que a regionalização permite diferentes formas de organização administrativa dos serviços e de cálculo do equilíbrio econômico-financeiro. Permite, ainda, eventual aglutinação dos serviços de drenagem a outros serviços de saneamento básico como abastecimento de água e esgotamento sanitário.

*Art. 3º Para fins do disposto nesta Lei, considera-se:*

*VI - prestação regionalizada: modalidade de prestação integrada de um ou mais componentes dos serviços públicos de saneamento básico em determinada região cujo território abranja mais de um Município, podendo ser estruturada em:*

*a) região metropolitana, aglomeração urbana ou microrregião: unidade instituída pelos Estados mediante lei complementar, de acordo com o § 3º do art. 25 da Constituição Federal, composta de agrupamento de Municípios limítrofes e instituída nos termos da Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole);*

b) *unidade regional de saneamento básico: unidade instituída pelos Estados mediante lei ordinária, constituída pelo agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, para atender adequadamente às exigências de higiene e saúde pública, ou para dar viabilidade econômica e técnica aos Municípios menos favorecidos;*

c) *bloco de referência: agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, estabelecido pela União nos termos do § 3º do art. 52 desta Lei e formalmente criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares;*

### 3.3. Desafios e Limitações Metodológicas

Este capítulo discorre sobre os principais desafios e limitações dos cálculos realizados neste relatório para se estimar o total de investimentos necessários para universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil.

#### 3.3.1. Fontes de dados específicos para drenagem

Um dos principais desafios para a elaboração do presente estudo foi a limitada produção de dados e informações disponíveis acerca dos serviços de drenagem no Brasil. Os diagnósticos anuais do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), por exemplo, passou a coletar informações desses serviços apenas em 2015. E já em 2016 não houve coleta de dados. Assim, na data de emissão deste relatório, essa base trazia dados referentes a cinco anos: 2015, 2017, 2018, 2019 e 2020.

Além disso, os campos e as informações coletadas por esse sistema ainda são relativamente limitados em relação à drenagem urbana e, como para os demais serviços de saneamento, os dados são autodeclarados. Isso resulta em um grau mais baixo de confiabilidade decorrente, por exemplo, de eventuais entendimentos distintos

que os municípios possam ter acerca informações a serem prestadas e a própria limitação em relação ao número de municípios que efetivamente envia informações.

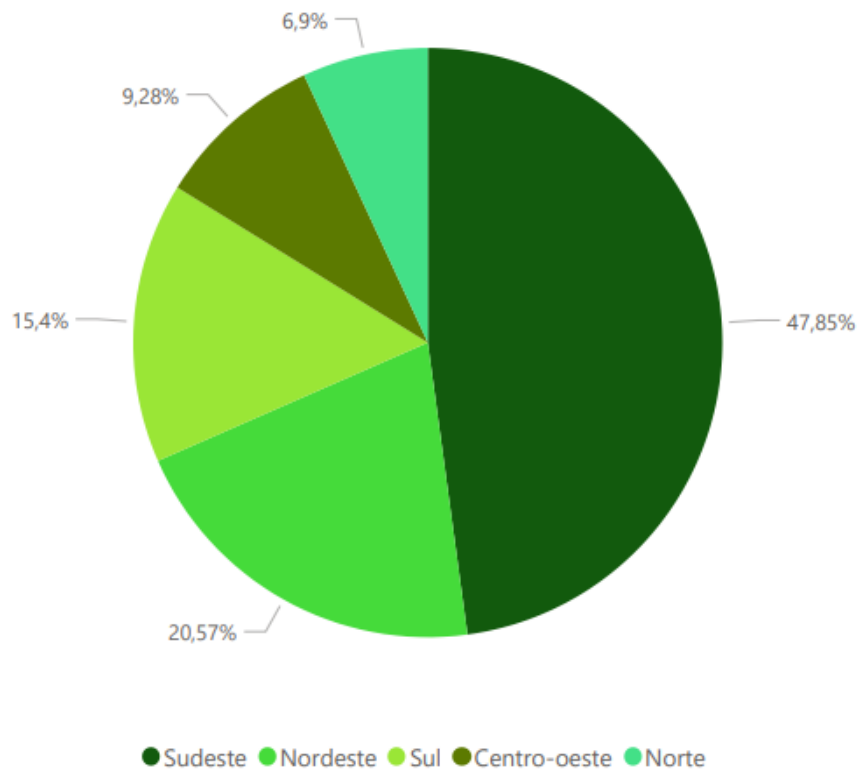
Apesar de tais limitações, essa é a fonte de dados com melhor desenvolvimento nos últimos anos. Recentemente o SNIS para Drenagem e Águas Pluviais (SNIS-AP) publicou o seu 5º diagnóstico, com ano de referência de 2020. Foram, ao todo, 4.107 municípios que responderam ao questionário, ou 73,8% do total de municípios brasileiros.

### *3.3.2. Falta de Planos de Drenagem e Planos Municipais de Saneamento Básico*

Considerando que os investimentos nos sistemas de drenagem dependem substancialmente das condições de cada região, entende-se que a melhor fonte para se estimar os investimentos para universalização do serviço sejam os planos municipais de saneamento e planos diretores de drenagem das cidades. Por meio de análise e dimensionamento específicos para cada município, esses planos contêm soluções customizadas e, portanto, com elevado grau de precisão quando comparados a metodologias que utilizam projeções estatísticas e parâmetros gerais, calculados com base em dados de outros municípios.

Ao longo da elaboração do presente trabalho foram coletados planos municipais disponíveis em fontes públicas (sítios das prefeituras, por exemplo), tendo como premissa a disponibilidade dos dados de investimentos. Foram reunidos os dados de algumas das maiores cidades do Brasil, predominantemente das regiões sul e sudeste, onde há uma maior urbanização da área e maior número de domicílios sujeitos a risco de inundação segundo dados do SNIS-AP 2020. Essa região abrange 63,25% dos investimentos realizados em 2020, como apresentado na Figura 11.





**Figura 11: Porcentagem dos investimentos realizados por região em 2020**

Fonte: SNS/MDR (2021).

Desafortunadamente, dos 4.107 municípios que responderam ao SNIS-AP 2020, somente 714 (17,38%) possuem Plano de Drenagem. Deste total, a parcela que se tem disponível é pequena. Não obstante, dos planos que se conseguiu acesso, uma parte relevante não tem a estimativa financeira para os investimentos que seriam necessários para a universalização da drenagem na cidade.

Assim, o segundo desafio relevante para a estimativa de investimentos para universalização da drenagem no Brasil é a falta de planejamento dos municípios para esses serviços. Seja porque o número de municípios para os quais não há dados específicos é relevante em relação ao total de municípios e, portanto, os investimentos precisam ser estimados com base em parâmetros gerais, seja porque a base de

informações para se estimar tais parâmetros (como por exemplo investimentos por habitante – R\$/hab.) é pequena.

### 3.3.3. Medida de déficit dos serviços de drenagem

Para se estimar o total de recursos financeiros necessários para a universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais até 2033 no Brasil é necessário, primeiro, se calcular o déficit. Ou seja, a partir da situação atual, qual a parcela da população (ou área de cada município) que necessita ser atendida por investimentos para sair da situação de risco de inundação.

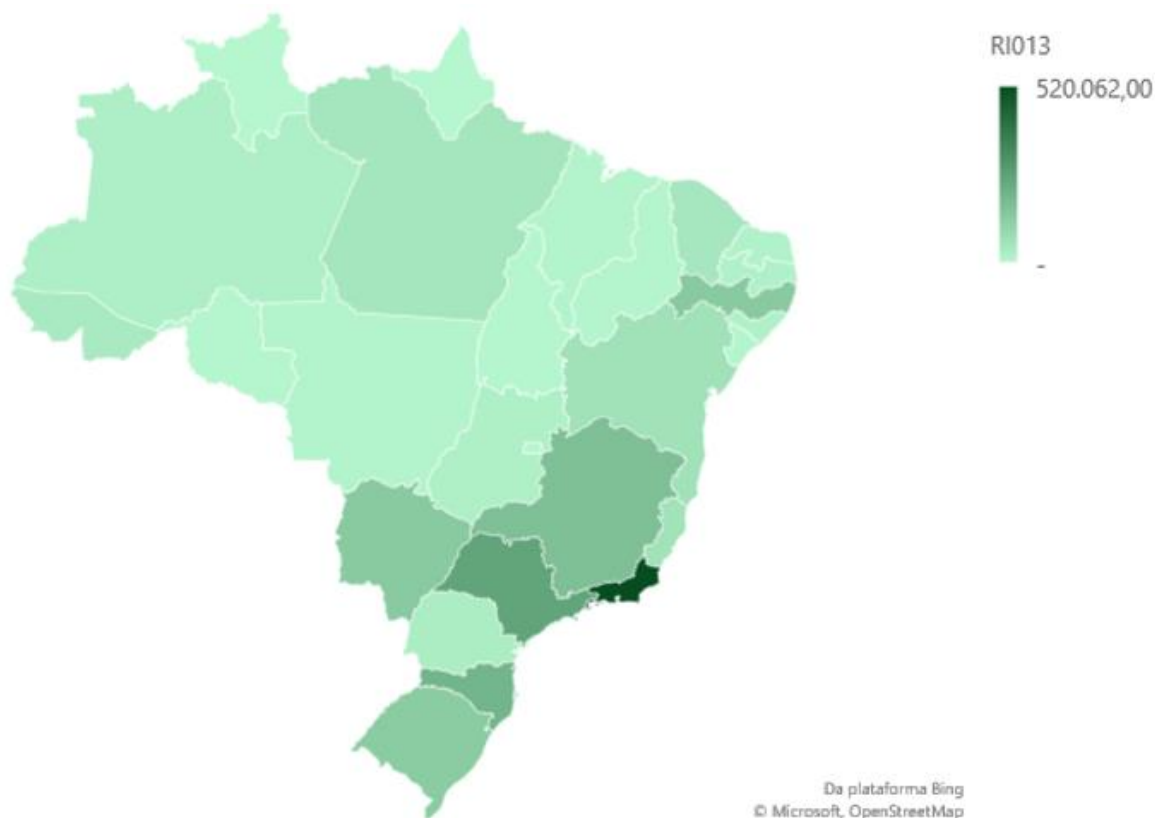
Comparando-se aos demais eixos do saneamento, o cálculo do déficit para a drenagem é particularmente complexo. Diferentemente dos demais, os investimentos em infraestrutura de microdrenagem e macrodrenagem necessários em cidades com população e área semelhantes podem ser bastante distintos, pois dependem de fatores locais como, por exemplo, os índices pluviométricos médio e máximo, o grau de impermeabilização do solo e do relevo de cada cidade.

Assim, o terceiro grande desafio para a estimativa de investimentos em drenagem no Brasil é se estabelecer a medida de déficit dos serviços.

Uma primeira forma de se estimar esse déficit é utilizar o número de domicílios em situação de risco de inundação constante do SNIS-AP (Código SNIS-AP RIO013). A medida percentual de déficit é calculada pela divisão da quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação dividido pela quantidade total de domicílios urbanos existentes nos municípios.

Dentre os 4.107 municípios que responderam ao SNIS-AP 2020, foram reportados 1.981.674 imóveis sujeitos a risco de inundação [RIO13] (Figura 12). Considerando que

nesses mesmos municípios existiam 50.998.655 [GE008] domicílios urbanos, **então nessa amostra o déficit seria de 3,89%.**



**Figura 12 Concentração da quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação por Estado (RI013)**

Fonte: SNS/MDR (2021).

Isso representa uma média de 483 domicílios por município respondente. Extrapolando a para os 5.570 municípios brasileiros, **chega-se a um déficit nacional de 2.687.588 domicílios sujeitos à risco de inundação.**

Em que pese este ser um conceito simples e direto, há relevantes limitações para se realizar a estimativa de investimentos a partir dele. Dentre outras, cita-se:

- (i) As imprecisões nos dados autodeclarados do SNIS-AP 2020, que tendem a refletir a falta de planejamento dos municípios. Aqueles municípios sem

planejamento tendem a subestimar (ou mesmo zerar / não responder) o número de domicílios sujeitos à risco de inundação.

- (ii) Existe uma discrepância entre os diagnósticos dos planos municipais e a medida de domicílios sujeitos a inundação a partir dos dados autodeclarados do SNIS-AP 2020. Um exemplo dessa disparidade entre essa medida de déficit e os planos municipais pode ser observado em relação ao município de São Paulo, que na base do SNIS-AP 2020 não apresentam imóveis sujeitos a inundação e, no entanto, possui um plano de drenagem urbana que supera R\$ 27 bilhões (em Reais de dezembro/2021) para universalização dos serviços.

Assim, a realização da estimativa de investimentos considerando o déficit dos serviços de drenagem com base em domicílios sujeitos a inundação parece subestimar sobremaneira a necessidade de investimentos necessários no Brasil para esse serviço.

Uma segunda forma de se estimar o déficit é a utilização da informação de criticidade [GE016] constante da base do SNIS-AP. Recebem classificação de municípios críticos para ação em drenagem urbana sustentável do Programa de Prevenção de Desastres Naturais do Governo Federal aqueles municípios brasileiros prioritários mapeados e setorizados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil - com Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes e cujo processo dominante seja decorrente de eventos hidrológicos críticos: inundação, enxurrada, enchente ou alagamento.

Esse critério para seleção daqueles municípios que necessitam de investimentos em drenagem foi utilizado como parte da metodologia de cálculo apresentada mais adiante neste relatório. Vale ressaltar que, isoladamente, esse critério tem uma limitação natural de ser binário. Ou seja, tem-se apenas a informação se determinado

município necessita investimentos ou não. Mas não se pode inferir outras informações como volume de investimentos necessários. Assim, deve ser utilizado em conjunto com outras informações e dados disponíveis.

Considerando a base de 4.107 municípios que responderam ao SNIS-AP 2020, foram classificados como críticos 966 municípios, correspondentes a 23,5% da amostra. Já em termos populacionais, os municípios críticos abrangem 63,8% da população, calculado em termos de população urbana residente em municípios críticos (102,2 milhões de habitantes) dividida pela população urbana total da amostra (160,1 milhões de habitantes).

### 3.4. Metodologia

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para estimar os investimentos necessários para universalizar o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no Brasil, considerando suas particularidades em relação aos demais componentes do saneamento e as limitações descritas na Seção anterior.

Uma primeira subseção traz breve recapitulação da metodologia utilizada no PLANSAB 2019. A segunda subseção descreve em detalhes a metodologia utilizada no presente estudo.

#### 3.4.1. PLANSAB 2019

O investimento total necessário em expansão e reposição dos sistemas de drenagem pluvial urbana segundo Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, atualização de 2019, entre os anos de 2019 e 2033, foi estimado em R\$ 79,3 bilhões. Nessa versão revisada do PLANSAB, tanto o custo dos investimentos necessários quanto os valores já investidos utilizados para atualizar o modelo foram reajustados

para dezembro de 2017 com base na variação do Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Se atualizados para dezembro de 2021 pelo mesmo indicador, o valor total seria de R\$ 132,5 bilhões.

A 'Seção 7. Necessidade de Investimentos' do PLANSAB, que descreve o procedimento utilizado para o cálculo, é bastante sucinta e não permite avaliação da metodologia utilizada ou tampouco replicá-la para fins do presente estudo. As linhas gerais descritas para a definição dos investimentos são quatro:

- i) a implantação de sistemas de drenagem nas áreas de expansão urbana devido à expansão territorial, definidos a partir da escolha de cenários de implantação de sistemas de drenagem.
- ii) a reposição dos sistemas ao longo do horizonte da simulação;
- iii) a reposição dos sistemas de drenagem clássicos (macrodrenagem) existentes nos municípios ao longo do período foram estimados com base em índices anuais;
- iv) a adequação dos sistemas de drenagem em áreas urbanizadas que sofrem com inundações levou em conta as necessidades em termos de soluções adequadas de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, com base nas áreas que sofreram inundações.

Considerando que a partir das descrições do PLANSAB não é possível replicar os cálculos para a estimativa dos investimentos para universalização da drenagem, além de eventuais críticas à própria forma de estimativa dos investimentos utilizada, a metodologia do PLANSAB 2019 não foi utilizada no presente estudo.

### 3.4.2. Metodologia utilizada no presente Estudo

A metodologia utilizada para a estimativa dos investimentos necessários à universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil baseia-se em três princípios: (i) automaticidade, (ii) escalabilidade, e (iii) passível de auditoria.

O primeiro desses princípios diz respeito à possibilidade de automação dos cálculos. No âmbito do “Produto 6 – Modelo Diagrama, Requisitos de Software, Proposição e Validação de Software-Piloto para Cálculo de Necessidade de Investimentos”, todas as etapas de cálculo aqui apresentadas devem ser passíveis de automação, uma vez que os seus parâmetros deverão ser calibrados com bases de dados atualizadas anualmente. Isso possibilita que se tenha projeções atualizadas anualmente.

Já o segundo princípio supracitado, refere-se à possibilidade de se estender ou aprofundar o escopo de análise do modelo proposto. Esse processo pode ser realizado, por exemplo, caso haja disponibilidade de novas fontes de informações ou julgue-se necessário incorporar novas variáveis nas fórmulas de cálculo, tendo em vista as limitações metodológicas dessa primeira modelagem aqui proposta. Por fim, o último dos princípios mencionados acima é permitir a qualquer usuário deste produto executar uma análise pormenorizada de cada etapa de cálculo, dado que todas as hipóteses são absolutamente explícitas.

Seguindo essas premissas, os investimentos totais foram estimados em quatro parcelas ():

1. Investimentos na expansão dos sistemas daqueles municípios com planos de drenagem urbana, calculados por meio dos valores constantes dos próprios planos.

2. Investimentos na expansão dos sistemas para municípios sem planos de drenagem urbana, estimados por meio de modelo econométrico descrito em detalhes a seguir.
3. Investimentos para manutenção da infraestrutura e reposição de ativos existentes.
4. Investimentos para completar os cadastros técnicos da infraestrutura dos municípios brasileiros.



**Figura 13: Parcelas do cálculo dos investimentos em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### *Municípios que têm Planos Municipais*

Conforme apresentado no início deste estudo, existem diferenças significativas entre os regimes pluviométricos e as características de ocupação urbana das diversas regiões do Brasil. Assim, as soluções para a drenagem pluvial em cada localidade podem variar significativamente, e a forma mais precisa de se estimar o total dos investimentos para o Brasil tende a ser por meio da **soma da estimativa de investimentos feita por cada uma das cidades em seus planos municipais e planos diretores de drenagem.**



A primeira etapa na metodologia de cálculo foi reunir um conjunto de planos municipais disponíveis publicamente e sistematizar os valores estimados por cada localidade para universalização dos serviços. Os valores constantes de cada plano foram atualizados para a data base desse estudo (dezembro 2021) com base no IGP-DI.

A estimativa para o investimento a ser realizado até 2033 nesses municípios que têm planos foi realizada por meio do valor atualizado monetariamente dos investimentos constantes de cada plano, subtraído do total de investimentos realizados após o ano de emissão do plano segundo dados do SNIS-AP 2020, igualmente atualizado par a data base do estudo.

### *Municípios sem plano de drenagem urbana*

Como o número de municípios que efetivamente têm uma estimativa financeira para a universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais é pequeno, foi necessário desenvolver uma metodologia para se estimar os investimentos nos demais municípios. Essa metodologia consiste nas seguintes etapas:

1. Selecionar os municípios que precisam de infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais. Para esta etapa foram utilizados distintos critérios, detalhados adiante, gerando-se cenários de investimentos para cada um deles.
2. Para os municípios selecionados, estimar em termos financeiros os investimentos necessários para universalização dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais na área urbana de cada um desses municípios.
3. Subtrair dessa estimativa os valores já investidos conforme dados do SNIS-AP 2020 relativos ao período 2015-2020.

### **Etapa 1:** Identificação dos municípios com necessidade de investimentos

A seleção dos municípios com necessidade de investimentos em sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais foi realizada por meio de dois critérios.

O **primeiro critério** foi a utilização da classificação de criticidade constante do SNIS-AP 2020. Recebem classificação de municípios críticos para ação em drenagem urbana aqueles municípios brasileiros prioritários mapeados e setorizados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil - com Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes e cujo processo dominante seja decorrente de eventos hidrológicos críticos: inundação, enxurrada, enchente ou alagamento.

O **segundo critério** foi a utilização de uma fórmula paramétrica desenvolvida para se medir a necessidade intrínseca do município por sistemas de drenagem urbana. Para cada município utilizou-se informações de pluviometria e densidade urbana para se calcular um coeficiente que procura capturar a composição de dois efeitos simultaneamente: volume de chuva e nível de impermeabilização do solo<sup>10</sup>.

Para o volume de chuvas, utilizou-se a moda da precipitação anual em cada município. Com isso, pretende-se capturar a relação direta entre quantidade de chuvas e a necessidade de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais.

Para o nível de impermeabilização do solo de cada cidade não há dados que possam ser utilizados diretamente. Desta forma, como variável *proxi*, utilizou-se a densidade urbana. Isso porque espera-se uma relação direta entre a densidade urbana e o grau de impermeabilização do solo. De forma geral, quanto mais aglomerada a população, mais juntas são as residências, menores os espaços verdes, maior a quantidade de ruas asfaltadas, e assim por diante.

---

<sup>10</sup> Como desenvolvido na seção 6. POSSIBILIDADES PARA EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA, a especificação da fórmula paramétrica e suas variáveis é um dos temas que podem ser continuamente desenvolvidos de forma a se melhorar a precisão das estimativas aqui apresentadas.

A fórmula utilizada pode ser vista abaixo. A divisão por mil foi realizada para que não se tenha resultados tão grandes em termos numéricos.

$$\text{Coeficiente P.D} = \frac{\text{Pluviometria} \times \text{DensidadeU}}{1.000}$$

Após o cálculo do *Coeficiente PD* para cada município, foram selecionados todos os municípios cujos coeficientes estão acima de um determinado nível. Ressalte-se que esse nível ótimo não é conhecido *a priori*. Utilizando-se um critério mais rígido (ou seja, exigência de um Coeficiente PD mais alto), resulta na seleção daqueles municípios cuja criticidade em termos de necessidade de sistemas de drenagem tende a ser também mais alta. E vice-versa. Esta metodologia permite, como se verá na seção de cálculo, elaboração de diferentes cenários para que se conheça as estimativas de investimentos com critérios mais rígidos e critérios mais brandos.

Interessante notar, que a geração de vários cenários é possível na avaliação dos investimentos para universalização dos sistemas de drenagem urbana, porque a necessidade de infraestrutura para esse serviço não é tão clara como as demais frentes do saneamento. Para água e esgoto, por exemplo, não há dúvidas que todo imóvel urbano precisa de ligação de água e esgoto, assim como o dimensionamento de redes e estações varia dentro de uma faixa relativamente previsível de soluções e valores financeiros para sua implantação. Esse não é o caso para a drenagem urbana. Não parece fazer sentido estimar investimentos em regiões com poucas chuvas, mesmo que adensadas, ou com muitas chuvas se houver capacidade do solo de absorção da água. De forma similar, um município muito adensado com chuvas frequentes pode exigir muito mais investimentos que um município muito adensado com chuvas menos recorrentes.

Assim, para os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, parece fazer sentido simular e conhecer distintos cenários. Uns com investimento mais elevado, nos quais se abrange um maior número de cidades nas estimativas, outros com menos investimentos, que abrangem um número menor de cidades, mas que têm necessidades mais prementes por sistemas de drenagem urbana.

Interessante notar que essa metodologia proposta permite, inclusive, uma análise de priorização de alocação de recursos públicos para financiamentos, por exemplo.

### ***Etapa 2: cálculo do investimento financeiro para os municípios selecionados***

Definidos os municípios com nível de criticidade suficiente para receberem investimentos em infraestrutura de drenagem urbana, a próxima etapa foi calcular os investimentos para universalização desse serviço até 2033 para cada um deles. Para isso, utilizou-se a seguinte metodologia:

1. Cálculo do investimento por habitante necessário para a universalização da drenagem urbana: Para cada município com plano municipal contendo dados financeiros dos investimentos, calculou-se o investimento total (composto pelo investimento previsto no plano somado ao investimento realizado no município antes do ano de publicação do plano) por habitante residente na área urbana do município.
2. Cálculo da Regressão linear entre as variáveis 'investimento por habitante' e o *Coefficiente PD* de cada um dos municípios. O resultado dessa regressão é uma fórmula linear que relaciona o investimento total por habitante com o *Coefficiente PD*. O propósito desta etapa de cálculo é capturar como a influência da incidência de chuvas, combinada com maior ou menor impermeabilização do solo (representada pela densidade demográfica

urbana), impactam no investimento total por habitante necessário para a universalização dos sistemas de drenagem.

3. Aplicação da fórmula de regressão calculada no item anterior a cada município selecionado no item 1 acima, que não tenha o investimento definido em plano municipal. O resultado da inserção do *Coefficiente PD* de cada município na fórmula de regressão resulta na estimativa, para cada município, do valor do investimento por habitante necessário para universalização dos serviços de drenagem urbana.
4. O investimento necessário em cada município é calculado por meio da multiplicação da população urbana pelo valor do investimento por habitante calculado no item 3 acima.

### ***Etapa 3: cálculo do investimento a ser realizado***

Do total de investimento calculado na etapa 2 acima retirou-se o investimento já realizado, segundo dados do SNIS-AP. Desta forma, tem-se a estimativa de qual é a parcela faltante para a universalização dos serviços.

### ***Diferenças regionais de preços***

A metodologia aqui apresentada, assim como a planilha eletrônica utilizada para a realização dos cálculos, permite a consideração das diferenças regionais de preços em todos os cálculos descritos acima. Por meio da introdução de fatores relativos de preços para cada estado brasileiro, tanto a etapa de regressão como a etapa de cálculo do valor financeiro dos investimentos para cada município pode ser realizado considerando-se que em determinadas regiões do país o custo unitário dos insumos e da mão de obra que compõem os investimentos pode ser maior ou menor.

### *Estimativa do investimento para manutenção da infraestrutura existente*

Além dos investimentos na implantação dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais em áreas onde ainda não há infraestrutura para esses serviços, é fundamental que se invista também na conservação da infraestrutura existente, assim como naquela que anualmente vai se incorporando à essa base.

A estimativa de investimento anual para conservação da infraestrutura foi realizada a partir da multiplicação de uma taxa de depreciação dos ativos pela base de ativos calculada para cada ano, até 2033. Essa base de ativos é composta dos investimentos existentes até 2020, somados aos investimentos a serem realizados anualmente, estimados da forma descrita acima.

Portanto, é necessário se estimar o valor atualizado da infraestrutura existente. O SNIS-AP possui uma base de dados limitada para essa finalidade, posto que reúne dados de 2015 em diante e grande parte dos investimentos em drenagem e manejo de águas pluviais é antigo e decorre do próprio processo de urbanização dos municípios.

Assim, a metodologia utilizada para essa estimativa foi partir do valor compilado pelo PLANSAB de 2019, que utilizou o SIAFI com informações de recursos onerosos e não onerosos até 2017, chegando em R\$ 17.081.866.889,30 (Tabela 4.22 do PLANSAB 2019), e somar os investimentos declarados no SNIS-AP 2020 para os demais anos (2018, 2019 e 2020), sendo todos os valores atualizados para a data base deste estudo pelo IGP-DI.

Note-se que essa forma de cálculo introduz uma discrepância em relação ao valor da base de ativos calculada pelos dados do SNIS-AP somente. No entanto, optou-se por utilizá-la de forma a melhorar a estimativa em investimentos para reposição de ativos. A discrepância entre valores calculados pelas duas fontes de dados poderá ser

reduzida, na medida em que dados mais antigos dos investimentos municipais em drenagem forem, eventualmente, adquiridos nas próximas edições do SNIS (a base do PLANSAB 2019 contém dados desde 2003).

### *Investimentos em planejamento e cadastro técnico*

Os investimentos em planejamento e cadastro técnico da infraestrutura são etapas fundamentais para o avanço dos serviços rumo à universalização. Como detalhado no Diagnóstico (Produto 2), dos 4.107 municípios respondentes, 714 (17,38%) possuem planos de drenagem urbana - PDDU e 1.430 (34,82%) possuem o cadastro técnico. Com a extrapolação da taxa para os 5.570 municípios brasileiros, chega-se a um déficit nacional de 4.602 (82,62%) municípios sem PDDU e 3.631 (65,18%) municípios sem cadastro técnico. No Diagnóstico, também foram apresentados os déficits por Macrorregião, Estados e Faixa Populacional.

Como metodologia de cálculo para o investimento na elaboração do cadastro técnico de drenagem foram utilizados valores de referência dos Planos Municipais de Saneamento Básico, Planos Diretores de Drenagem Urbana, e no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), da Caixa Econômica Federal.

A partir do déficit de municípios sem o cadastro técnico de drenagem calculado no Diagnóstico, os investimentos em cadastro técnico de drenagem foram estimados considerando-se a área urbana dos municípios em km<sup>2</sup> (quilômetros quadrados) e o custo estimado para se realizar o cadastro, em termos de R\$/ km<sup>2</sup>.

O cálculo dos investimentos em gestão relacionado ao Planejamento e elaboração dos planos municipais é apresentado em item comum aos quatro eixos do saneamento. Portanto, não integra os cálculos do presente estudo diretamente.

### 3.4.3. Estimativas anuais para os investimentos

Calculados os investimentos totais para expansão e para manutenção dos sistemas de drenagem urbana, além dos custos associados à finalização dos cadastros técnicos dos ativos, o investimento a ser realizado a cada ano, entre 2021 e 2033, seguiu os princípios descritos abaixo:

1. O investimento total em expansão da infraestrutura foi distribuído linearmente ao longo do período 2021 a 2033.
2. O investimento em reposição de ativos foi calculado anualmente a partir da base de ativos de cada ano e um percentual de taxa de reposição (2%, com possibilidade de ser ajustado no painel de controle da planilha de cálculo).
3. O investimento em cadastro técnico foi distribuído linearmente ao longo do período 2021 a 2025.

## 3.5. Investimentos para Universalização da Drenagem Urbana no Brasil

Esta Seção traz os cálculos e estimativas dos investimentos necessários para universalização da drenagem urbana no Brasil até 2033. Seguindo a metodologia detalhada na Seção anterior, os investimentos totais foram estimados em quatro parcelas:

1. Investimentos na expansão dos sistemas daqueles municípios com planos de drenagem urbana, calculados por meio dos valores constantes dos próprios planos.
2. Investimentos na expansão dos sistemas para municípios sem planos de drenagem urbana, estimados por meio de modelo econométrico descrito em detalhes a seguir.



3. Investimentos para manutenção da infraestrutura e reposição de ativos existentes.
4. Investimentos para completar os cadastros técnicos da infraestrutura dos municípios brasileiros.

Cada uma dessas parcelas é calculada abaixo e, na sequência, os investimentos são consolidados e distribuídos no tempo.

### *3.5.1. Investimentos em expansão dos sistemas: municípios com planos de drenagem urbana*

A primeira parte do cálculo consistiu na coleta de planos municipais disponíveis. Foram encontrados 26 planos. Os valores para necessidade de investimento foram atualizados monetariamente pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas, conforme a Tabela 6. O total de investimentos previstos nessa amostra é de R\$ 86,5 bilhões, em Reais de dezembro de 2021.

Adicionalmente, para cada um dos municípios apurou-se o total dos investimentos realizados antes do ano de publicação de cada plano municipal, restrito a 2015 (limitação dos dados do SNIS-AP 2020). Para essa mesma amostra, tem-se um total de R\$ 3,8 bilhões.

Somando-se essas duas parcelas, chega-se (conceitualmente) à uma estimativa do valor total para universalização dos serviços de drenagem nesses municípios. Ressalte-se que o resultado deve ser utilizado com parcimônia devido à relevante limitação dos dados referentes aos investimentos realizados no passado.

Tabela 6: Planos municipais disponíveis, utilizados e atualizados pelo IGP-DI.

UF	Município	População Total	População urbana	Ano de publicação do Plano	Investimento (R\$ do Plano)	Índice de correção	Investimento (R\$ corrigido pelo IGP-DI)	Investimento antes do Plano (R\$ corrigido pelo IGP-DI)
MG	Araguari	118.361	110.074,75	2016	166.391.197	1,68	279.987.552	1.421.598
GO	Brasília	3.094.325	2.951.782,63	2017	6.376.040.703	1,71	10.893.861.153	597.602.964
SP	Campinas	1.223.237	1.192.967,76	2013	833.910.000	2,12	1.770.786.975	195.300.896
PR	Curitiba	1.963.726	1.948.626,00	2017	3.292.571.078	1,71	5.625.561.980	179.551.610
SC	Florianópolis	516.524	489.545,84	2021	606.300.000	1,03	624.750.560	0
CE	Fortaleza	2.703.391	2.686.612,00	2015	1.141.920.000	1,89	2.158.161.745	51.788.415
SP	Guarulhos	1.404.694	1.392.121,00	2002	1.677.071.946	4,88	8.190.685.081	71.277.785
SC	Itajaí	226.617	211.039,56	2014	327.039.709	2,01	656.553.052	29.282.831
SC	Joinville	604.708	577.403,16	2011	1.323.208.990	2,38	3.155.158.777	75.642.998
SP	Limeira	310.783	299.278,17	2013	2.340.000	2,12	4.968.931	17.016.222
AL	Maceió	1.031.597	1.024.673,94	2017	1.169.890.000	1,71	1.998.829.653	128.196.239
SC	Navegantes	85.734	79.274,10	2012	76.107.581	2,26	171.761.093	10.999.489
RS	Pelotas	343.826	320.015,62	2015	844.316.075	1,89	1.595.707.802	8.163.241
RS	Porto Alegre	1.492.530	1.488.252,00	2015	2.789.120	1,89	5.271.273	77.852.314
RO	Porto Velho	548.952	494.410,99	2021	508.904.247	1,03	524.390.918	0
SP	Presidente Prudente	231.953	225.649,85	2010	52.050.000	2,59	134.817.527	20.008
PE	Recife	1.661.017	1.653.461,00	2017	1.164.744.347	1,71	1.990.037.985	15.440.198
RJ	Rio de Janeiro	6.775.561	6.747.815,00	2015	3.394.237.942	1,89	6.414.910.395	1.035.780.656
BA	Salvador	2.900.319	2.885.909,62	2021	2.950.000.000	1,03	3.039.772.640	0

REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE  
INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO 5

79

UF	Município	População Total	População urbana	Ano de publicação do Plano	Investimento (R\$ do Plano)	Índice de correção	Investimento (R\$ corrigido pelo IGP-DI)	Investimento antes do Plano (R\$ corrigido pelo IGP-DI)
SP	São Caetano do Sul	162.763	161.957,00	2016	316.956.643	1,68	<b>533.345.010</b>	<b>772.019</b>
RS	São Leopoldo	240.378	237.702,14	2014	430.748.000	2,01	<b>864.754.054</b>	<b>0</b>
MA	São Luís	1.115.932	1.047.229,45	2011	598.800.000	2,38	<b>1.427.823.640</b>	<b>23.987.208</b>
SP	São Paulo	12.396.372	12.194.655,03	2014	13.525.149.000	2,01	<b>27.152.598.350</b>	<b>1.203.006.586</b>
PI	Teresina	871.126	818.340,01	2015	3.658.700.869	1,89	<b>6.914.729.798</b>	<b>31.853.155</b>
MS	Três Lagoas	125.137	117.552,16	2014	100.833.773	2,01	<b>202.430.225</b>	<b>12.802.985</b>
ES	Vitória	369.534	365.855,00	2015	126.999.000	1,89	<b>240.020.652</b>	<b>761.657</b>

Fonte: Planos municipais (2022).

*Cálculo da regressão linear: Relação R\$/hab. vs Coeficiente P.D*

Com base nos dados atualizados dos planos municipais de drenagem foram estimados os investimentos totais por habitante residente em área urbana de cada município. Para estes mesmos municípios calculou-se o *Coeficiente PD* (Tabela 7).

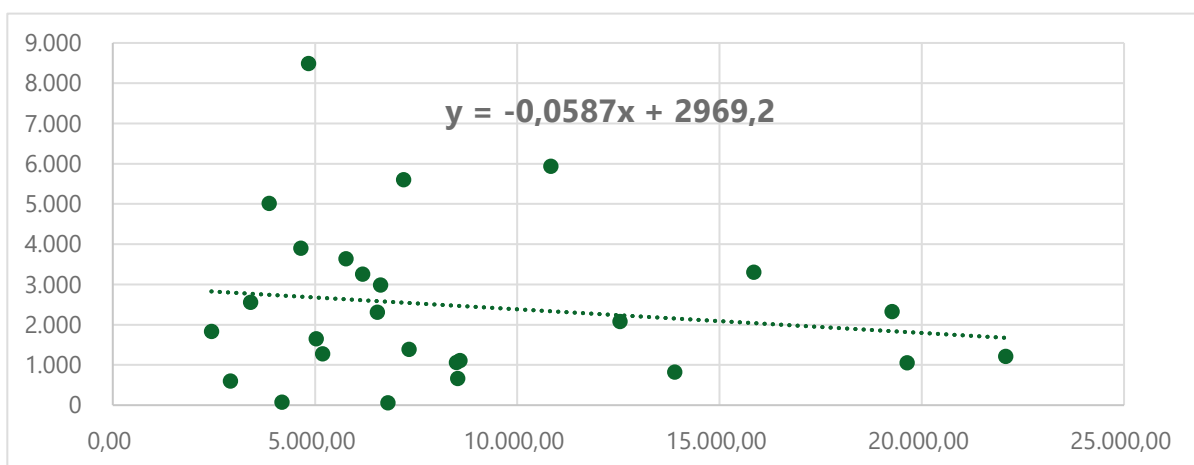
*Tabela 7: Investimentos por habitante e Coeficientes PD.*

UF	Município	R\$/hab.u	Coeficiente PD
PE	Recife	2.557	22.069,69
BA	Salvador	3.893	19.633,95
SP	São Paulo	1.648	19.262,61
SP	São Caetano do Sul	2.979	15.841,90
CE	Fortaleza	1.276	13.891,10
AL	Maceió	823	12.537,58
SP	Guarulhos	5.935	10.826,21
RJ	Rio de Janeiro	3.250	8.583,23
ES	Vitória	5.595	8.525,18
RO	Porto Velho	73	8.492,48
MA	São Luís	2.076	7.318,75
SC	Joinville	2.305	7.186,30
RS	Porto Alegre	5.012	6.800,99
PR	Curitiba	56	6.621,48
SC	Navegantes	1.061	6.542,32
SC	Itajaí	598	6.172,86
RS	São Leopoldo	1.213	5.759,78
SC	Florianópolis	1.104	5.183,44
SP	Campinas	1.053	5.029,98
PI	Teresina	3.298	4.838,06
GO	Brasília	3.638	4.649,44
SP	Limeira	1.386	4.181,82
RS	Pelotas	2.325	3.866,86
MG	Araguari	8.489	3.403,32
SP	Presidente Prudente	1.831	2.902,97
MS	Três Lagoas	658	2.436,90

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

A partir dessas duas series foi realizada a correlação linear entre o Coeficiente PD (que mede a necessidade de investimento em drenagem) e o valor do investimento por habitante. Essa correlação pretende capturar os diferentes níveis de investimentos por habitante das cidades em relação às densidades demográficas e pluviometrias.

Sem considerar fatores de preços regionais, os resultados da regressão são mostrados na Figura 14. Em que pese a amostra ser relativamente pequena, é possível se verificar uma correlação negativa entre investimento por habitante e o Coeficiente PD. Esse resultado é compatível com o fato de que quanto maior a densidade urbana, maiores os ganhos de escala nos investimentos. Por outro lado, esperar-se-ia que um aumento da pluviometria levaria ao aumento do investimento por habitante. Intuitivamente isso parece ser verdadeiro. No entanto, o primeiro efeito parece dominar a equação em relação ao segundo.



**Figura 14: Relação R\$/hab. vs Coeficiente PD**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

A equação de regressão mostrada no gráfico, foi utilizada para se estimar os investimentos daqueles municípios que não têm planos de drenagem urbana, detalhada na subseção abaixo. Ressalte-se que o modelo de cálculo permite a entrada manual do valor do investimento por habitante, que passa a ser aplicada nos cálculos ao invés dos

valores calculados por meio dessa regressão linear. Isso possibilita, além de estudo de distintos cenários para o valor do investimento por habitante, que haja eventual aperfeiçoamento desse parâmetro quando houver disponíveis melhores dados.

### *3.5.2. Investimentos em expansão dos sistemas: municípios sem planos de drenagem urbana*

Como descrito na Seção anterior, a metodologia para se estimar os investimentos nos municípios sem planos de drenagem urbana consistiu nas seguintes etapas:

5. Selecionar os municípios que precisam de infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais. Para esta etapa foram utilizados distintos critérios, gerando-se cenários de investimentos para cada um deles.
6. Para os municípios selecionados, estimar em termos financeiros os investimentos necessários para universalização dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais na área urbana de cada um desses municípios.
7. Subtrair dessa estimativa os valores já investidos conforme dados do SNIS-AP 2020 relativos ao período 2015-2020.

### *Seleção de municípios que necessitam de investimentos*

Como descrito na metodologia, a seleção dos municípios que necessitam de investimentos foi feita por dois critérios distintos: nível de criticidade constante do SNIS-AP 2020 e fórmula paramétrica do Coeficiente PD.

### *Critério A: Nível de Criticidade do SNIS-AP 2020*

Utilizando como critério para seleção dos municípios a classificação constante do SNIS-AP 2020, chega-se à seleção de 971 municípios com necessidade de investimentos. Esse total é composto de 966 municípios com classificação crítica e mais cinco municípios que não são considerados críticos, mas que têm planos de investimentos em sistemas de drenagem urbana.

### *Critério B: Características municipais (Coeficiente PD)*

A segunda forma de seleção dos municípios tomou por base duas características intrínsecas de cada município, pluviometria e densidade demográfica urbana, para compor o *Coeficiente PD*. Como descrito na metodologia, não existe uma parametrização exata dessas características que leve ao cálculo das necessidades de investimentos "correta". Utilizando-se critérios mais rígidos (ou seja, exigência de um Coeficiente PD mais alto), resulta na seleção daqueles municípios cuja criticidade em termos de necessidade de sistemas de drenagem tende a ser também mais alta. E vice-versa.

Sendo assim, foram gerados três cenários com níveis de exigência distintos. Além do *Coeficiente PD*, a modelagem permite eliminar do cálculo aqueles municípios com pluviometria média muito baixa ou densidade demográfica urbana muito baixa. O Cenário A utilizou parâmetros médios para os três critérios de seleção (pluviometria, densidade urbana e Coeficiente PD). O Cenário B utilizou parâmetros mais rígidos e o Cenário C, parâmetros mais brandos. Esses parâmetros adotados para cada cenário são mostrados na Tabela 8. Já Figura 15 apresenta esses parâmetros de forma gráfica.

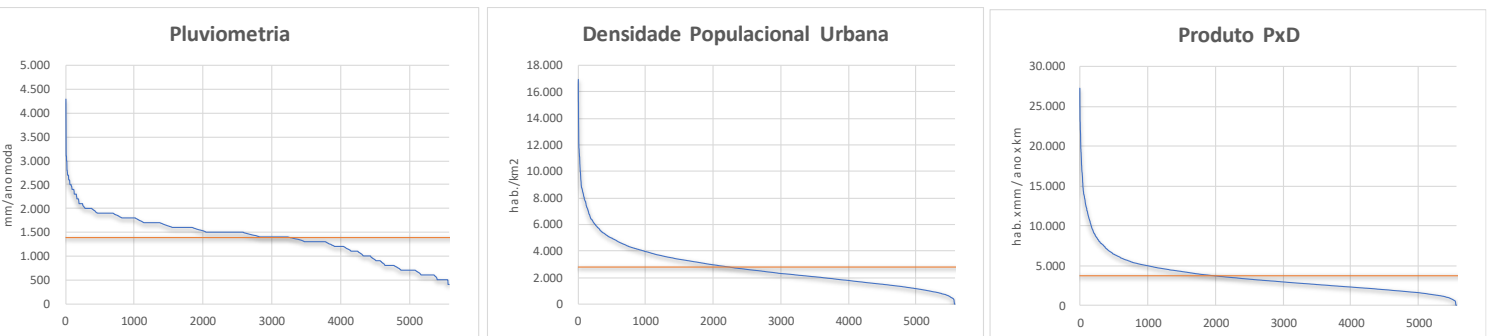
Tabela 8 Parâmetros para investimentos em drenagem

Pluviometria	Cenário 1 Milímetros ao ano	Cenário 2 Milímetros ao ano	Cenário 3 Milímetros ao ano
Máximo		4.300	
Mínimo		400	
Média		1.384	
Linha de corte para investimentos	1.384	1.522	1.246
Municípios selecionados	<b>3.261</b>	<b>2.003</b>	<b>3.845</b>
Fator de ponderação em P.D	1	1	1
Densidade Urbana	Habitantes km <sup>2</sup>	Habitantes km <sup>2</sup>	Habitantes km <sup>2</sup>
Máximo		16.940	
Mínimo		0	
Média		2.790	
<b>Linha de corte para investimentos</b>	<b>2.790</b>	<b>3.069</b>	<b>2.511</b>
Municípios selecionados	<b>2.238</b>	<b>1.865</b>	<b>2.676</b>
Fator de ponderação em P.D	1	1	1
Coeficiente PD			
Máximo		27.261	
Mínimo		1,7	
Média		3.673	
<b>Linha de corte para investimentos</b>	<b>3.673</b>	<b>4.041</b>	<b>3.306</b>
Municípios selecionados	<b>2.016</b>	<b>1.657</b>	<b>2.461</b>
PD médio da seleção	6.825.705,63	3.676.084,18	9.352.385,64
Resultado			
<b>Número de municípios selecionados</b>	959	412	1.495

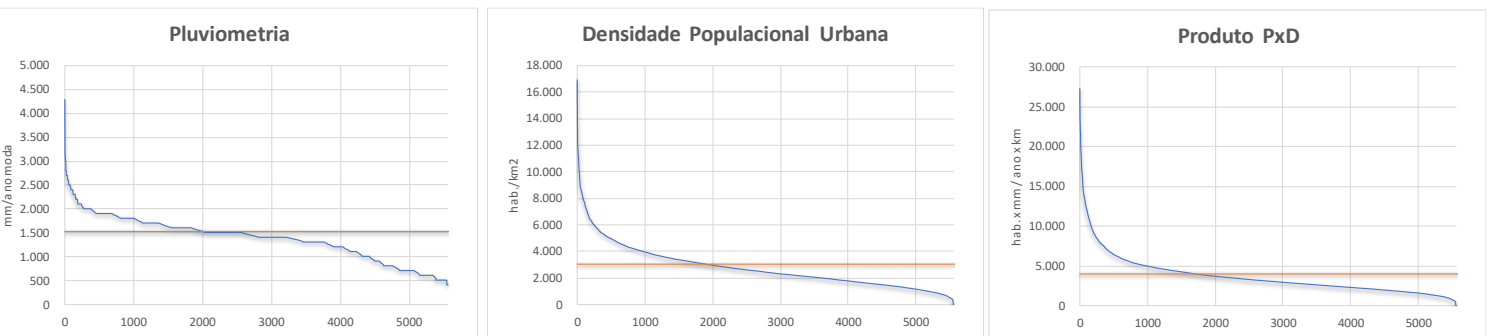
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).



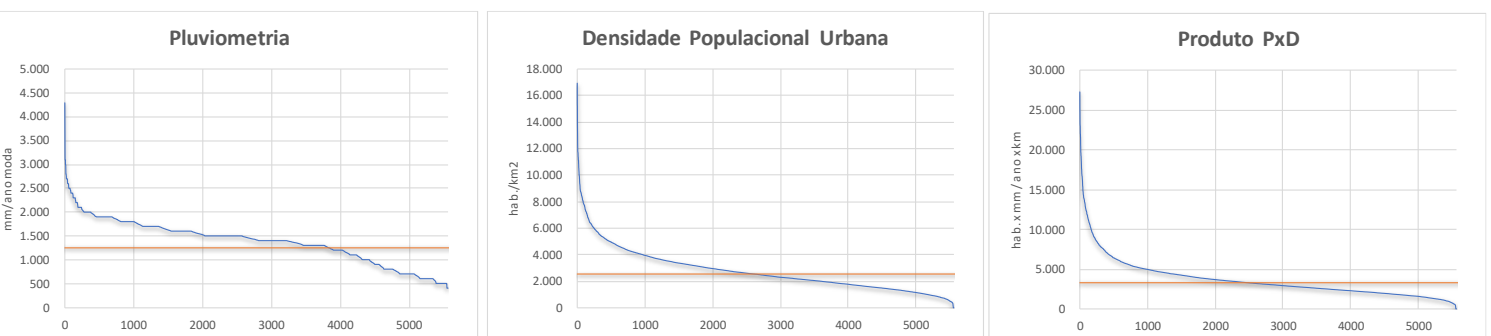
**Cenário A**



**Cenário B**



**Cenário C**



**Figura 15: Gráficos com os níveis de corte para investimentos (cenários A, B e C)**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

### Cálculo dos investimentos para expansão dos sistemas

Para os municípios selecionados conforme os cenários elaborados acima, os investimentos foram calculados pela introdução do *Coefficiente PD* de cada município na regressão linear calculada na subseção anterior, para se chegar no valor do investimento por habitante. Esse valor, por sua vez, foi multiplicado pelo número de habitantes residentes na área urbana do município para se chegar no investimento total necessário para universalização dos serviços. Finalmente, desse total foram subtraídos os investimentos já realizados no município segundo dados do SNIS-AP 2020. Os resultados são apresentados abaixo.

#### Critério A: Nível de Criticidade do SNIS-AP 2020

Investimentos a fazer	241.611,08	Milhões
Total em PMSB	82.887,78	Milhões
Total extrapolado	158.723,30	Milhões
População urbana dos municípios selecionados	106.987.900	Hab.
Total em PMSB	41.722.204	Hab.
Total extrapolado	65.265.696	Hab.
Investimento por habitante	2.258,30	R\$/hab.
Total em PMSB	1.986,66	R\$/hab.
Total extrapolado	2.431,96	R\$/hab.

Estado	UFs	Investimento (R\$)	População urbana	Área urbana km <sup>2</sup>	R\$/Hab.	R\$/km <sup>2</sup>
AC	11	1.391.828.633	542.797	178	2.564	7.816.408
AL	13	2.677.428.711	1.351.819	209	1.981	12.802.088
AM	19	5.828.774.976	2.581.827	512	2.258	11.382.014
AP	5	1.590.034.631	648.842	162	2.451	9.812.121
BA	45	7.768.646.492	4.720.824	748	1.646	10.384.572
CE	44	7.435.193.974	4.714.933	936	1.577	7.947.370
DF	1	10.296.258.189	2.951.783	889	3.488	11.584.240

Estado	UFs	Investimento (R\$)	População urbana	Área urbana km <sup>2</sup>	R\$/Hab.	R\$/km <sup>2</sup>
ES	48	6.559.576.485	3.009.859	737	2.179	8.894.944
GO	15	6.644.905.992	2.538.726	896	2.617	7.414.361
MA	30	4.454.180.096	2.203.155	636	2.022	7.004.904
MG	116	17.558.985.549	7.465.696	1.864	2.352	9.419.516
MS	13	3.722.007.232	1.446.866	622	2.572	5.983.713
MT	5	1.950.996.789	727.311	314	2.682	6.214.058
PA	38	7.073.796.029	3.457.432	896	2.046	7.897.083
PB	13	4.081.965.169	1.581.212	306	2.582	13.356.604
PE	40	10.255.630.767	5.108.844	3.089	2.007	3.320.046
PI	17	7.539.061.966	1.053.249	316	7.158	23.835.690
PR	24	10.351.990.567	3.822.712	1.191	2.708	8.690.702
RJ	48	25.288.792.547	14.883.572	3.176	1.699	7.962.271
RN	15	3.358.675.949	1.408.954	261	2.384	12.858.883
RO	19	1.966.247.190	1.036.540	448	1.897	4.393.475
RR	2	962.346.998	423.249	140	2.274	6.869.148
RS	48	9.018.667.979	4.531.883	1.529	1.990	5.898.764
SC	210	14.002.514.423	5.001.752	2.598	2.800	5.388.990
SE	14	2.884.480.621	1.214.414	246	2.375	11.731.778
SP	113	66.526.520.265	28.365.745	5.194	2.345	12.807.953
TO	5	421.574.905	193.904	88	2.174	4.796.401
<b>Total</b>	<b>971</b>	<b>241.611.083.127</b>	<b>106.987.900</b>	<b>28.181</b>	<b>2.258</b>	<b>8.573.436</b>

*Critério B: Características municipais (Coeficiente PD) – Cenário 1*

<b>Investimentos a fazer</b>	<b>213.780,74</b>	<b>Milhões</b>
Total em PMSB	82.887,78	Milhões
Total extrapolado	130.892,95	Milhões
<b>População urbana dos municípios selecionados</b>	<b>97.031.394</b>	<b>Hab.</b>
Total em PMSB	41.722.204	Hab.
Total extrapolado	55.309.190	Hab.
<b>Investimento por habitante</b>	<b>2.203,21</b>	<b>R\$/hab.</b>
Total em PMSB	1.986,66	R\$/hab.
Total extrapolado	2.366,57	R\$/hab.

Estado	UFs	Investimento (R\$)	População urbana	Área urbana km <sup>2</sup>	R\$/Hab.	R\$/km <sup>2</sup>
AC	10	1.249.571.351	491.877	148	2.540	8.419.157
AL	26	2.805.072.773	1.419.263	214	1.976	13.078.299
AM	50	7.197.799.858	3.182.638	641	2.262	11.228.019
AP	12	1.763.706.053	724.182	180	2.435	9.825.387
BA	42	6.569.167.956	4.335.920	571	1.515	11.494.647
CE	5	2.207.165.791	2.725.204	295	810	7.470.775
DF	1	10.296.258.189	2.951.783	889	3.488	11.584.240
ES	20	2.874.352.997	1.517.517	338	1.894	8.515.693
GO	29	8.202.201.409	3.114.808	897	2.633	9.144.027
MA	85	6.125.950.324	2.878.338	784	2.128	7.810.076
MG	196	23.992.295.932	9.968.067	2.475	2.407	9.694.538
MS	6	442.578.936	213.088	94	2.077	4.694.005
MT	4	171.030.498	67.910	19	2.518	8.859.848
PA	79	9.324.574.625	4.624.622	962	2.016	9.694.538
PB	3	2.206.088.379	902.110	160	2.445	13.780.129
PE	28	7.721.748.518	4.283.726	615	1.803	12.552.443
PI	7	7.044.301.390	878.491	239	8.019	29.437.114
PR	40	11.474.054.122	4.261.782	1.108	2.692	10.358.814
RJ	14	8.222.604.283	7.919.746	1.248	1.038	6.588.641
RN	4	2.658.535.006	1.169.705	211	2.273	12.569.965
RO	1	524.390.918	494.411	140	1.061	3.753.102
RR	3	949.386.037	418.909	136	2.266	6.981.909
RS	21	8.910.088.944	4.545.166	1.228	1.960	7.253.257
SC	13	6.589.198.599	2.225.810	606	2.960	10.864.695
SE	20	2.623.328.942	1.128.884	220	2.324	11.946.922
SP	230	71.479.635.656	30.528.127	4.862	2.341	14.702.277
TO	10	155.649.481	59.308	18	2.624	8.674.663
<b>Total</b>	<b>959</b>	<b>213.780.736.966</b>	<b>97.031.394</b>	<b>19.300</b>	<b>2.203</b>	<b>11.076.711</b>

*Critério B: Características municipais (Coeficiente PD) – Cenário 2*

Investimentos a fazer	139.636,93	Milhões
Total em PMSB	82.887,78	Milhões
Total extrapolado	56.749,15	Milhões
População urbana dos municípios selecionados	67.269.287	Hab.
Total em PMSB	41.722.204	Hab.
Total extrapolado	25.547.083	Hab.
Investimento por habitante	2.075,79	R\$/hab.
Total em PMSB	1.986,66	R\$/hab.
Total extrapolado	2.221,36	R\$/hab.

Estado	UFs	Investimento (R\$)	População urbana	Área urbana km <sup>2</sup>	R\$/Hab.	R\$/km <sup>2</sup>
AC	8	1.184.992.193	467.579	140	2.534	8.451.070
AL	16	2.419.144.809	1.263.554	177	1.915	13.665.941
AM	45	6.990.452.209	3.101.271	613	2.254	11.400.810
AP	10	1.740.511.219	715.234	176	2.433	9.870.425
BA	22	5.119.130.331	3.756.976	443	1.363	11.568.499
CE	2	2.136.692.624	2.697.929	289	792	7.400.468
DF	1	10.296.258.189	2.951.783	889	3.488	11.584.240
ES	5	318.469.843	399.721	64	797	4.966.236
GO	13	2.447.337.202	938.776	278	2.607	8.802.358
MA	57	4.690.112.520	2.336.874	622	2.007	7.543.260
MG	39	9.919.040.650	4.655.830	860	2.130	11.531.904
MS	3	251.589.135	141.819	69	1.774	3.651.617
MT	3	159.599.753	63.655	18	2.507	8.925.162
PA	69	7.355.585.843	3.836.055	694	1.917	10.604.160
PB	1	47.302.651	18.921	4	2.500	11.517.568
PE	24	7.027.672.810	4.017.253	530	1.749	13.265.717
PI	2	6.912.728.675	829.565	223	8.333	30.934.971
PR	8	5.980.996.612	2.163.333	470	2.765	12.727.258
RJ	7	6.839.899.535	7.320.342	1.088	934	6.287.609
RN	1	1.908.450.934	890.480	119	2.143	16.046.977
RO	1	524.390.918	494.411	140	1.061	3.753.102
RR	1	925.957.762	410.050	133	2.258	6.963.136

<b>RS</b>	6	3.790.815.532	2.565.387	633	1.478	5.990.694
<b>SC</b>	12	6.426.268.665	2.162.805	584	2.971	11.002.773
<b>SE</b>	11	2.431.157.889	1.051.541	204	2.312	11.933.235
<b>SP</b>	38	41.661.112.320	17.967.859	2.158	2.319	19.303.603
<b>TO</b>	7	131.258.570	50.283	15	2.610	8.853.866
<b>Total</b>	<b>412</b>	<b>139.636.929.393</b>	<b>67.269.287</b>	<b>11.632</b>	<b>2.076</b>	<b>12.004.962</b>

*Critério B: Características municipais (Coeficiente PD) – Cenário 3*

<b>Investimentos a fazer</b>	<b>263.971,63</b>	<b>Milhões</b>
Total em PMSB	82.887,78	Milhões
Total extrapolado	181.083,84	Milhões
<b>População urbana dos municípios selecionados</b>	<b>116.377.228</b>	<b>Hab.</b>
Total em PMSB	41.722.204	Hab.
Total extrapolado	74.655.024	Hab.
<b>Investimento por habitante</b>	<b>2.268,24</b>	<b>R\$/hab.</b>
Total em PMSB	1.986,66	R\$/hab.
Total extrapolado	2.425,61	R\$/hab.

Estado	UFs	Investimento (R\$)	População urbana	Área urbana km <sup>2</sup>	R\$/Hab.	R\$/km <sup>2</sup>
<b>AC</b>	13	1.498.940.221	585.562	184	2.560	8.126.099
<b>AL</b>	37	3.370.324.169	1.651.521	266	2.041	12.685.653
<b>AM</b>	53	7.291.735.977	3.219.865	655	2.265	11.132.659
<b>AP</b>	14	1.849.005.862	757.493	192	2.441	9.620.919
<b>BA</b>	61	8.026.124.970	4.909.588	749	1.635	10.714.972
<b>CE</b>	6	2.215.569.627	2.728.278	296	812	7.472.738
<b>DF</b>	1	10.296.258.189	2.951.783	889	3.488	11.584.240
<b>ES</b>	29	4.701.390.626	2.295.249	500	2.048	9.403.101
<b>GO</b>	49	10.360.722.569	3.970.405	1.226	2.609	8.451.510
<b>MA</b>	111	7.282.189.540	3.309.188	924	2.201	7.882.113
<b>MG</b>	325	30.499.126.387	12.422.374	3.216	2.455	9.483.424
<b>MS</b>	11	3.097.479.584	1.220.812	467	2.537	6.633.145
<b>MT</b>	8	310.467.858	123.298	41	2.518	7.664.170
<b>PA</b>	90	10.366.616.190	5.073.878	1.130	2.043	9.172.406

Estado	UFs	Investimento (R\$)	População urbana	Área urbana km <sup>2</sup>	R\$/Hab.	R\$/km <sup>2</sup>
PB	6	2.512.921.688	1.023.227	183	2.456	13.738.419
PE	32	7.876.049.420	4.348.160	624	1.811	12.620.640
PI	15	7.307.915.822	974.716	274	7.497	26.701.338
PR	96	16.417.939.670	6.139.609	1.801	2.674	9.114.960
RJ	27	12.287.618.780	9.533.459	1.668	1.289	7.368.286
RN	5	2.666.210.949	1.172.801	212	2.273	12.577.297
RO	1	524.390.918	494.411	140	1.061	3.753.102
RR	3	949.386.037	418.909	136	2.266	6.981.909
RS	35	12.254.186.517	5.825.418	1.668	2.104	7.346.419
SC	20	7.293.362.141	2.492.665	708	2.926	10.300.908
SE	30	2.850.290.379	1.215.222	241	2.345	11.847.677
SP	397	89.575.457.797	37.410.195	7.202	2.394	12.437.541
TO	20	289.944.475	109.141	37	2.657	7.884.282
<b>Total</b>	<b>1.495</b>	<b>263.971.626.365</b>	<b>116.377.228</b>	<b>25.628</b>	<b>2.268</b>	<b>10.300.200</b>

Os resultados por Estado para as quatro simulações são apresentados na Tabela 9. Os valores correspondem aos investimentos que devem ser feitos em cada estado até 2033 para universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Tabela 9: investimentos por Estado (R\$ milhões)

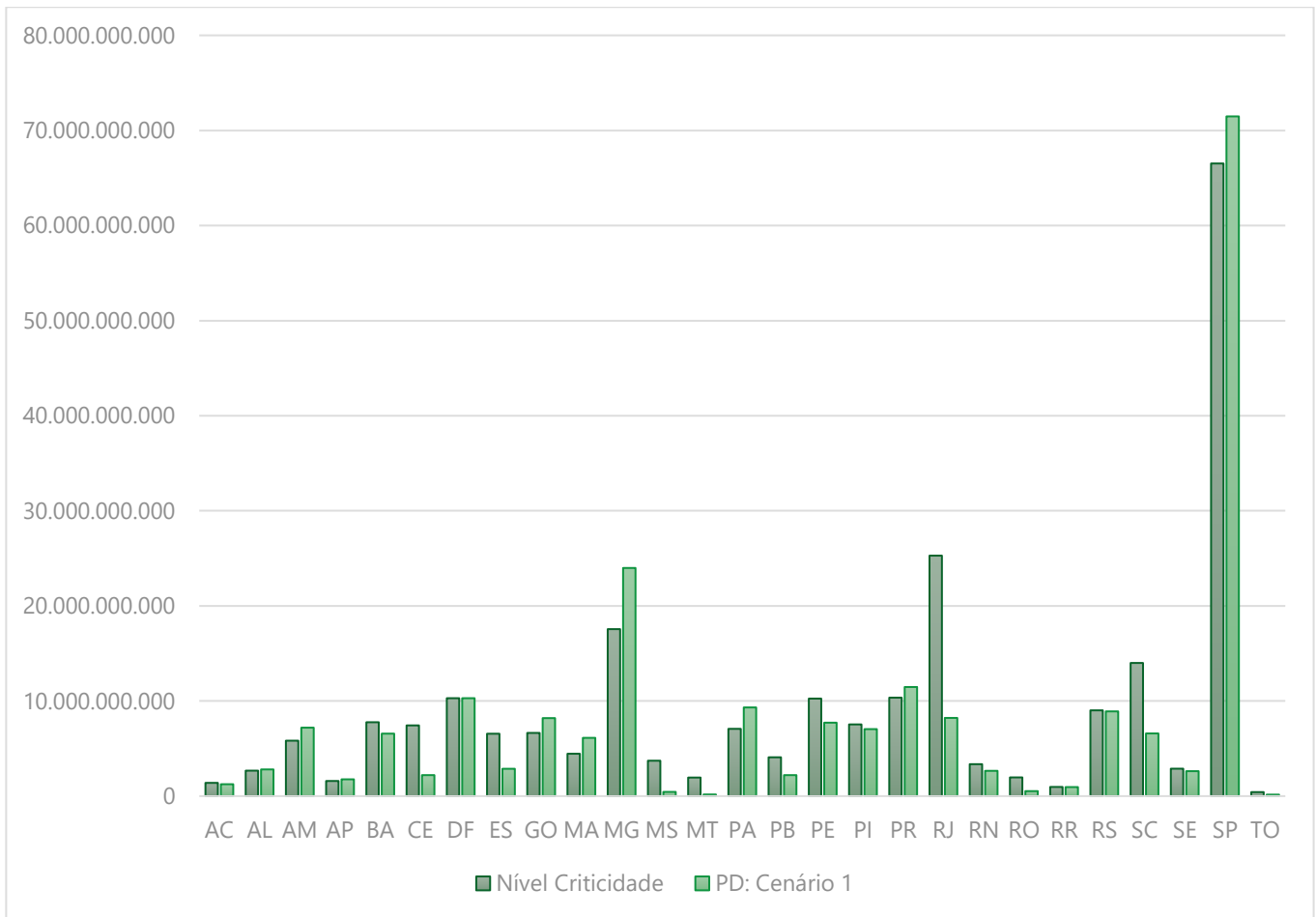
Estado	Nível Criticidade	PD: Cenário 1	PD: Cenário 2	PD: Cenário 3
Acre	1.391.828.633	1.249.571.351	1.184.992.193	1.498.940.221
Alagoas	2.677.428.711	2.805.072.773	2.419.144.809	3.370.324.169
Amazonas	5.828.774.976	7.197.799.858	6.990.452.209	7.291.735.977
Amapá	1.590.034.631	1.763.706.053	1.740.511.219	1.849.005.862
Bahia	7.768.646.492	6.569.167.956	5.119.130.331	8.026.124.970
Ceará	7.435.193.974	2.207.165.791	2.136.692.624	2.215.569.627
Distrito Federal	10.296.258.189	10.296.258.189	10.296.258.189	10.296.258.189
Espírito Santo	6.559.576.485	2.874.352.997	318.469.843	4.701.390.626
Goiás	6.644.905.992	8.202.201.409	2.447.337.202	10.360.722.569
Maranhão	4.454.180.096	6.125.950.324	4.690.112.520	7.282.189.540

Estado	Nível Criticidade	PD: Cenário 1	PD: Cenário 2	PD: Cenário 3
Minas Gerais	17.558.985.549	23.992.295.932	9.919.040.650	30.499.126.387
Mato Grosso do Sul	3.722.007.232	442.578.936	251.589.135	3.097.479.584
Mato Grosso	1.950.996.789	171.030.498	159.599.753	310.467.858
Pará	7.073.796.029	9.324.574.625	7.355.585.843	10.366.616.190
Paraíba	4.081.965.169	2.206.088.379	47.302.651	2.512.921.688
Pernambuco	10.255.630.767	7.721.748.518	7.027.672.810	7.876.049.420
Piauí	7.539.061.966	7.044.301.390	6.912.728.675	7.307.915.822
Paraná	10.351.990.567	11.474.054.122	5.980.996.612	16.417.939.670
Rio de Janeiro	25.288.792.547	8.222.604.283	6.839.899.535	12.287.618.780
Rio Grande do Norte	3.358.675.949	2.658.535.006	1.908.450.934	2.666.210.949
Rondônia	1.966.247.190	524.390.918	524.390.918	524.390.918
Roraima	962.346.998	949.386.037	925.957.762	949.386.037
Rio Grande do Sul	9.018.667.979	8.910.088.944	3.790.815.532	12.254.186.517
Santa Catarina	14.002.514.423	6.589.198.599	6.426.268.665	7.293.362.141
Sergipe	2.884.480.621	2.623.328.942	2.431.157.889	2.850.290.379
São Paulo	66.526.520.265	71.479.635.656	41.661.112.320	89.575.457.797
Tocantins	421.574.905	155.649.481	131.258.570	289.944.475
<b>Total</b>	<b>241.611.083.127</b>	<b>213.780.736.966</b>	<b>139.636.929.393</b>	<b>263.971.626.365</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

A Figura 16 apresenta a comparação dos investimentos em expansão dos serviços, previstos para cada Estado, considerando os critérios 'Nível de Criticidade' e *Coefficiente PD* – Cenário A. Em grande parte dos estados o total dos investimentos estimados é próximo. As maiores discrepâncias se dão em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina.





**Figura 16: Comparação do investimento por estado – Nível de Criticidade vs. Cenário A**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

### 3.5.3. Investimentos em Cadastro Técnico de Drenagem

Pela importância do cadastro técnico da infraestrutura de drenagem para o planejamento urbano, foi considerado como meta a finalização dos cadastros municipais para todos os municípios brasileiros até o ano de 2025.

Para o cálculo dos custos para isso utilizou-se valor de referência de R\$ 7.738,89 por km<sup>2</sup> para os serviços. Importante ressaltar que, assim como todos os valores de entrada de dados, o custo médio do cadastro técnico pode e deve ser atualizado na medida que novos estudos e novas referências forem elaborados.

No cálculo de investimentos por estado, foram utilizados os déficits apresentados no Eixo 1 – Diagnóstico do Setor de Saneamento. **A partir dos cálculos realizados para os estados e para as macrorregiões foi possível estimar o investimento nacional para o cadastro técnico de drenagem em R\$ 297.359.651,08 (Duzentos e noventa e sete milhões, trezentos e cinquenta e nove mil, seiscentos e cinquenta e um reais e oito centavos). Esse é o investimento necessário para que 100% dos municípios brasileiros elaborem o cadastro técnico da infraestrutura de drenagem urbana.**

Os investimentos por estado estão mostrados na Tabela 10. Os estados de Minas Gerais e São Paulo, ambos da região sudeste, são aqueles que necessitam de mais investimento em cadastro técnico. Por outro lado, desconsiderando o Distrito Federal, os estados do Acre e Roraima são os que necessitam de menos investimento.

Tabela 10: Investimentos em cadastro técnico de drenagem por Estado

Estado	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico	Área urbana (km <sup>2</sup> )	Necessidade de Investimentos
Acre	17	78,57%	63,78	R\$ 493.619,57
Alagoas	81	79,41%	448,87	R\$ 3.473.763,52
Amazonas	43	69,23%	886,46	R\$ 6.860.476,53
Amapá	6	37,50%	112,38	R\$ 869.696,46
Bahia	334	80,00%	2.669,68	R\$ 20.660.332,91
Ceará	138	74,80%	1.665,32	R\$ 12.887.724,84
Distrito Federal	0	0,00%	0,00	R\$ 0,00
Espírito Santo	38	48,48%	448,74	R\$ 3.472.715,81
Goiás	191	77,65%	2.213,77	R\$ 17.132.109,27
Maranhão	177	81,61%	1.760,38	R\$ 13.623.351,92
Mato Grosso	79	55,77%	904,08	R\$ 6.996.566,44
Mato Grosso do Sul	35	44,12%	531,17	R\$ 4.110.698,70
Minas Gerais	622	72,94%	4.854,83	R\$ 37.571.027,47
Pará	87	60,67%	1.074,35	R\$ 8.314.249,63
Paraíba	184	82,31%	989,24	R\$ 7.655.644,11

Estado	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico	Área urbana (km <sup>2</sup> )	Necessidade de Investimentos
Paraná	191	47,90%	1.911,59	R\$ 14.793.621,17
Pernambuco	151	81,74%	1.752,64	R\$ 13.563.456,16
Piauí	175	78,18%	792,99	R\$ 6.136.879,50
Rio de Janeiro	60	64,94%	2.863,16	R\$ 22.157.654,66
Rio Grande do Norte	133	79,80%	1.418,52	R\$ 10.977.770,88
Rio Grande do Sul	318	63,98%	2.688,40	R\$ 20.805.211,49
Rondônia	35	66,67%	375,49	R\$ 2.905.861,47
Roraima	4	28,57%	98,32	R\$ 760.890,82
Santa Catarina	192	65,25%	2.169,91	R\$ 16.792.685,18
São Paulo	258	40,07%	4.743,54	R\$ 36.709.730,97
Sergipe	57	76,09%	392,12	R\$ 3.034.611,33
Tocantins	109	78,72%	594,34	R\$ 4.599.559,84
<b>Total</b>				<b>R\$ 297.359.910,66</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Os resultados estão apresentados na Tabela 11 de forma agrupada por macrorregião. A região Sudeste é que necessita de mais investimentos para elaboração dos cadastros técnicos municipais, seguida pela região nordeste.

Tabela 11: Investimentos em cadastro técnico de drenagem por macrorregião

Região	Quantidade de municípios sem Cadastro Técnico	% municípios sem cadastro técnico	Área urbana (km <sup>2</sup> )	Necessidade de Investimentos
Norte	302	67,11	3.205,16	R\$ 24.804.354,33
Nordeste	1.430	79,41	11.889,76	R\$ 92.013.535,16
Sudeste	978	58,63	12.910,27	R\$ 99.911.128,91
Sul	702	58,94	6.769,90	R\$ 52.391.517,84
Centro-Oeste	305	65,31	4.427,81	R\$ 28.239.374,41
<b>Total</b>				<b>R\$ 297.359.910,66</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

### 3.5.4. Resultados consolidados

Nas tabelas a seguir são apresentadas as necessidades de investimentos relativas à depreciação e reposição das estruturas existentes e que deverão ser implementadas ao longo dos próximos 12 anos (entre 2022 e 2033). Os resultados estão apresentados ano a ano e também somados aos investimentos necessários em expansão, com o objetivo de obter o valor dos investimentos totais necessários para o período.

Critério A: Nível de Criticidade do SNIS-AP 2020

Tabela 12: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033 (R\$ milhões).

Ano	Base de ativos	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
2021	41.304,23	18.585,47	826,08	59,47	19.471,02
2022	59.889,69	18.585,47	1.197,79	59,47	19.842,73
2023	78.475,16	18.585,47	1.569,50	59,47	20.214,44
2024	97.060,63	18.585,47	1.941,21	59,47	20.586,15
2025	115.646,10	18.585,47	2.312,92	59,47	20.957,86
2026	134.231,56	18.585,47	2.684,63	-	21.270,10
2027	152.817,03	18.585,47	3.056,34	-	21.641,81
2028	171.402,50	18.585,47	3.428,05	-	22.013,52
2029	189.987,97	18.585,47	3.799,76	-	22.385,23
2030	208.573,44	18.585,47	4.171,47	-	22.756,94
2031	227.158,90	18.585,47	4.543,18	-	23.128,65
2032	245.744,37	18.585,47	4.914,89	-	23.500,36
2033	264.329,84	18.585,47	5.286,60	-	23.872,06
<b>Total</b>		<b>241.611,08</b>	<b>39.732,43</b>	<b>297,36</b>	<b>281.640,87</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

*Critério B: Características municipais (Coeficiente PD) – Cenário 1*

*Tabela 13: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033.*

Ano	Base de ativos	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
2021	41.304,23	16.444,67	826,08	59,47	<b>17.330,23</b>
2022	57.748,90	16.444,67	1.154,98	59,47	<b>17.659,12</b>
2023	74.193,57	16.444,67	1.483,87	59,47	<b>17.988,02</b>
2024	90.638,24	16.444,67	1.812,76	59,47	<b>18.316,91</b>
2025	107.082,91	16.444,67	2.141,66	59,47	<b>18.645,80</b>
2026	123.527,59	16.444,67	2.470,55	-	<b>18.915,22</b>
2027	139.972,26	16.444,67	2.799,45	-	<b>19.244,12</b>
2028	156.416,93	16.444,67	3.128,34	-	<b>19.573,01</b>
2029	172.861,60	16.444,67	3.457,23	-	<b>19.901,90</b>
2030	189.306,27	16.444,67	3.786,13	-	<b>20.230,80</b>
2031	205.750,95	16.444,67	4.115,02	-	<b>20.559,69</b>
2032	222.195,62	16.444,67	4.443,91	-	<b>20.888,58</b>
2033	238.640,29	16.444,67	4.772,81	-	<b>21.217,48</b>
<b>Total</b>		<b>213.780,74</b>	<b>36.392,79</b>	<b>297,36</b>	<b>250.470,88</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

*Critério B: Características municipais (Coeficiente PD) – Cenário 2*

*Tabela 14: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033.*

Ano	Base de ativos	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
<b>2021</b>	41.304,23	10.741,30	826,08	59,47	<b>11.626,86</b>
<b>2022</b>	52.045,53	10.741,30	1.040,91	59,47	<b>11.841,68</b>
<b>2023</b>	62.786,83	10.741,30	1.255,74	59,47	<b>12.056,51</b>
<b>2024</b>	73.528,13	10.741,30	1.470,56	59,47	<b>12.271,34</b>
<b>2025</b>	84.269,43	10.741,30	1.685,39	59,47	<b>12.486,16</b>
<b>2026</b>	95.010,74	10.741,30	1.900,21	-	<b>12.641,52</b>
<b>2027</b>	105.752,04	10.741,30	2.115,04	-	<b>12.856,34</b>
<b>2028</b>	116.493,34	10.741,30	2.329,87	-	<b>13.071,17</b>
<b>2029</b>	127.234,64	10.741,30	2.544,69	-	<b>13.286,00</b>
<b>2030</b>	137.975,95	10.741,30	2.759,52	-	<b>13.500,82</b>
<b>2031</b>	148.717,25	10.741,30	2.974,34	-	<b>13.715,65</b>
<b>2032</b>	159.458,55	10.741,30	3.189,17	-	<b>13.930,47</b>
<b>2033</b>	170.199,85	10.741,30	3.404,00	-	<b>14.145,30</b>
<b>Total</b>		<b>139.636,93</b>	<b>27.495,53</b>	<b>297,36</b>	<b>167.429,82</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

*Critério B: Características municipais (Coeficiente PD) – Cenário 3*

*Tabela 15: Base de ativos, necessidades de expansão e reposição e investimentos totais necessários no período de 2022-2033.*

Ano	Base de ativos	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
<b>2021</b>	41.304,23	20.305,51	826,08	59,47	<b>21.191,07</b>
<b>2022</b>	61.609,74	20.305,51	1.232,19	59,47	<b>21.597,18</b>
<b>2023</b>	81.915,24	20.305,51	1.638,30	59,47	<b>22.003,29</b>
<b>2024</b>	102.220,75	20.305,51	2.044,42	59,47	<b>22.409,40</b>
<b>2025</b>	122.526,26	20.305,51	2.450,53	59,47	<b>22.815,51</b>
<b>2026</b>	142.831,77	20.305,51	2.856,64		<b>23.162,15</b>
<b>2027</b>	163.137,28	20.305,51	3.262,75		<b>23.568,26</b>
<b>2028</b>	183.442,79	20.305,51	3.668,86		<b>23.974,37</b>
<b>2029</b>	203.748,30	20.305,51	4.074,97		<b>24.380,48</b>
<b>2030</b>	224.053,81	20.305,51	4.481,08		<b>24.786,59</b>
<b>2031</b>	244.359,32	20.305,51	4.887,19		<b>25.192,70</b>
<b>2032</b>	264.664,83	20.305,51	5.293,30		<b>25.598,81</b>
<b>2033</b>	284.970,34	20.305,51	5.699,41		<b>26.004,92</b>
<b>Total</b>		<b>263.971,63</b>	<b>42.415,69</b>	<b>297,36</b>	<b>306.684,68</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).



### 3.6. Possibilidades para Evolução da Metodologia

Esta seção apresenta algumas formas de se aprofundar a metodologia aplicada neste relatório, como forma de aprimoramento contínuo do planejamento nacional para o tema.

- 1) Detalhamento das informações solicitadas anualmente no SNIS-AP, principalmente para capturar (i) as estimativas de cada município acerca da necessidade de infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais, em termos físicos e financeiros, (ii) as estimativas de cada município acerca da infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais existente, em termos físicos e financeiros.
- 2) Elaboração de uma base de dados federal (um sítio na internet, por exemplo) contendo todos os planos de drenagem municipal, assim como processo anual associado à coleta de informações do SNIS pelo qual os municípios devem encaminhar a esta base seus planos mais atuais.
- 3) Incorporação de outras características municipais relevantes ao critério de seleção e mensuração da necessidade de sistemas de drenagem. Notadamente, a pluviometria máxima pode trazer ganhos expressivos na medida em que tende a capturar picos de demanda do sistema de drenagem.
- 4) Aproximação da metodologia aqui aplicada com os dados e metodologia do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Notadamente em relação ao mapeamento das áreas das bacias hidrográficas sujeitas a inundações e classificação dos municípios em relação à criticidade.

- 5) Adição de módulo de estimativa de investimentos em políticas e equipamentos públicos relacionados ao aumento da permeabilidade do solo.
- 6) Aprofundamento da metodologia para estimativa do custo do investimento por habitante para cada município, por exemplo com o aumento do número de planos de drenagem na base de dados para estimativa das correlações.

### 3.7. Considerações Finais

O presente documento corresponde ao “Produto 5 – PARTE B: Arcabouço conceitual para o cálculo dos investimentos em Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas” (“Produto 5 – PARTE B”), trata, como o próprio nome sugere, da estimativa para os investimentos necessários à universalização dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no Brasil, até 2033.

O eixo de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas é marcado pela escassez de dados e informações, que impõe grandes desafios para o cálculo da necessidade de investimentos para universalização dos serviços. Os dados públicos existentes são limitados e é necessário que o SNIS-AP tenha informações sobre microdrenagem, macrodrenagem e déficit de investimento por município.

Ao mesmo tempo, faltam políticas públicas e planejamento sobre o tema, apesar de alagamentos, enchentes e inundações estarem cada vez mais presentes na vida da população.

Nesse contexto, os investimentos totais para universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais foram estimados em quatro parcelas:

1. Investimentos na expansão dos sistemas daqueles municípios com planos de drenagem urbana, calculados por meio dos valores constantes dos próprios planos.
2. Investimentos na expansão dos sistemas para municípios sem planos de drenagem urbana, estimados por meio de modelo econométrico descrito em detalhes a seguir.
3. Investimentos para manutenção da infraestrutura e reposição de ativos existentes.
4. Investimentos para completar os cadastros técnicos da infraestrutura dos municípios brasileiros.

Conforme apresentado ao longo deste estudo, existem diferenças significativas entre os regimes pluviométricos e as características de ocupação urbana das diversas regiões do Brasil. Assim, as soluções para a drenagem pluvial em cada localidade podem variar significativamente, e a forma mais precisa de se estimar o total dos investimentos para o Brasil tende a ser por meio da soma da estimativa de investimentos feitos por cada uma das cidades em seus planos municipais e planos diretores de drenagem.

Ocorre que o número de municípios que efetivamente têm uma estimativa financeira para a universalização dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais é pequeno. Assim, foi necessário desenvolver uma metodologia para se estimar os investimentos nos demais municípios.

A metodologia baseia-se na utilização de uma fórmula paramétrica desenvolvida para se medir a necessidade intrínseca do município por sistemas de drenagem urbana. Para cada município utilizou-se informações de pluviometria e densidade urbana para se calcular um coeficiente (*Coeficiente PD*) que procura capturar a composição de dois efeitos simultaneamente: volume de chuva e nível de impermeabilização do solo

Após o cálculo do *Coefficiente PD* para cada município, foram selecionados todos os municípios cujos coeficientes estão acima de um determinado nível. Ressalte-se que esse nível ótimo não é conhecido *a priori*. Utilizando-se um critério mais rígido (ou seja, exigência de um Coeficiente PD mais alto), resulta na seleção daqueles municípios cuja criticidade em termos de necessidade de sistemas de drenagem tende a ser também mais alta. E vice-versa. Esta metodologia permite elaboração de diferentes cenários para que se conheça as estimativas de investimentos com critérios mais rígidos e critérios mais brandos.

**Os resultados para o cenário principal são mostrados abaixo. O total de investimentos para expansão dos serviços é de R\$ 213 bilhões. Já para reposição de ativos o total no período é de R\$ 36 bilhões. Somando-se, ainda, R\$ 297 milhões em elaboração dos cadastros técnicos dos ativos de drenagem urbana, o total estimado para universalização dos serviços até 2033 é de R\$ 250 bilhões.**

Ano	Base de ativos	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
2021	41.304,23	16.444,67	826,08	59,47	17.330,23
2022	57.748,90	16.444,67	1.154,98	59,47	17.659,12
2023	74.193,57	16.444,67	1.483,87	59,47	17.988,02
2024	90.638,24	16.444,67	1.812,76	59,47	18.316,91
2025	107.082,91	16.444,67	2.141,66	59,47	18.645,80
2026	123.527,59	16.444,67	2.470,55	-	18.915,22
2027	139.972,26	16.444,67	2.799,45	-	19.244,12
2028	156.416,93	16.444,67	3.128,34	-	19.573,01
2029	172.861,60	16.444,67	3.457,23	-	19.901,90
2030	189.306,27	16.444,67	3.786,13	-	20.230,80
2031	205.750,95	16.444,67	4.115,02	-	20.559,69
2032	222.195,62	16.444,67	4.443,91	-	20.888,58
2033	238.640,29	16.444,67	4.772,81	-	21.217,48
<b>Total</b>		<b>213.780,74</b>	<b>36.392,79</b>	<b>297,36</b>	<b>250.470,88</b>

## 4. REFERÊNCIAS

BAPTISTA M. B.; NASCIMENTO, N. O. (2002). **Aspectos institucionais e de financiamento dos Sistemas de Drenagem Urbana**. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.7, n.1, p.29-49;

BNDES, 2014. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep\\_fep/chamada\\_publica\\_residuos\\_solidos\\_Relat\\_Final.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_residuos_solidos_Relat_Final.pdf) Acessado em 24 fevereiro de 2022

BRASIL, 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm) Acessado em 28 de março de 2022

BRASIL, 2011. **Estudos para Elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. [http://www.mma.gov.br/estruturas/253/\\_publicacao/253\\_publicacao02022012041757.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf) (acessado em 11 de julho de 2020).

BRASIL, 2014. **Investimentos em saneamento básico: análise histórica e estimativa de necessidades**. Sonaly Cristina Rezende (coord.), João Baptista Peixoto, Denise Helena França Marques, Priscilla Macedo Moura. Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. 264 p.

BRASIL, 2019. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, DF. Brasília, Ministério do Desenvolvimento Regional/ Secretaria Nacional de Saneamento, 2019, 240p.

BRASIL, 2020. **Estudos para Elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF. Brasília, Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Qualidade Ambiental. 2020, 187p.

BRASIL, 2020. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos,

a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

BRASIL, 2021. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos – 2020**. Brasília: SNS/MDR, 2021.

JAMBO BRITO, Julia. **Uso do conceito WSUD (water sensitive urban design) na transição para cidades “sensíveis” à água um estudo de caso de Teresópolis, RJ**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO 2017.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. 2019**.

PAES, M. X. **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) – Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2018.

PAES, M. X., MEDEIROS, G. A., MANCINI, S. D., GASOL, C., PONS, J. R., DURANY, X. G., 2020a. **Transition towards eco-efficiency in municipal solid waste management to reduce GHG emissions: the case of Brazil**. Journal of Cleaner Production. Volume 263, 1 August 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121370>

PAES, M. X.; BELLEZONI, R. A.; PUPPIM DE OLIVEIRA, J. A. **Manual prático para inovação em gestão dos resíduos sólidos urbanos**. São Paulo: FGV/ EAESP, 2021 p.68. ISBN: 9786500244502  
[https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/eventos/content/arquivos/jun/21/manual\\_pratico\\_para\\_inovacao\\_em\\_gestao\\_dos\\_rsu\\_fgv-eaesp\\_junho\\_2021.pdf](https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/eventos/content/arquivos/jun/21/manual_pratico_para_inovacao_em_gestao_dos_rsu_fgv-eaesp_junho_2021.pdf)

PAES, M.X., MEDEIROS, G.A., MANCINI, S.D., BORTOLETO, A.P., PUPPIM DE OLIVEIRA, J. A., KULAY, L.A., 2020b. **Municipal solid waste management: Integrated analysis of environmental and economic indicators based on life cycle assessment**. Journal of Cleaner Production. Volume 254, 1 May 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119848>

SILVA RODRIGUES, MIGUEL (2020). **Water Sensitive Urban Design para a criação de uma Water Sensitive City**. Caso de Estudo: Quarteira. Universidade de Algarve. Instituto superior de Engenharia

## ANEXO I – ORGANIZAÇÃO E COBRANÇA PELOS SERVIÇOS

O *Sustainable Drainage Systems* – SuDS (Sistemas de Drenagem Sustentável), adotado no Reino Unido tem como principal objetivo simular a drenagem no ambiente natural antes das alterações realizadas pelo homem. O *Low Impact Development* – LID (Desenvolvimento de Baixo Impacto), que é definido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*U.S. Environmental Protection Agency* - EPA), é um método que apresenta uma abordagem de planejamento de terra e projeto de engenharia para gerenciar o escoamento de águas pluviais como parte da infraestrutura verde que permite mais permeabilidade do solo.

Por fim, na Austrália é adotada a metodologia *Water Sensitive Urban Design* – WSUD (Design Urbano Sensível a Água), que integra o ciclo urbano da água, incorporando abastecimento, águas de efluentes, gestão de águas pluviais e subterrâneas, desenho urbano e proteção ambiental.

Nos três casos acima citados existem três pontos em comum. O primeiro diz respeito à compreensão do conceito de drenagem como parte do ciclo da água. O segundo aspecto em comum é a consideração da infraestrutura verde como solução fundamental para um aumento da permeabilidade do solo e manejo de águas pluviais. Por fim, o terceiro aspecto é relacionado à mitigação das ações antrópicas.

A cobrança pelos serviços em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas é um tema ainda incipiente no Brasil e deve ser discutido para que se avance para um modelo institucional mais sólido que o atualmente predomina no país. Atualmente os recursos necessários para a ampliação e para a manutenção dos sistemas de drenagem vêm, essencialmente, de recursos fiscais. Portanto, acabam competindo com as demais despesas orçamentárias, que muitas vezes são consideradas prioritárias.

A cobrança diretamente vinculada ao serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas pode ser uma forma alternativa de se financiar os investimentos em infraestrutura de drenagem e cobrir os custos de operação e manutenção do sistema.

Nos Estados Unidos, a cobrança pelos serviços de drenagem está consolidada. Abaixo são descritos dois mecanismos de organização e cobrança implementados para essa finalidade: as *Stormwater Utilities* e os *Stormwater Retention Credits*. No Brasil existem alguns poucos municípios que já a implementaram ou estão em fase de implementação. Três casos são detalhados na sequência.

### *Stormwater Utilities nos Estados Unidos*

As *Stormwater Utilities* são empresas de utilidade pública com possibilidade tanto a geração de uma fonte contínua e previsível de receita (tarifas de usuários), quanto o fortalecimento da gestão das águas pluviais mediante a estruturação de um corpo técnico adequado que deve conduzir todas as atividades do setor de forma integrada.

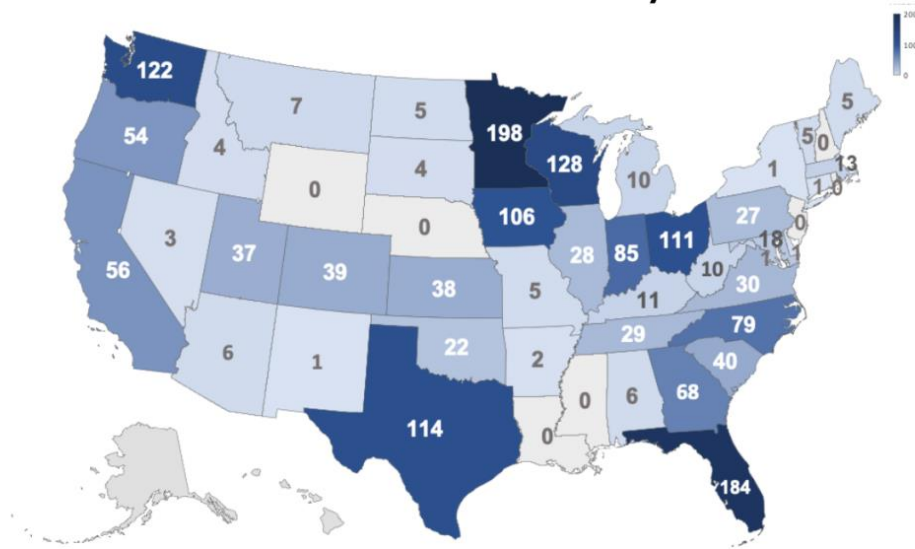
Em termos de autonomia administrativa e financeira, há consenso de que as *Stormwater Utilities* constituem a modalidade institucional mais adequada para a prestação do serviço público de drenagem urbana.

Interessante notar que a maioria das *Stormwater Utilities* vincula a tarifa à área impermeabilizada dos lotes, permitindo que o usuário voluntariamente diminua o seu encargo a partir da redução do escoamento superficial gerado, o que se obtém com medidas de controle na fonte que compensem o *runoff* gerado pelas superfícies impermeáveis.

A Figura 17 mostra a evolução do número de *Stormwater Utilities* nos EUA. Em 2019 esse número já chegava a 1.716.



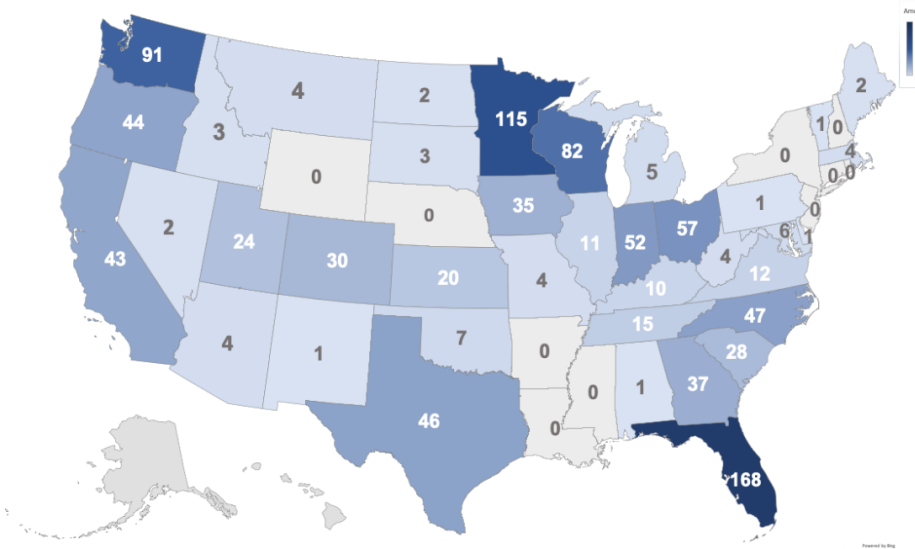
### Number of Stormwater Utilities by State 2019



As of 2019, 1,716 stormwater utilities had formed in the United States.

(Source: Western Kentucky University 2009 Stormwater Utility Survey)

### Number of Stormwater Utilities by State 2009



As of 2009, 1,022 stormwater utilities had formed in the United States.

(Source: Western Kentucky University 2009 Stormwater Utility Survey)

Figura 17: Número de Stormwater Utilities nos Estados Unidos (2009 e 2019)

Fonte: <https://stormwaterutilities.njfuture.org/>

### Crédito de Retenção de Águas Pluviais no Distrito de Columbia

O Distrito de Columbia é onde está localizada capital dos Estados Unidos, Washington. O Distrito implementou o *Stormwater Retention Credits - SRC* (Crédito de Retenção de Águas Pluviais), pelo qual o usuário pode gerar e vender créditos de retenção de águas pluviais (SRCs), para obter receita para projetos que reduzem o escoamento prejudicial de águas pluviais instalando infraestrutura verde, ou removendo superfícies impermeáveis. Os princípios os SRCs são:

- i) Proprietário tem que reter as águas pluviais em seu lote
- ii) Caso opte por não fazer, ou não tenha mais espaço, pode adquirir créditos de outra pessoa que tenha créditos disponíveis
- iii) Caso não queria adquirir créditos ou não houver nenhum a disposição, deverá pagar a tarifa

### Casos brasileiros de cobrança pelos serviços

Segundo informações do SNIS-AP 2020, 24 municípios brasileiros já realizam a cobrança pelo uso ou disponibilização dos serviços de drenagem (Tabela 16).

Tabela 16: Municípios que realizam a cobrança pelos serviços de drenagem

Município	Estado	Forma de Cobrança	Valor cobrado por imóvel urbano (R\$/mês)
Antonina	PR	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 80,00
Bicas	MG	Cobrança de taxa específica	R\$ 18,00
Bituruna	PR	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 40,00
Cafelândia	SP	Cobrança de taxa específica	R\$ 20,35
Cândido de Abreu	PR	Cobrança de taxa específica	R\$ 45,00
Colômbia	SP	Cobrança de taxa específica	R\$ 50,00
Confresa	MT	Cobrança de taxa específica	R\$ 35,40
Encanto	RN	Cobrança de taxa específica	R\$ 0,20
Estância Velha	RS	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$10,00
Estrela de Alagoas	AL	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 0,75

Município	Estado	Forma de Cobrança	Valor cobrado por imóvel urbano (R\$/mês)
Florínia	SP	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 13,51
Ipiaçu	MG	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 15,00
Manaquiri	AM	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 9,00
Marcionílio Souza	BA	Cobrança de taxa específica	R\$ 2,10
Mateiros	TO	Cobrança de taxa específica	R\$ 43,78
Montenegro	RS	Cobrança de taxa específica	R\$ 72,26
Nova Santa Rita	RS	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 87,00
Pedro de Toledo	SP	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 35,00
Porto Alegre	RS	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 32,25
Santo André	SP	Cobrança de taxa específica	R\$ 2,29
São João Nepomuceno	MG	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 78,30
São José do Povo	MT	Cobrança de taxa específica	R\$ 22,80
São Leopoldo	RS	Cobrança de taxa específica	R\$ 13,56
Tenente Ananias	RN	Cobrança de tarifa ou preço público	R\$ 20,00

Fonte: SNIS 2020

Abaixo são mostrados três casos de cidades que realizam a prestação e cobrança, ou estão com em processo de implementação dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas pluviais urbanas:

- iv) Santo André, São Paulo – Brasil.
- v) Porto Alegre, Rio Grande do Sul – Brasil
- vi) Irati, Paraná – Brasil.

### *Santo André - SP*

O município de Santo André no estado de São Paulo foi a primeira cidade brasileira a implementar a taxa de cobrança pelos serviços de drenagem, no ano de 1998. A taxa cobrada pela utilização tem por finalidade cobrir os gastos com a operação, a manutenção e a amortização do capital investido no sistema de drenagem da cidade.

A cobrança pelos serviços de drenagem em Santo André foi instituída pela Lei Municipal 7.606 de 23 de dezembro de 1997:

*Art. 2 - A taxa de drenagem é devida em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município.*

[...]

*Art. 4 - O custo decorrente da prestação dos serviços de operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem será dividido proporcionalmente entre cada usuário, segundo a contribuição volumétrica das águas advindas de seu respectivo imóvel, lançadas ao sistema de drenagem urbana.*

*Parágrafo único - O cálculo da contribuição volumétrica de águas ao sistema de drenagem terá por base o índice pluviométrico médio mensal do Município que, associado à área coberta de cada imóvel (impermeabilização), definirá o volume efetivamente lançado ao sistema.*

Por meio da cobrança pelos serviços de drenagem, o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) cobre parte dos gastos de manutenção da rede (limpeza de bocas-de-lobo, galerias, limpeza e desassoreamento de córregos) e demais infraestruturas.

O valor pago por cada imóvel é calculado de acordo com sua área impermeabilizada, de forma a se ter proporcionalidade entre o valor e o volume de água lançado no sistema de drenagem. Este volume é calculado com base no índice pluviométrico médio histórico dos últimos 30 anos a partir dos dados do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE).

A taxa de drenagem é cobrada nas faturas mensais de consumo dos serviços prestados nos imóveis com o respectivo cálculo do custo médio mensal por metro cúbico produzido em cada lote, como pode ser observado na Figura 18.

**semasa**  
SANEAMENTO AMBIENTAL

Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André - CNPJ: 57.604.530/0001-66 - Insc. Est.: 626.723.877.111

ÁREA CONSTRUÍDA: 95M2 - FREQUENCIA COLETA: 4 DIAS/SEMANA

**CONTA MENSAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

Impressão em 22/05/2014 às 16:15:25

Endereço: RUA MASSARANDUBA, 1092  
Nome: CINTIA LUDGERO GARCIA DE OLIVEIRA

Nº Conta	Nº Ligação	Classificação Fiscal	Nº Hidrômetro
63.453-0	63.453	14.062.096	A03L572644

Nº Economias	Categoria	Centro de Abastecimento	Tipo de Faturamento	Faixa de Serviço	Conta de:
1	1 - RESIDENCIAL	ERASMO	NORMAL	104	MAIO/2014

Descrição do Faturamento Mensal	Valor	Descrição dos Serviços:	Valor
ÁGUA	17,02		
ESGOTO	17,02		
MULTA (2%)+JUROS (0,5% a.m.)	0,00		
MULTA+JUROS TX.COLETA (*)	0,00		
TAXA DE DRENAGEM	3,40		
DIFERENÇA DE CONSUMO	0,00		
CREDITO	0,00		
TAXA DE COLETA	12,67	Água no Abacado	0,00
SERVIÇOS	0,00		
<b>VALOR</b>		<b>R\$ 50,11</b>	
<b>VENCIMENTO</b>		<b>30/05/2014</b>	

**Figura 18: Modelo de Conta Mensal de Saneamento Ambiental de Santo André**

Fonte: Prefeitura Municipal de Santo André (2014).

Em estudo realizado em 2014, os valores arrecadados com a cobrança da taxa de Drenagem não cobriam os gastos com a manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem, como apresenta a Figura 19.



**Figura 19: Arrecadação e Custo da Drenagem em Santo André**

Fonte: Prefeitura Municipal de Santo André (2014).

Desta forma, apesar de possuir a cobrança, sendo o Município pioneiro na implantação de taxa de drenagem, a arrecadação não cobre os custos com o serviço. Santo André está realizando estudos junto a Fundação Getúlio Vargas para elaboração de um novo modelo de taxa que cubra todos os custos da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

### Porto Alegre - RS

Em 1989, a Prefeitura de Porto Alegre decidiu que todos os usuários atendidos pela rede pluvial ou rede "mista" ou ainda rede "unitária", utilizada simultaneamente tanto para transporte do esgoto doméstico através de dispositivos públicos de drenagem, iriam pagar a tarifa correspondente a este serviço.

A lei aprovada modificou a lei de funcionamento do DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto), possibilitando-lhe esta cobrança de tarifa. Por sua vez, a execução e conservação dos sistemas de drenagem pluvial, esgotamento unitário e

proteção contra inundações é realizado pelo DEP (Departamento de Esgotos Pluviais), estrutura administrativa da Administração Centralizada do Município.

Estabeleceu-se então um convênio entre a PMPA (Prefeitura Municipal de Porto Alegre) e o DMAE, através do qual o DMAE repassa mensalmente à Administração Centralizada os recursos recolhidos, deduzindo uma taxa de administração de 3% (três por cento).

Desta maneira, foi introduzida a “tarifa de esgoto misto”, pela qual todas as economias que possuem a disposição o escoamento dos seus efluentes sanitários, independente da alternativa tecnológica utilizada: sistema separador absoluto (DMAE) ou rede unitária também conhecida por “rede mista” (DEP) passaram a contribuir com a tarifa de esgoto, com a finalidade de manutenção e limpeza dos dispositivos públicos utilizados para escoamento do esgoto.

No SNIS-AP 2020 foi informado que Porto Alegre realizada a cobrança pelos serviços. A conta de água de Porto Alegre possui indicação do tipo de tarifa cobrada:

- vii) 1: Imóvel não está ligado à rede de esgoto para a coleta e condução do esgoto;
- viii) 2: Imóvel está ligado à rede de esgoto cloacal para a coleta e condução do esgoto; e
- ix) 3: Imóvel está ligado à rede de esgoto pluvial para a coleta e condução do esgoto.

A Figura 20 apresenta o modelo de conta de água de Porto Alegre, indicando o tipo de tarifa.

**DMAE** PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS  
C.N.P.J 92.924.901/0001-98

CONTA ÁGUA/ESGOTO SERVIÇO V.2.B.4

Fone: 156

1 EMISSAO 30/04/2018

2 3 FULANO DE TAL R. DAS ÁGUAS PREDIO: 1234 PAV: 2 APTO: 123 SN.:

4 RAMAL 9.999.999

5 MES ABR/18

6 ECONO. 001	7 CALCULO T.SOCIAL	8 CATEGORIA RESIDENCIAL	9 TAR.ST.RM. 2	10 ATIVO	11 TP.RM.GRP.AGT.REV NORMAL	12 03 060 01
--------------	--------------------	-------------------------	----------------	----------	-----------------------------	--------------

13 HIDROMETRO a08n155415	18 CONSUMO COBRADO 0000017
14 LEITURA ATUAL 0000115	19 No DIAS DE CONSUMO 30
15 LEITURA ANTERIOR 0000098	20 MEDIA 3 MESES 0000005
16 CONSUMO DO MES 0000017	MEDIA 6 MESES 0000004
17 SOBRA CONSUMO 0000000	

21 ULTIMAS LEITURAS/CONSUMO REGISTRADOS					
MES	DT.LEITURA	LEITURA	CONSUMO	AGT	
03/18	25/03/18	98	7	060	
02/18	26/02/18	91	5	060	
01/18	25/01/18	86	4	060	
12/17	26/12/17	82	4	060	
11/17	27/11/17	78	4	060	
10/17	25/10/17	74	3	060	

22 No. DA CONTA 10/077624197
LANCAMENTO 10/010270733

23 TARIFAS					
Esgoto cobrado sobre 13.60 M3					
CHS: R\$ **0,00 PB POR M3 R\$ **2,0200					

MES	PARC.ESPECIFICACAO	AGUA/SER	ESGOTO	JUROS	C. MONET.
04/18	AGUA/ESG.CL	34,34	27.47	0,00	0,20

24	
----	--

25 COMPOSICAO DA CONTA	
VALOR NOMINAL	61,81
MULTA 2%	0,00
JUROS S. DEBITO	0,00
CORR. MONET.	0,00
DESP. ADMIN.	0,00

26 VENCIMENTO	13/05/18
27 VALOR TOTAL EM REAIS	*****61,81

Figura 20: Modelo de conta de água de Porto Alegre

Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre (2022).

Neste caso, a tarifa cobrada no município de Porto Alegre não se refere especificamente à prestação do serviço de drenagem, mas sobre o uso da rede de drenagem para disposição do esgoto sanitário.

### Irati - PR

O município de Irati-PR, elaborou Plano Diretor de Drenagem Urbana considerando em seu estudo a cobrança, adotando a vazão de pré-urbanização ou cobrança de taxa nas áreas impermeabilizadas, porém considerando vazões diferentes



para cada sub-bacia urbana. O cálculo da taxa está previsto no Plano de Drenagem Urbana do município, porém, ainda não foi implementado, aguardando votação na Câmara Municipal.



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2023

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais:  
soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água  
e esgotamento sanitário

JULHO/2022



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais:  
soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água  
e esgotamento sanitário

CONTRATANTE:

ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho Economista, Dr.	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
--	--

### Equipe Chave

Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo das Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Matheus Morselli Gysi Físico, Msc.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>

### Equipe de Apoio

Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Msc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinicius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>

**Equipe de Apoio**

Pedro Levy Sayon. Economista, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache Engenheiro Mecatrônico, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Cláudia Orsini Machado de Sousa Administradora e Bióloga, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Luccas Saqueto Espinoza Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Thainá Sanches Becker Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Larissa dos Santos Silva Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Felipe Baglioli	<i>Acadêmico de Engenharia Ambiental</i>
Guilherme Bortolotti	<i>Acadêmico de Engenharia Civil</i>
Nicolas dos Santos Rosa	<i>Acadêmico de Geologia</i>
Daniele Delgado	<i>Acadêmica de Geologia</i>

03	26/07/2022	P7	VTR	HRN	GJOF
02	07/07/2022	P7	VTR	HRN	GJOF
01	30/06/2022	P7	VTR	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>

<b>NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS – MODELOS CONCEITUAIS E IMPLEMENTAÇÃO</b>			
<b>Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais: soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água e esgotamento sanitário</b>			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho	<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Data</b>
	03	03	26/07/2022
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PRo Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br   www.envexengenharia.com.br	



## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), o Produto 7 – Modelagem de Investimentos para as Áreas Rurais: Soluções Alternativas ou Individuais de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>PREMISSAS DO INVESTIMENTO EM SANEAMENTO RURAL NO BRASIL .....</b>	<b>12</b>
2.1.	Metodologia .....	13
2.1.1.	Setores Censitários.....	13
2.1.2.	Projeção Populacional.....	15
2.1.3.	Abastecimento de Água.....	16
2.1.4.	Esgotamento Sanitário.....	22
2.1.5.	Reposição de sistemas existentes.....	27
2.1.6.	Correção monetária .....	28
<b>3.</b>	<b>NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO RURAL.....</b>	<b>29</b>
3.1.	Abastecimento de água .....	29
3.2.	Esgotamento sanitário .....	30
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas de sistemas de abastecimento de água.....	19
Figura 2: Fluxograma da composição de custos das soluções coletivas.....	21
Figura 3: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas sistemas de esgotamento sanitário.....	24
Figura 4: Correção do Índice Geral de Preços – jul/18 a jan/22.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de setores censitários conforme o IBGE (2010) .....	13
Tabela 2: Dados dos setores censitários (Censo 2010) .....	15
Tabela 3: Projeção do número de domicílios (V001) por tipo de setor .....	16
Tabela 4: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua) .....	17
Tabela 5: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de abastecimento de água e respectivos custos (data-base: julho 2018).....	20
Tabela 6: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom) .....	21
Tabela 7: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom) .....	22
Tabela 8: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua) .....	23
Tabela 9: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de esgotamento sanitário e respectivos custos .....	25
Tabela 10: Densidade populacional considerada.....	26
Tabela 11: Custos unitários globais de sistema de coleta de esgotos (R\$/dom).....	26
Tabela 12: Custos unitários globais de sistema de tratamento de esgotos (R\$/dom) .....	27
Tabela 13: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por setor (2033) em milhões de reais .....	29
Tabela 14: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por região (2033) em milhões de reais .....	30
Tabela 15: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por setor (2033) em milhões de reais .....	31
Tabela 16: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por região (2033) em milhões de reais.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento trata-se do Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais: soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o qual integra o projeto de revisão de cálculo das necessidades de investimentos em saneamento básico para o período 2022-2033.

Este produto compreende a descrição dos dados e da metodologia utilizada, bem como a forma de cálculo dos déficits destes dois eixos do saneamento básico para estimativa do investimento necessário.

## 2. PREMISSAS DO INVESTIMENTO EM SANEAMENTO RURAL NO BRASIL

A necessidade de investimentos em sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário em áreas rurais no Brasil é regida pelos princípios fundamentais dos direitos humanos, de promoção da saúde, erradicação da extrema pobreza e desenvolvimento rural solidário e sustentável. Conforme o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR) – documento elaborado pela Funasa (2021) e anteriormente denominado Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), as mudanças são pautadas em medidas estruturais, ligadas ao campo da tecnologia e à implantação da infraestrutura sanitária, e em medidas estruturantes, relacionadas à gestão do saneamento básico, com destaque aos processos de educação e participação social, e intensificação da atuação do poder público.

Para o presente projeto foram adotadas as premissas e metodologias do PSBR disponibilizadas em 2021 pela Funasa para embasar a modelagem de investimentos em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em as áreas rurais. O estudo do PNSR é pautado pelas seguintes etapas (Funasa, 2021):

- Caracterização das demandas, a partir da estimativa do déficit em abastecimento de água (AA) e esgotamento sanitário (ES) para os domicílios rurais, conforme reclassificação dos setores censitários do Censo Demográfico de 2010 e sua categorização;
- Caracterização da oferta, por meio das soluções técnicas para as demandas identificadas com base na matriz tecnológica do PNSR, tendo em vista as condições de agrupamento dos domicílios rurais, utilizando-se as classes dos setores censitários do IBGE como referência;
- Apresentação das metodologias e modelos de cálculo relativos à expansão e reposição das infraestruturas;

- Apresentação da necessidade de investimentos em medidas estruturais e estruturantes;

Neste produto, os dados de investimentos serão atualizados para um panorama atual, com base na correção monetária pelo IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna), a ser detalhada posteriormente.

## 2.1. Metodologia

### 2.1.1. Setores Censitários

Visto que a densidade demográfica em um território influencia diretamente as soluções de saneamento em termos de infraestrutura e gestão, foram analisados os setores censitários do IBGE para divisão das ruralidades que nortearão as soluções a serem adotadas (Funasa, 2021). Na Tabela 1 são apresentados os setores censitários do Censo Demográfico de 2010 do IBGE:

*Tabela 1: Tipos de setores censitários conforme o IBGE (2010)*

Número do Setor Censitário	Área de interesse
1	Área urbanizada de cidade ou vila
2	Área não urbanizada de cidade ou vila
3	Área urbana isolada
4	Aglomerado rural de extensão urbana
5	Aglomerado rural isolado – povoado
6	Aglomerado rural isolado – núcleo
7	Aglomerado rural isolado – outros
8	Zona rural, exclusive aglomerado rural

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Referente aos setores censitários de código 1, o PBSR (Funasa, 2021) propõe a metodologia adotada por Rigotti e Hadad (2019), que distribui o setor em duas classes: 1a e 1b. Diferentemente da classe 1a, a classe 1b é entendida como ruralidade e representa os setores que possuem densidade demográfica menor ou igual a 605

hab/km<sup>2</sup> e contiguidade a pelo menos um setor igual. A classe representa os domicílios relocados do urbano para o rural, assim como as categorias 2 e 3, classificadas pelo IBGE como áreas urbanizadas ou áreas urbanas isoladas, mas admitidas como áreas rurais pelo PNSB.

Em resumo, foram consideradas pelo PBSR quatro ruralidades de referência para o saneamento rural, definidas pela caracterização da demanda (Funasa, 2021):

- A: Aglomerados de extensão urbana (1b, 2 e 4): padrão de demanda voltado ao saneamento urbano em áreas de expansão de usos e ocupações relacionados às atividades urbanas. Refere-se a região com maior pré-disposição de ser incorporada formalmente à cidade e ao serviço regional prestado;
- B: Aglomerados mais populosos e adensados, em situação de isolamento no território (3): padrão de demanda representado pela coletivização das ações de saneamento em maior medida que o desenvolvimento de ações individuais, de modo a favorecer a economia de escala;
- C: Aglomerados menos populosos e adensados, em situação de isolamento no território (5, 6 e 7): o padrão de demanda compatibiliza soluções individuais e coletivas descentralizadas, e a gestão. Predomínio de práticas individuais coexistentes com as coletivas;
- D: Distribuição dispersa no território (8): a demanda se refere às ações prioritariamente individuais, restritas aos domicílios.

Os setores com domicílios em condição de isolamento e dispersão enfrentam dificuldades relacionadas à gestão das soluções de saneamento, visto a necessidade de planejamento e organização de ações integradas e intersetoriais, com apoio técnico e administrativo permanentes (Funasa, 2021). Na Tabela 2 são apresentados a população e domicílios por tipos de setores censitários.

Tabela 2: Dados dos setores censitários (Censo 2010)

Setor Censitário - Classificação	Número de Setores Censitários	Número de Domicílios – V001	Número de moradores – V002
1a	209.844	45.930.547	149.229.893
1b	17.406	2.203.475	7.331.240
2	6.191	711.496	2.393.955
3	3.273	381.233	1.291.422
4	1.514	243.757	866.270
5	9.200	1.109.039	4.159.538
6	236	24.180	91.462
7	1.281	77.339	307.856
8	61.175	6.643.101	24.118.575
<b>Total</b>	<b>310.120</b>	<b>57.324.167</b>	<b>189.790.211</b>

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Para estimativa de investimentos em esgotamento sanitário e abastecimento de água, em contrapartida às ruralidades adotadas pelo PBSR, foram considerados os setores censitários 4, 5, 6 e 7, visto que são os setores que se configuram com maiores características rurais. Em relação aos setores que não foram classificados pelo Censo, foi ponderada a classificação de setores limítrofes para possibilitar a categorização dos setores sem informação.

### 2.1.2. *Projeção Populacional*

Para o presente produto, de modo a estimar o crescimento populacional por domicílio, foram adotados os dados fornecidos pelo IBGE para a população rural por município em 2010 e sua projeção para 2021. Assim, foi obtida a taxa linear de crescimento para os horizontes de estudo do presente projeto, sendo adotada para cada setor censitário a taxa de crescimento da população rural do município que o engloba.

Ressalta-se que a metodologia considera um crescimento populacional constante ao longo do tempo e não adota valores de migração entre população rural e urbana.



Para os valores da população rural por setor censitário, foi utilizado o índice V002 – Moradores em domicílio particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes, disponibilizado pelo Censo Demográfico de 2010 do IBGE. Os valores foram atualizados para 2021 e projetados para o ano de 2033.

Com base nos índices V001 – Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes, e V003 – Média do número de moradores em domicílios particulares permanentes, foi possível estimar o número de domicílios de acordo com a projeção populacional. Na Tabela 3 são apresentados os números de domicílios projetados para o horizonte de plano de acordo com a classificação do setor.

*Tabela 3: Projeção do número de domicílios (V001) por tipo de setor*

Ano	Setor					
	4	5	6	7	8	Total
<b>2010</b>	243.757	1.109.039	24.180	77.339	6.643.101	8.097.416
<b>2021</b>	313.296	1.889.552	44.095	102.294	9.394.888	11.744.124
<b>2033</b>	348.066	2.279.821	54.052	114.772	10.770.847	13.567.557

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Ressalta-se que as projeções populacionais utilizadas no PBSR foram desenvolvidas pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).

### 2.1.3. Abastecimento de Água

#### *Demanda atual e futura*

Para caracterização do déficit em sistemas de abastecimento de água, foram utilizados dados da PNAD-Contínua de 2019, que apresenta o número de domicílios rurais atendidos por: rede geral de distribuição, poço profundo ou artesiano, poço

freático, raso ou cacimba, fonte ou nascente e outra forma de abastecimento. Visto a divulgação dos dados por Unidades da Federação, optou-se pela análise por estado para estimativa do déficit de sistemas de abastecimento de água por domicílio.

Conforme preconizado pelo PBSR, considerou-se adequadas as soluções de atendimento por rede geral e poço ou nascente com canalização interna. Os domicílios sem canalização interna e atendidos por outras soluções foram considerados com atendimento inadequado.

Na Tabela 4 são apresentados os índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação do Brasil.

*Tabela 4: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua)*

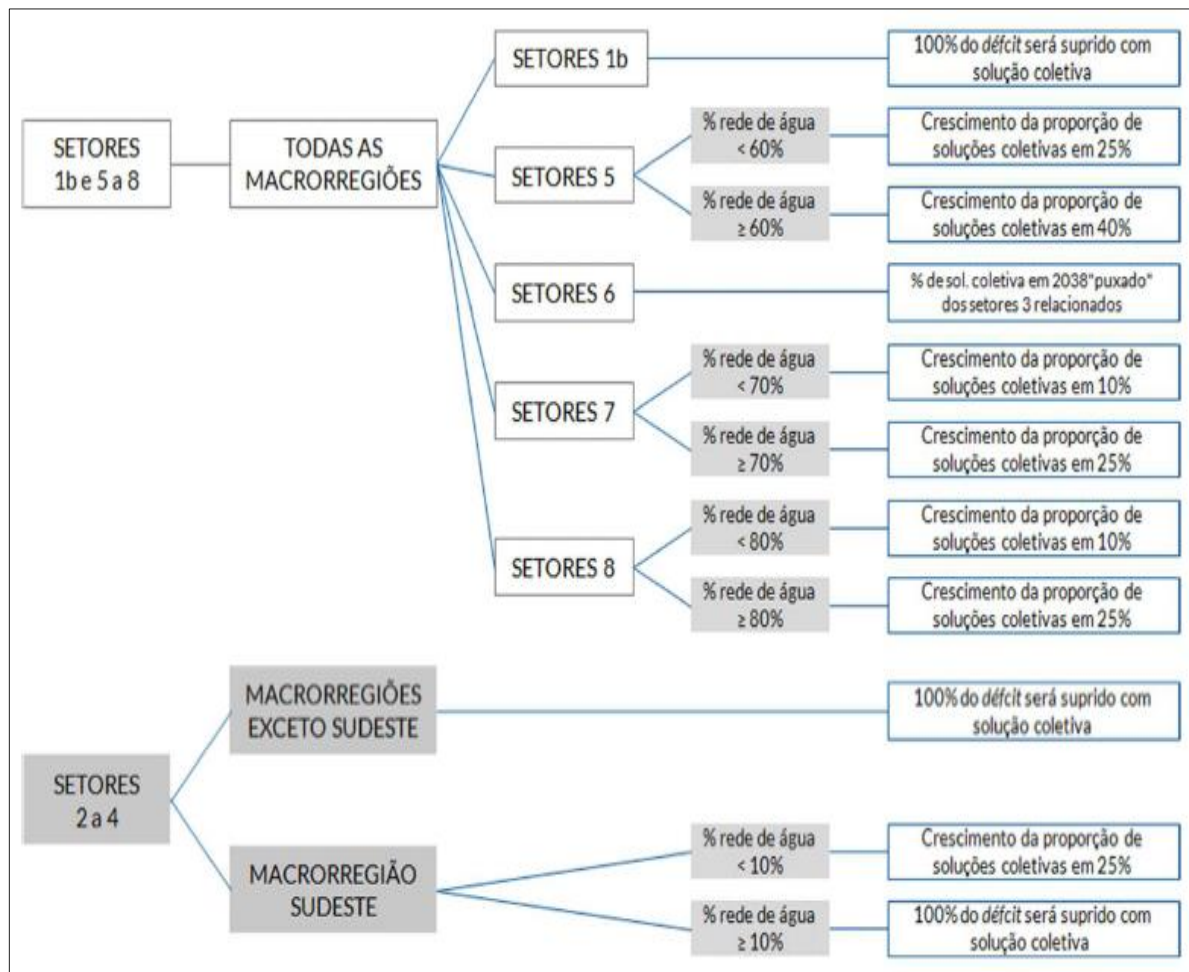
UF	Solução Individual Adequada (%)	Solução Individual Inadequada (%)
Acre	64,7%	35,3%
Alagoas	66,1%	33,9%
Amapá	40,0%	60,0%
Amazonas	57,3%	42,7%
Bahia	80,0%	20,0%
Ceará	72,2%	27,8%
Distrito Federal	86,6%	13,4%
Espírito Santo	99,7%	0,3%
Goiás	95,7%	4,3%
Maranhão	79,0%	21,0%
Mato Grosso	95,6%	4,4%
Mato Grosso do Sul	99,0%	1,0%
Minas Gerais	95,8%	4,2%
Pará	68,4%	31,6%
Paraíba	48,5%	51,5%
Paraná	45,1%	54,9%
Pernambuco	80,9%	19,1%
Piauí	99,2%	0,8%
Rio de Janeiro	97,6%	2,4%
Rio Grande do Norte	69,2%	30,8%
Rio Grande do Sul	95,5%	4,5%
Rondônia	82,8%	17,2%
Roraima	99,0%	1,0%
Santa Catarina	99,3%	0,7%
São Paulo	74,2%	25,8%
Sergipe	96,5%	3,5%
Tocantins	90,0%	10,0%
<b>Brasil</b>	<b>80,7%</b>	<b>19,3%</b>

Fonte: Adaptado de IBGE (2019).

Com base na criação do indicador de déficit de abastecimento de água e a composição da situação atual, foram adotadas as premissas do PSBR para a distribuição das soluções individuais e coletivas, para redução do déficit em domicílios rurais (Funasa, 2021):

1. A existência de rede de água é uma variável de aproximação para o nível de aglomeração dos domicílios;
2. Onde há atendimento por rede de água em domicílios, a proporção de atendimento por solução coletiva no total do atendimento tende a crescer por duas razões:
  - a. Entrada de domicílios que podem se ligar à rede, mas ainda não o fizeram (ligações potenciais);
  - b. Entradas de domicílios situados em locais onde existam aglomerações em ritmo de crescimento populacional acelerado, que favoreça os sistemas coletivos.

Na Figura 1 são apresentadas as premissas adotadas pelo PSBR para a distribuição de soluções individuais e coletivas de sistemas de abastecimento de água para atendimento dos domicílios em situação de déficit, de modo a possibilitar posteriormente a quantificação dos custos em investimentos (Funasa, 2021).



**Figura 1: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas de sistemas de abastecimento de água**

Fonte: Funasa (2021).

No presente trabalho foram adotadas as mesmas premissas do PBSR (Funasa, 2021) para o crescimento de soluções coletivas em áreas rurais. Considerou-se que parte do déficit obtido da será atendida com soluções coletivas (conforme Figura 1) e parte continuará com soluções individuais.

### *Oferta de Abastecimento de Água*

Para composição da oferta de soluções de abastecimento de água, o PBSR pautou-se na publicação referente às matrizes tecnológicas (Volume 3) para soluções coletivas e individuais, além de condicionantes relativos à disponibilidade hídrica (Funasa, 2021).

Com relação às soluções individuais, a captação em aquíferos confinados foi preterida visto os elevados custos de implantação. Priorizou-se a captação em aquíferos freáticos (poços e nascentes) em relação à captação em mananciais superficiais, visto a menor complexidade de tratamento da água. A captação de água da chuva foi priorizada em condições de escassez hídrica ou para atender a locais em que seja difícil instalar um dispositivo de clarificação. Referente a domicílios na região semiárida, foram adotadas soluções conjugadas (Funasa, 2021).

Na Tabela 5 são apresentadas as soluções individuais propostas pelo PBSR para o abastecimento de água em setores rurais, sendo estimado um custo unitário para cada solução. Ressalta-se que os custos apresentados pelo PBSR possuem como referência o ano de 2021 e foram corrigidos a partir do índice IGP-DI.

*Tabela 5: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de abastecimento de água e respectivos custos (data-base: julho 2018)*

Tipo	Descrição	Custo unitário PBSR (R\$/dom)
1	Solução especial composta de poço com cloração (A)	8.807,16
2	Solução especial composta de poço com dessalinização (B)	12.557,16
3	Média das soluções especiais A e B	10.682,16
4	Solução conjugada com cisterna de água de chuva e poço com cloração (C)	12.807,16
5	Solução conjugada com cisterna de água de chuva e poço com dessalinização (D)	16.557,16
6	Média das soluções conjugadas C e D*	14.682,16
7	Média dos custos das soluções: FLD, TCB, FM e PFL**	7.169,10

\*Solução conjugada média: indicada quando se sabe que o setor está na região semiárida, mas não há dados sobre a qualidade da água subterrânea;

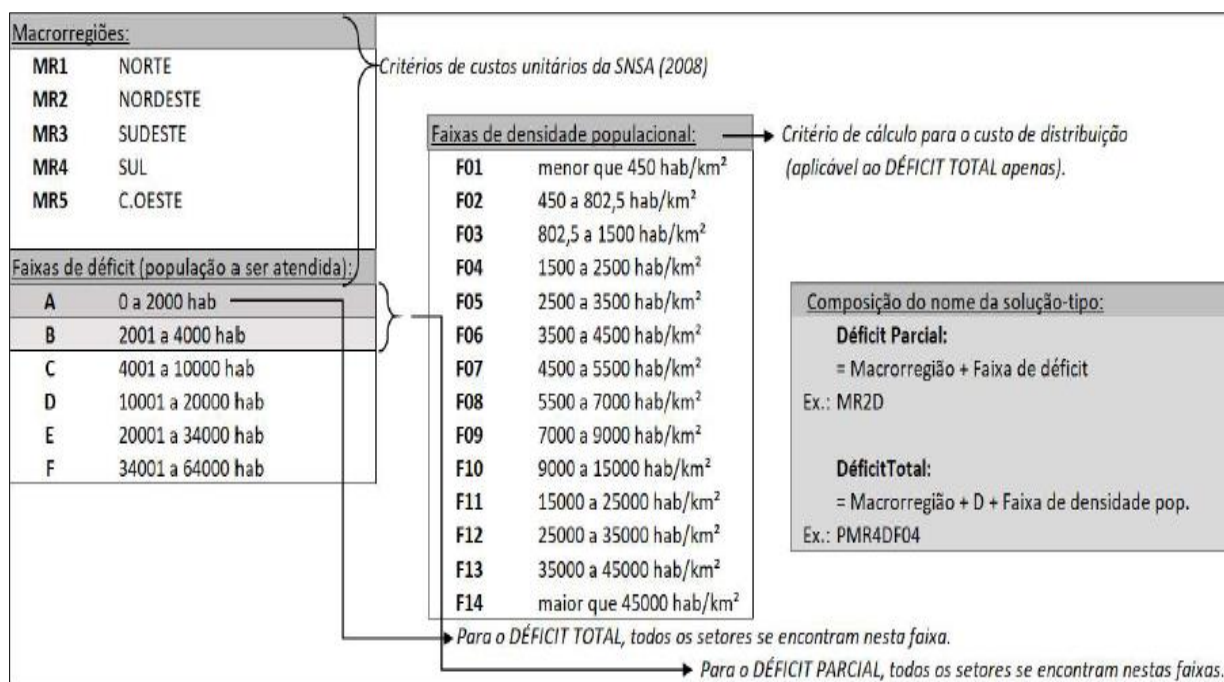
\*\*FLD: Filtro Lento Domiciliar; TCB: Tratamento Convencional por Batelada; FM: Filtração em Margem; PFL: Poço com Filtração Lenta

Fonte: Adaptado de PBSR (2021).

Foram utilizados dados do PNSH (Plano Nacional de Segurança Hídrica), que disponibiliza o ISH – Índice de Segurança Hídrica por município, e dados da SUDENE

(Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), que apresenta os municípios localizados no semiárido, para propor as soluções de acordo com a disponibilidade hídrica. Para os setores com o ISH na faixa "Baixa" ou "Mínima" localizados no semiárido, foi proposta a média das soluções conjugadas C e D. Para os demais domicílios, propôs-se a média das soluções especiais A e B.

Para a composição de custos de soluções coletivas, levou-se em conta as variações inerentes às regiões, faixas de população e faixas de densidade populacional (Funasa, 2021), conforme mostra a Figura 2.



**Figura 2: Fluxograma da composição de custos das soluções coletivas**

Fonte: PBSR (2021).

Com base nas premissas adotadas, na Tabela 6 e Tabela 7 são apresentados os custos unitários globais de produção e distribuição, utilizados como referência para estimativa dos investimentos em abastecimento de água (Funasa, 2021).

*Tabela 6: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom)*

Déficit/Macrorregião	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
A	1.165,23	1.748,30	1.578,79	1.611,83	2.534,94
B	990,94	956,45	705,17	1.000,60	1.748,76

Déficit/Macrorregião	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
C	841,55	747,36	740,43	771,88	928,07
D	692,16	676,19	756,1	623,24	720,98
E	612,49	693,98	814,86	575,27	579,09
F	557,72	680,64	904,97	555,89	483,21

Fonte: Adaptado de PBSR (2021).

*Tabela 7: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom)*

Faixa de densidade demog. / macrorregião	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
F01	6.127,51	4.829,43	5.029,56	4.690,28	11.035,23
F02	4.496,50	3.576,39	3.853,68	3.448,43	7.907,06
F03	3.619,16	2.902,36	3.221,16	2.780,42	6.224,38
F04	2.719,56	2.211,24	2.572,59	2.095,46	4.499,02
F05	2.321,03	1.905,06	2.285,27	1.792,02	3.734,66
F06	2.083,46	1.722,55	2.113,99	1.611,13	3.279,01
F07	1.921,33	1.597,99	1.997,10	1.487,69	2.968,06
F08	1.801,65	1.506,05	1.910,82	1.396,56	2.738,53
F09	1.633,66	1.376,99	1.789,71	1.268,65	2.416,33
F10	1.519,02	1.288,91	1.707,06	1.181,37	2.196,46
F11	1.234,54	1.070,36	1.501,96	964,77	1.650,85
F12	1.108,51	973,54	1.411,10	868,81	1.409,14
F13	1.033,39	915,82	1.356,94	811,61	1.265,05
F14	982,12	876,43	1.319,98	772,57	1.166,72

Fonte: Adaptado de PBSR (2021).

## 2.1.4. Esgotamento Sanitário

### *Demanda atual e futura*

Para estimativa do déficit em sistemas de esgotamento sanitário no Brasil, foram adotadas as mesmas premissas do Produto 1 – Diagnóstico do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário. Os dados foram analisados a partir da PNAD-Contínua de 2019, que apresenta o número de domicílios rurais atendidos por: rede geral ou pluvial, fossa séptica ligada à rede, fossa séptica não ligada à rede, fossa rudimentar e despejos em rio, lago, mar ou vala. Visto a divulgação dos dados por Unidades da Federação, optou-se pela análise por estado para estimativa do déficit de

sistemas de esgotamentos por domicílio. Para o presente trabalho, adaptaram-se as premissas do PBSR e foram considerados os domicílios atendidos por rede geral e por fossa séptica ligada à rede coletora como situações de soluções adequadas.

Na Tabela 8 são apresentados os índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação do Brasil.

Tabela 8: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-  
Contínua)

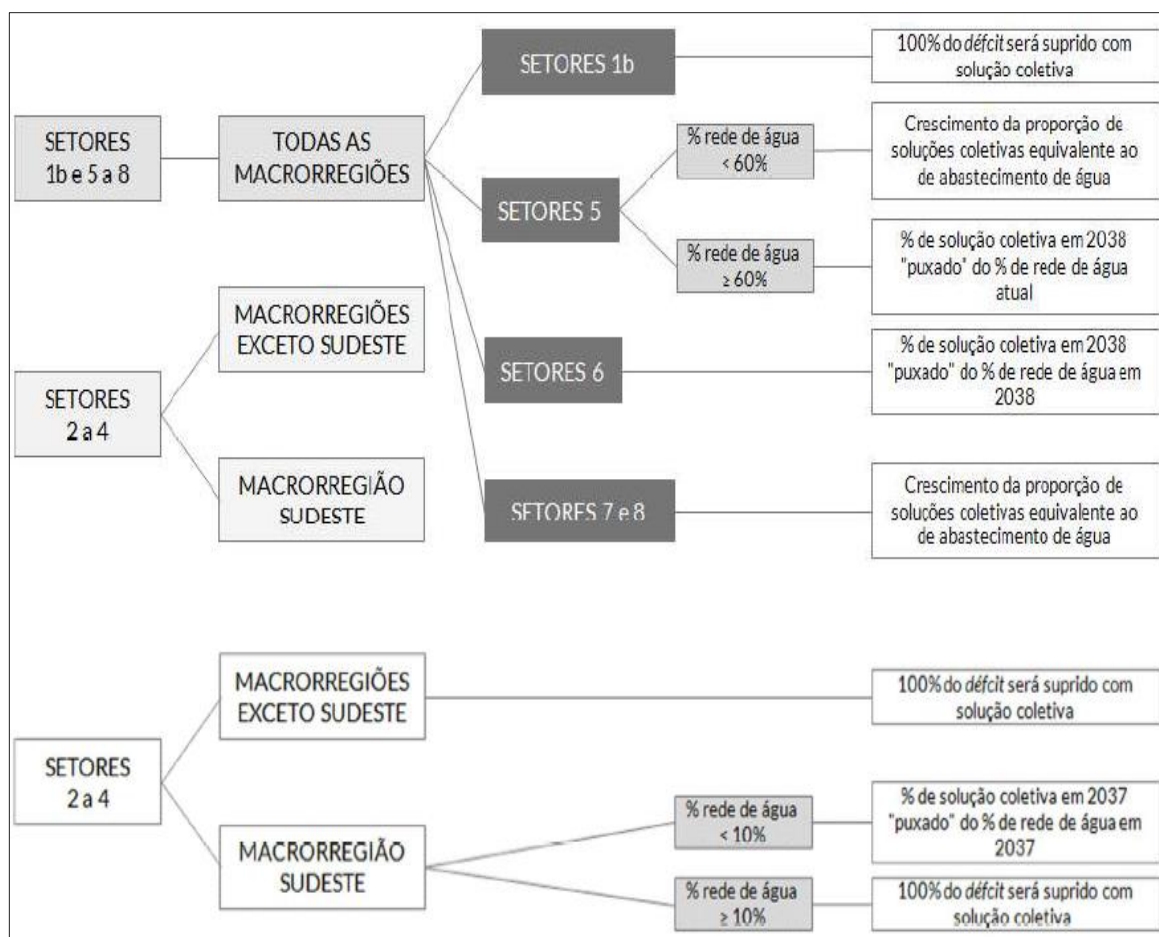
UF	Solução Individual Adequada (%)	Solução Individual Inadequada (%)
Acre	0,6%	99,4%
Alagoas	10,9%	89,1%
Amapá	0,2%	99,8%
Amazonas	2,5%	97,5%
Bahia	11,7%	88,3%
Ceará	6,7%	93,3%
Distrito Federal	13,4%	86,6%
Espírito Santo	10,8%	89,2%
Goiás	5,2%	94,8%
Maranhão	7,3%	92,7%
Mato Grosso	11,5%	88,5%
Mato Grosso do Sul	7,6%	92,4%
Minas Gerais	10,4%	89,6%
Pará	3,9%	96,1%
Paraíba	9,2%	90,8%
Paraná	15,3%	84,7%
Pernambuco	1,8%	98,2%
Piauí	10,7%	89,3%
Rio de Janeiro	28,1%	71,9%
Rio Grande do Norte	1,9%	98,1%
Rio Grande do Sul	4,7%	95,3%
Rondônia	1,7%	98,3%
Roraima	9,5%	90,5%
Santa Catarina	15,8%	84,2%
São Paulo	10,9%	89,1%
Sergipe	18,0%	82,0%
Tocantins	5,0%	95,0%
<b>Brasil</b>	<b>8,7%</b>	<b>91,3%</b>

Fonte: Adaptado de PNAD (2019).

Para o esgotamento sanitário, destaca-se a necessidade de investimentos em medidas estruturantes, que devem prever trabalhos de sensibilização em relação à adesão às soluções construídas para o atendimento coletivo (Funasa, 2021). No que se



refere à expansão do atendimento por coleta e tratamento adequados, na Figura 3 são apresentadas as seguintes premissas adotadas pelo PBSR.



**Figura 3: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas sistemas de esgotamento sanitário**

Fonte: Funasa (2021).

### Oferta de Sistemas de Esgotamento

Para composição da oferta de soluções de esgotamento sanitário, da mesma forma que o preconizado para o abastecimento de água, o PBSR pautou-se na publicação referente às matrizes tecnológicas (Volume 3) para soluções coletivas e individuais, além de duas condicionantes (Funasa, 2021):

- Disponibilidade hídrica: refere-se à disponibilidade de água em quantidade suficiente para uso de descarga em instalações sanitárias.

- Profundidade do lençol freático: Foram definidas duas classes – lençol raso ou lençol médio/profundo, com base no tipo de solo predominante disponibilizado pelo setor censitário;

As soluções individuais foram definidas pela tipologia exposta na Tabela 9, orçadas pela composição de custos com data-base de julho de 2018 (Funasa, 2021).

*Tabela 9: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de esgotamento sanitário e respectivos custos*

Tipo	Solução	Indicação	Peculiaridade	Valor orçado PBSR (RS/dom)
1	TS + Pós	Até 2 moradores/domicílio	Com disponibilidade hídrica	3.318,33
2		3 moradores/domicílio		3.487,60
3		4 moradores/domicílio		3.656,36
4		5 moradores/domicílio		3.860,22
5		6 moradores/domicílio		4.300,83
6		7 moradores/domicílio		4.641,60
7		8 moradores/domicílio		4.977,54
8		Mais de 8 moradores/domicílio		5.638,27
9	FS	Até 5 moradores/domicílio	Sem disponibilidade hídrica + lençol profundo	1.108,02
10		Mais de 5 moradores/domicílio		1.201,78
11	FSE	Até 5 moradores/domicílio	Sem disponibilidade hídrica + lençol raso	2.661,93
12		Mais de 5 moradores/domicílio		2.755,69

TS – Tanque séptico;

Pós – pós-tratamento: Filtro Anaeróbio;

FS – Fossa seca (não estanque);

FSE – Fossa seca estanque

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Para identificação da situação dos domicílios frente à disponibilidade hídrica, foi utilizado o ISH por município. Os setores que integram os municípios com o ISH na faixa “Mínima” e “Baixa” foram classificados como sem disponibilidade hídrica, ao passo que os setores dos municípios com o ISH nas faixas “Média”, “Alta” e “Máxima” foram classificados como com disponibilidade hídrica.

Em relação às soluções individuais de Fossa Seca Estanque e Não Estanque, foram utilizadas médias dos custos unitários para os domicílios das duas faixas: até 5 moradores/domicílio e mais de 5 moradores/domicílio.

Por outro lado, as soluções coletivas foram definidas de forma independente para a coleta dos esgotos sanitários e seu tratamento, com base em composições de custo para 14 categorias de densidade demográfica por setor censitário, para cada macrorregião (Funasa, 2021). As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam as definições.

Tabela 10: Densidade populacional considerada

Faixa	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
F01	Menor que 450
F02	450 a 802,5
F03	802,5 a 1.500
F04	1.500 a 2.500
F05	2.500 a 3.500
F06	3.500 a 4.500
F07	4.500 a 5.500
F08	5.500 a 7.000
F09	7.000 a 9.000
F10	9.000 a 15.000
F11	15.000 a 25.000
F12	25.000 a 35.000
F13	35.000 a 45.000
F14	Maior que 45.000

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Tabela 11: Custos unitários globais de sistema de coleta de esgotos (R\$/dom)

Macrorregião	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07
N	6.836,02	4.996,45	4.006,92	2.992,30	2.542,80	2.274,85	2.091,99
NE	9.734,33	7.133,37	5.734,28	4.299,70	3.664,16	3.285,31	3.026,76
SE	17.468,12	12.607,09	9.992,28	7.311,16	6.123,38	5.415,33	4.932,12
S	14.982,17	10.751,92	8.476,41	6.143,20	5.109,55	4.493,37	4.072,87
CO	8.835,52	6.362,67	5.032,50	3.668,59	3.064,36	2.704,17	2.458,36
Macrorregião	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14
N	1.957,01	1.767,54	1.638,24	1.317,38	1.175,24	1.090,51	1.032,68
NE	2.835,91	2.568,02	2.385,20	1.931,55	1.730,57	1.610,77	1.529,01
SE	4.575,44	4.074,77	3.733,09	2.885,24	2.509,64	2.285,73	2.132,93
S	3.762,47	3.326,76	3.029,42	2.291,60	1.964,73	1.769,88	1.636,90
CO	2.276,91	2.022,21	1.848,40	1.417,09	1.226,02	1.112,11	1.034,38

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Tabela 12: Custos unitários globais de sistema de tratamento de esgotos (R\$/dom)

Macrorregião	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07
N	3.665,80	3.540,38	3.472,92	3.403,74	3.373,10	3.354,83	3.342,36
NE	3.965,62	3.712,79	3.576,79	3.437,34	3.375,56	3.338,73	3.313,60
SE	3.884,84	3.455,82	3.225,05	2.988,43	2.883,60	2.821,11	2.778,46
S	2.807,93	2.688,04	2.623,55	2.557,43	2.528,13	2.510,67	2.498,75
CO	3.105,59	3.029,58	2.988,70	2.946,78	2.928,21	2.917,13	2.909,58
Macrorregião	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14
N	3.333,16	3.320,24	3.311,43	3.289,55	3.279,86	3.274,08	3.270,14
NE	3.295,05	3.269,01	3.251,24	3.207,14	3.187,60	3.175,95	3.168,01
SE	2.746,98	2.702,79	2.672,64	2.597,81	2.564,66	2.544,90	2.531,41
S	2.489,95	2.477,60	2.469,18	2.448,27	2.439,00	2.433,48	2.429,71
CO	2.904,00	2.896,17	2.890,83	2.877,57	2.871,70	2.868,20	2.865,81

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

### 2.1.5. Reposição de sistemas existentes

Para estimativa dos custos relacionados à reposição da infraestrutura em sistemas existentes, referente a soluções ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, é necessário calcular o montante total de ativos instalados, considerando aqueles que estão adequados, e anualmente aplicar uma taxa de reposição de 3,33% (1/30) sobre este montante.

A equação abaixo representa o cálculo para abastecimento de água:

$$R = IGP(DI) \times D_{ad} \times (C_{un}P + C_{un}D) \times 1/30$$

Onde:

R = Investimento em Reposição (R\$);

IGP(DI) = Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna;

D<sub>ad</sub> = Domicílios adequados (conforme dados do Censo e PNAD-Contínua);

C<sub>un</sub>P = Custo Unitário de Produção (R\$/dom);

C<sub>un</sub>D =Custo Unitário de Distribuição (R\$/dom).

Já para esgotamento sanitário, temos a equação abaixo:

$$R = IGP - DI \times D_{ad} \times (C_{unC} + C_{unT}) \times 1/30$$

Onde:

$D_{ad}$  = Domicílios adequados (conforme dados do Censo e PNAD-Contínua);

$C_{unC}$  = Custo Unitário de Coleta de esgoto (R\$/dom);

$C_{unT}$  =Custo Unitário de Tratamento de esgoto (R\$/dom).

### 2.1.6. Correção monetária

De modo a possibilitar a análise financeira dos investimentos em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário no presente, os custos unitários estimados pelo PBSR com data-base de julho de 2018 foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna para a data-base de janeiro de 2022, conforme apresentado na Figura 4.

#### Dados básicos da correção pelo IGP-DI (FGV)

##### Dados informados

Data inicial	07/2018
Data final	01/2022
Valor nominal	R\$ 100,00 ( REAL )

##### Dados calculados

Índice de correção no período	1,61665980
Valor percentual correspondente	61,665980 %
Valor corrigido na data final	R\$ 161,67 ( REAL )

#### Figura 4: Correção do Índice Geral de Preços – jul/18 a jan/22

Fonte: Banco Central do Brasil (2022).

Dessa forma, foi possível estimar os valores corrigidos para expansão e reposição das infraestruturas de saneamento por setor censitário.

### 3. NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO RURAL

#### 3.1. Abastecimento de água

Foram analisados os investimentos necessários em reposição, em caso de sistemas adequados existentes, e para expansão em soluções individuais e em soluções coletivas, representados separadamente por investimentos em produção e distribuição.

De modo geral, encontrou-se para sistemas de abastecimento de água uma necessidade de investimento em soluções individuais de cerca de 85% do total de investimentos previstos para o ano de 2033. O setor 8, representado por zonas rurais exceto aglomerados rurais, foi identificado como o tipo de setor censitário com maior necessidade de investimento em soluções individuais.

Em média, as necessidades de investimentos em soluções coletivas (produção e distribuição) resultaram próximas de 4% do total previsto, ao longo dos horizontes temporais analisados. Com relação à reposição, foi identificado uma necessidade de investimento considerável, representado por R\$ 35 bilhões em 2033. Os resultados de investimentos por setores censitários são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por setor (2033) em milhões de reais

Setor	Investimento SAA - Reposição	Expansão		
		Investimento SAA – Individual (R\$)	Investimento SAA - Produção (R\$)	Investimento SAA - Distribuição (R\$)
4	878,23	50,54	113,36	160,96
5	3.271,38	4.424,48	223,92	400,45
6	83,57	110,45	5,50	10,49
7	244,30	443,16	7,49	12,17
8	30.625,98	22.371,52	357,47	1.167,45
<b>Total</b>	<b>35.103,46</b>	<b>27.400,16</b>	<b>707,73</b>	<b>1.751,52</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Ainda, foram identificadas as regiões brasileiras com maior necessidade de investimentos em 2033. Com relação à reposição, a região Nordeste apresentou a maior estimativa de custo, seguida pelas regiões Sudeste Sul. Ressalta-se que os investimentos em reposição se referem aos sistemas operantes adequados.

As necessidades de investimentos em soluções individuais e coletivas se mostraram maiores nas regiões Nordeste e Norte: em 2033, é estimado um total de R\$ 19 bilhões (Nordeste) e R\$ 6 bilhões (Norte) para soluções individuais. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por região (2033) em milhões de reais

Região	Investimento SAA - Reposição	Expansão		
		Investimento SAA – Individual (R\$)	Investimento SAA - Produção (R\$)	Investimento SAA - Distribuição (R\$)
Centro-Oeste	5.276,50	379,91	16,54	59,13
Nordeste	12.024,02	19.414,62	550,74	1.130,55
Norte	4.191,50	6.359,82	115,65	491,94
Sudeste	7.872,87	1.056,07	20,56	59,13
Sul	5.738,57	189,74	4,24	10,77
<b>Total</b>	<b>35.103,46</b>	<b>27.400,16</b>	<b>707,73</b>	<b>1.751,52</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 3.2. Esgotamento sanitário

Para os sistemas de esgotamento sanitário, da mesma forma, analisou-se as necessidades de investimentos em reposição, e expansão em soluções individuais e coletivas.

As necessidades de investimentos em soluções individuais em esgotamento sanitário representaram a maior parcela dentre os custos estimados. Encontrou-se uma necessidade de investimento em soluções individuais de cerca de 50% do total previsto para o ano de 2033, seguido por aproximadamente 31% do total para soluções

coletivas. O setor 8 foi identificado como o tipo de setor censitário com maior necessidade de investimento em soluções individuais.

Por fim, as necessidades de investimentos em reposição resultaram próximos de 18% do total, com aproximadamente 15 bilhões de reais previstos. Os resultados de investimentos por setores censitários são apresentados na Tabela 15.

*Tabela 15: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por setor (2033) em milhões de reais*

Setor	Investimento SES - Reposição	Expansão		
		Investimento SES – Individual (R\$)	Investimento SES - Coleta (R\$)	Investimento SES - Tratamento (R\$)
4	845,52	421,02	1.769,18	1.075,88
5	1.610,19	4.751,70	2.753,98	1.738,58
6	42,20	103,93	69,08	38,25
7	93,37	431,84	95,03	51,61
8	12.041,62	34.772,55	13.481,35	4.201,11
<b>Total</b>	<b>14.632,91</b>	<b>40.481,04</b>	<b>18.168,61</b>	<b>7.105,43</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Além disso, foram identificadas as regiões brasileiras com maior necessidade de investimentos em esgotamento sanitário referente ao ano de 2033. Com relação à reposição, a região Nordeste apresentou a maior estimativa de investimento, seguida pelas regiões Sudeste e Sul.

As necessidades de investimentos de expansão para soluções individuais e coletivas se mostraram maiores nas regiões Nordeste e Sudeste. Estima-se a necessidade de investimento em soluções individuais no Nordeste e Sudeste, em 2033, de R\$ 17 bilhões e R\$ 8 bilhões, respectivamente. Os resultados são apresentados na Tabela 16.



Tabela 16: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por região (2033) em milhões de reais

Região	Investimento SES - Reposição	Expansão		
		Investimento SES – Individual (R\$)	Investimento SES - Coleta (R\$)	Investimento SES - Tratamento (R\$)
Centro-Oeste	685,94	2.917,07	1.062,75	437,41
Nordeste	5.288,74	16.810,81	7.067,00	3.670,70
Norte	824,86	6.066,36	1.658,41	1.074,42
Sudeste	5.111,08	8.437,30	4.910,44	1.182,27
Sul	2.722,29	6.249,51	3.470,01	740,63
<b>Total</b>	<b>14.632,91</b>	<b>40.481,04</b>	<b>18.168,61</b>	<b>7.105,43</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

## 4. REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: PNAD**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019

Programa Nacional de Saneamento Rural PBSR: **Estudo das necessidades de investimentos em saneamento rural no Brasil** / Fundação Nacional da Saúde – 1. ed. vol. 4. Brasília: Funasa, 2021.



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2023

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais:  
soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água  
e esgotamento sanitário

JULHO/2022



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Diagnóstico do Setor de Saneamento  
Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais:  
soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água  
e esgotamento sanitário

CONTRATANTE:

ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho Economista, Dr.	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
--	--

### Equipe Chave

Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo das Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Matheus Morselli Gysi Físico, Msc.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>

### Equipe de Apoio

Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Msc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinicius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>

**Equipe de Apoio**

Pedro Levy Sayon. Economista, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache Engenheiro Mecatrônico, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Cláudia Orsini Machado de Sousa Administradora e Bióloga, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Luccas Saqueto Espinoza Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Thainá Sanches Becker Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Larissa dos Santos Silva Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Felipe Baglioli	<i>Acadêmico de Engenharia Ambiental</i>
Guilherme Bortolotti	<i>Acadêmico de Engenharia Civil</i>
Nicolas dos Santos Rosa	<i>Acadêmico de Geologia</i>
Daniele Delgado	<i>Acadêmica de Geologia</i>

03	26/07/2022	P7	VTR	HRN	GJOF
02	07/07/2022	P7	VTR	HRN	GJOF
01	30/06/2022	P7	VTR	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>

<b>NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS – MODELOS CONCEITUAIS E IMPLEMENTAÇÃO</b>			
<b>Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais: soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água e esgotamento sanitário</b>			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho	<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Data</b>
	03	03	26/07/2022
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PRo Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br   www.envexengenharia.com.br	





## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), o Produto 7 – Modelagem de Investimentos para as Áreas Rurais: Soluções Alternativas ou Individuais de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>PREMISSAS DO INVESTIMENTO EM SANEAMENTO RURAL NO BRASIL .....</b>	<b>12</b>
2.1.	Metodologia .....	13
2.1.1.	Setores Censitários.....	13
2.1.2.	Projeção Populacional.....	15
2.1.3.	Abastecimento de Água.....	16
2.1.4.	Esgotamento Sanitário.....	22
2.1.5.	Reposição de sistemas existentes.....	27
2.1.6.	Correção monetária .....	28
<b>3.</b>	<b>NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO RURAL.....</b>	<b>29</b>
3.1.	Abastecimento de água .....	29
3.2.	Esgotamento sanitário .....	30
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas de sistemas de abastecimento de água.....	19
Figura 2: Fluxograma da composição de custos das soluções coletivas.....	21
Figura 3: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas sistemas de esgotamento sanitário.....	24
Figura 4: Correção do Índice Geral de Preços – jul/18 a jan/22.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de setores censitários conforme o IBGE (2010) .....	13
Tabela 2: Dados dos setores censitários (Censo 2010) .....	15
Tabela 3: Projeção do número de domicílios (V001) por tipo de setor .....	16
Tabela 4: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua) .....	17
Tabela 5: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de abastecimento de água e respectivos custos (data-base: julho 2018).....	20
Tabela 6: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom) .....	21
Tabela 7: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom) .....	22
Tabela 8: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua) .....	23
Tabela 9: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de esgotamento sanitário e respectivos custos .....	25
Tabela 10: Densidade populacional considerada.....	26
Tabela 11: Custos unitários globais de sistema de coleta de esgotos (R\$/dom).....	26
Tabela 12: Custos unitários globais de sistema de tratamento de esgotos (R\$/dom) .....	27
Tabela 13: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por setor (2033) em milhões de reais .....	29
Tabela 14: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por região (2033) em milhões de reais .....	30
Tabela 15: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por setor (2033) em milhões de reais .....	31
Tabela 16: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por região (2033) em milhões de reais.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento trata-se do Produto 7 – Modelagem de investimentos para as áreas rurais: soluções alternativas ou individuais de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o qual integra o projeto de revisão de cálculo das necessidades de investimentos em saneamento básico para o período 2022-2033.

Este produto compreende a descrição dos dados e da metodologia utilizada, bem como a forma de cálculo dos déficits destes dois eixos do saneamento básico para estimativa do investimento necessário.

## 2. PREMISSAS DO INVESTIMENTO EM SANEAMENTO RURAL NO BRASIL

A necessidade de investimentos em sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário em áreas rurais no Brasil é regida pelos princípios fundamentais dos direitos humanos, de promoção da saúde, erradicação da extrema pobreza e desenvolvimento rural solidário e sustentável. Conforme o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR) – documento elaborado pela Funasa (2021) e anteriormente denominado Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), as mudanças são pautadas em medidas estruturais, ligadas ao campo da tecnologia e à implantação da infraestrutura sanitária, e em medidas estruturantes, relacionadas à gestão do saneamento básico, com destaque aos processos de educação e participação social, e intensificação da atuação do poder público.

Para o presente projeto foram adotadas as premissas e metodologias do PSBR disponibilizadas em 2021 pela Funasa para embasar a modelagem de investimentos em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário em as áreas rurais. O estudo do PNSR é pautado pelas seguintes etapas (Funasa, 2021):

- Caracterização das demandas, a partir da estimativa do déficit em abastecimento de água (AA) e esgotamento sanitário (ES) para os domicílios rurais, conforme reclassificação dos setores censitários do Censo Demográfico de 2010 e sua categorização;
- Caracterização da oferta, por meio das soluções técnicas para as demandas identificadas com base na matriz tecnológica do PNSR, tendo em vista as condições de agrupamento dos domicílios rurais, utilizando-se as classes dos setores censitários do IBGE como referência;
- Apresentação das metodologias e modelos de cálculo relativos à expansão e reposição das infraestruturas;

- Apresentação da necessidade de investimentos em medidas estruturais e estruturantes;

Neste produto, os dados de investimentos serão atualizados para um panorama atual, com base na correção monetária pelo IGP-DI (Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna), a ser detalhada posteriormente.

## 2.1. Metodologia

### 2.1.1. Setores Censitários

Visto que a densidade demográfica em um território influencia diretamente as soluções de saneamento em termos de infraestrutura e gestão, foram analisados os setores censitários do IBGE para divisão das ruralidades que nortearão as soluções a serem adotadas (Funasa, 2021). Na Tabela 1 são apresentados os setores censitários do Censo Demográfico de 2010 do IBGE:

*Tabela 1: Tipos de setores censitários conforme o IBGE (2010)*

Número do Setor Censitário	Área de interesse
1	Área urbanizada de cidade ou vila
2	Área não urbanizada de cidade ou vila
3	Área urbana isolada
4	Aglomerado rural de extensão urbana
5	Aglomerado rural isolado – povoado
6	Aglomerado rural isolado – núcleo
7	Aglomerado rural isolado – outros
8	Zona rural, exclusive aglomerado rural

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Referente aos setores censitários de código 1, o PBSR (Funasa, 2021) propõe a metodologia adotada por Rigotti e Hadad (2019), que distribui o setor em duas classes: 1a e 1b. Diferentemente da classe 1a, a classe 1b é entendida como ruralidade e representa os setores que possuem densidade demográfica menor ou igual a 605

hab/km<sup>2</sup> e contiguidade a pelo menos um setor igual. A classe representa os domicílios relocados do urbano para o rural, assim como as categorias 2 e 3, classificadas pelo IBGE como áreas urbanizadas ou áreas urbanas isoladas, mas admitidas como áreas rurais pelo PNSB.

Em resumo, foram consideradas pelo PBSR quatro ruralidades de referência para o saneamento rural, definidas pela caracterização da demanda (Funasa, 2021):

- A: Aglomerados de extensão urbana (1b, 2 e 4): padrão de demanda voltado ao saneamento urbano em áreas de expansão de usos e ocupações relacionados às atividades urbanas. Refere-se a região com maior pré-disposição de ser incorporada formalmente à cidade e ao serviço regional prestado;
- B: Aglomerados mais populosos e adensados, em situação de isolamento no território (3): padrão de demanda representado pela coletivização das ações de saneamento em maior medida que o desenvolvimento de ações individuais, de modo a favorecer a economia de escala;
- C: Aglomerados menos populosos e adensados, em situação de isolamento no território (5, 6 e 7): o padrão de demanda compatibiliza soluções individuais e coletivas descentralizadas, e a gestão. Predomínio de práticas individuais coexistentes com as coletivas;
- D: Distribuição dispersa no território (8): a demanda se refere às ações prioritariamente individuais, restritas aos domicílios.

Os setores com domicílios em condição de isolamento e dispersão enfrentam dificuldades relacionadas à gestão das soluções de saneamento, visto a necessidade de planejamento e organização de ações integradas e intersetoriais, com apoio técnico e administrativo permanentes (Funasa, 2021). Na Tabela 2 são apresentados a população e domicílios por tipos de setores censitários.



Tabela 2: Dados dos setores censitários (Censo 2010)

Setor Censitário - Classificação	Número de Setores Censitários	Número de Domicílios – V001	Número de moradores – V002
1a	209.844	45.930.547	149.229.893
1b	17.406	2.203.475	7.331.240
2	6.191	711.496	2.393.955
3	3.273	381.233	1.291.422
4	1.514	243.757	866.270
5	9.200	1.109.039	4.159.538
6	236	24.180	91.462
7	1.281	77.339	307.856
8	61.175	6.643.101	24.118.575
<b>Total</b>	<b>310.120</b>	<b>57.324.167</b>	<b>189.790.211</b>

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Para estimativa de investimentos em esgotamento sanitário e abastecimento de água, em contrapartida às ruralidades adotadas pelo PBSR, foram considerados os setores censitários 4, 5, 6 e 7, visto que são os setores que se configuram com maiores características rurais. Em relação aos setores que não foram classificados pelo Censo, foi ponderada a classificação de setores limítrofes para possibilitar a categorização dos setores sem informação.

### 2.1.2. *Projeção Populacional*

Para o presente produto, de modo a estimar o crescimento populacional por domicílio, foram adotados os dados fornecidos pelo IBGE para a população rural por município em 2010 e sua projeção para 2021. Assim, foi obtida a taxa linear de crescimento para os horizontes de estudo do presente projeto, sendo adotada para cada setor censitário a taxa de crescimento da população rural do município que o engloba.

Ressalta-se que a metodologia considera um crescimento populacional constante ao longo do tempo e não adota valores de migração entre população rural e urbana.

Para os valores da população rural por setor censitário, foi utilizado o índice V002 – Moradores em domicílio particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes, disponibilizado pelo Censo Demográfico de 2010 do IBGE. Os valores foram atualizados para 2021 e projetados para o ano de 2033.

Com base nos índices V001 – Domicílios particulares permanentes ou pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes, e V003 – Média do número de moradores em domicílios particulares permanentes, foi possível estimar o número de domicílios de acordo com a projeção populacional. Na Tabela 3 são apresentados os números de domicílios projetados para o horizonte de plano de acordo com a classificação do setor.

*Tabela 3: Projeção do número de domicílios (V001) por tipo de setor*

Ano	Setor					
	4	5	6	7	8	Total
<b>2010</b>	243.757	1.109.039	24.180	77.339	6.643.101	8.097.416
<b>2021</b>	313.296	1.889.552	44.095	102.294	9.394.888	11.744.124
<b>2033</b>	348.066	2.279.821	54.052	114.772	10.770.847	13.567.557

Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Ressalta-se que as projeções populacionais utilizadas no PBSR foram desenvolvidas pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).

### *2.1.3. Abastecimento de Água*

#### *Demanda atual e futura*

Para caracterização do déficit em sistemas de abastecimento de água, foram utilizados dados da PNAD-Contínua de 2019, que apresenta o número de domicílios rurais atendidos por: rede geral de distribuição, poço profundo ou artesiano, poço

freático, raso ou cacimba, fonte ou nascente e outra forma de abastecimento. Visto a divulgação dos dados por Unidades da Federação, optou-se pela análise por estado para estimativa do déficit de sistemas de abastecimento de água por domicílio.

Conforme preconizado pelo PBSR, considerou-se adequadas as soluções de atendimento por rede geral e poço ou nascente com canalização interna. Os domicílios sem canalização interna e atendidos por outras soluções foram considerados com atendimento inadequado.

Na Tabela 4 são apresentados os índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação do Brasil.

*Tabela 4: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua)*

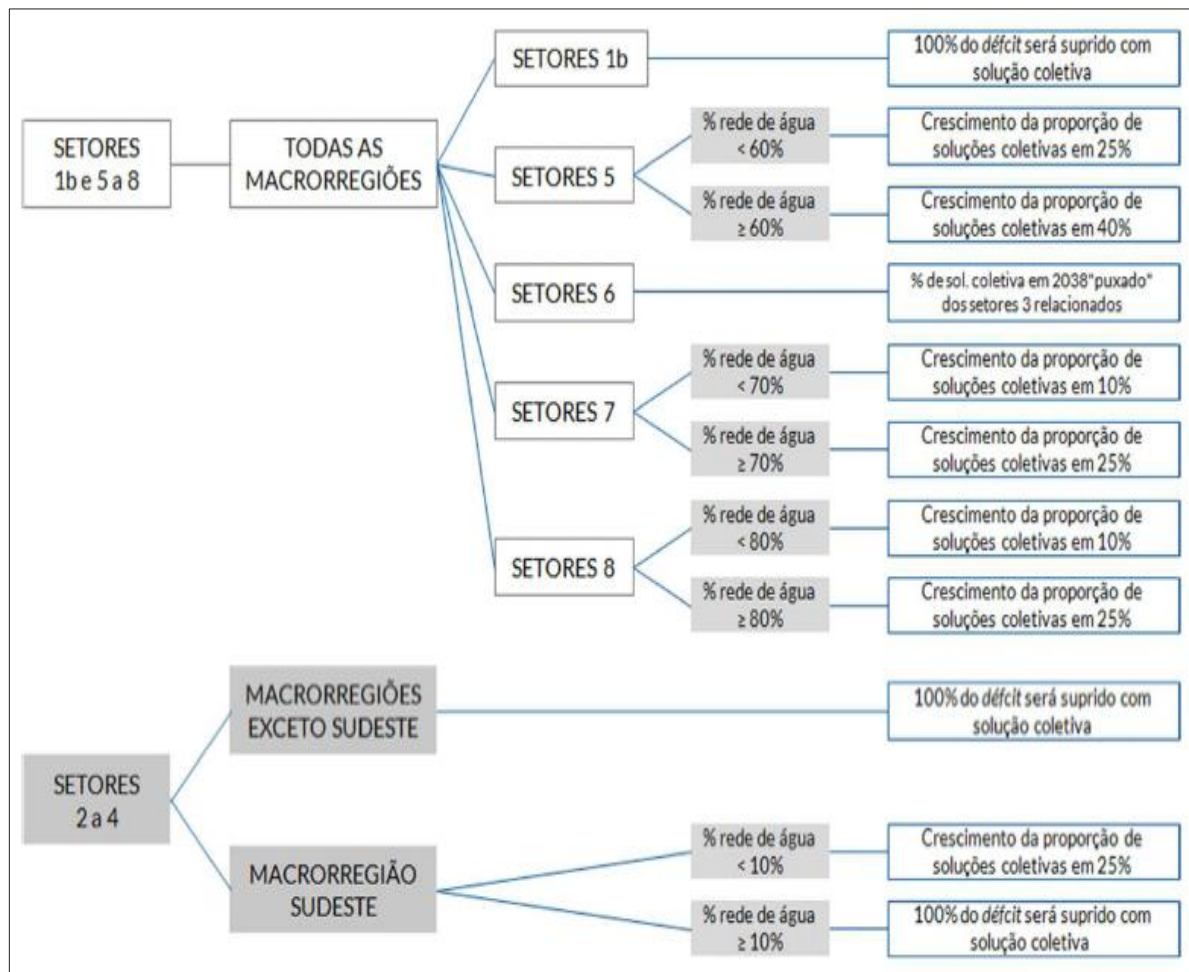
UF	Solução Individual Adequada (%)	Solução Individual Inadequada (%)
Acre	64,7%	35,3%
Alagoas	66,1%	33,9%
Amapá	40,0%	60,0%
Amazonas	57,3%	42,7%
Bahia	80,0%	20,0%
Ceará	72,2%	27,8%
Distrito Federal	86,6%	13,4%
Espírito Santo	99,7%	0,3%
Goiás	95,7%	4,3%
Maranhão	79,0%	21,0%
Mato Grosso	95,6%	4,4%
Mato Grosso do Sul	99,0%	1,0%
Minas Gerais	95,8%	4,2%
Pará	68,4%	31,6%
Paraíba	48,5%	51,5%
Paraná	45,1%	54,9%
Pernambuco	80,9%	19,1%
Piauí	99,2%	0,8%
Rio de Janeiro	97,6%	2,4%
Rio Grande do Norte	69,2%	30,8%
Rio Grande do Sul	95,5%	4,5%
Rondônia	82,8%	17,2%
Roraima	99,0%	1,0%
Santa Catarina	99,3%	0,7%
São Paulo	74,2%	25,8%
Sergipe	96,5%	3,5%
Tocantins	90,0%	10,0%
<b>Brasil</b>	<b>80,7%</b>	<b>19,3%</b>

Fonte: Adaptado de IBGE (2019).

Com base na criação do indicador de déficit de abastecimento de água e a composição da situação atual, foram adotadas as premissas do PSBR para a distribuição das soluções individuais e coletivas, para redução do déficit em domicílios rurais (Funasa, 2021):

1. A existência de rede de água é uma variável de aproximação para o nível de aglomeração dos domicílios;
2. Onde há atendimento por rede de água em domicílios, a proporção de atendimento por solução coletiva no total do atendimento tende a crescer por duas razões:
  - a. Entrada de domicílios que podem se ligar à rede, mas ainda não o fizeram (ligações potenciais);
  - b. Entradas de domicílios situados em locais onde existam aglomerações em ritmo de crescimento populacional acelerado, que favoreça os sistemas coletivos.

Na Figura 1 são apresentadas as premissas adotadas pelo PSBR para a distribuição de soluções individuais e coletivas de sistemas de abastecimento de água para atendimento dos domicílios em situação de déficit, de modo a possibilitar posteriormente a quantificação dos custos em investimentos (Funasa, 2021).



**Figura 1: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas de sistemas de abastecimento de água**

Fonte: Funasa (2021).

No presente trabalho foram adotadas as mesmas premissas do PBSR (Funasa, 2021) para o crescimento de soluções coletivas em áreas rurais. Considerou-se que parte do déficit obtido da será atendida com soluções coletivas (conforme Figura 1) e parte continuará com soluções individuais.

### *Oferta de Abastecimento de Água*

Para composição da oferta de soluções de abastecimento de água, o PBSR pautou-se na publicação referente às matrizes tecnológicas (Volume 3) para soluções coletivas e individuais, além de condicionantes relativos à disponibilidade hídrica (Funasa, 2021).

Com relação às soluções individuais, a captação em aquíferos confinados foi preterida visto os elevados custos de implantação. Priorizou-se a captação em aquíferos freáticos (poços e nascentes) em relação à captação em mananciais superficiais, visto a menor complexidade de tratamento da água. A captação de água da chuva foi priorizada em condições de escassez hídrica ou para atender a locais em que seja difícil instalar um dispositivo de clarificação. Referente a domicílios na região semiárida, foram adotadas soluções conjugadas (Funasa, 2021).

Na Tabela 5 são apresentadas as soluções individuais propostas pelo PBSR para o abastecimento de água em setores rurais, sendo estimado um custo unitário para cada solução. Ressalta-se que os custos apresentados pelo PBSR possuem como referência o ano de 2021 e foram corrigidos a partir do índice IGP-DI.

*Tabela 5: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de abastecimento de água e respectivos custos (data-base: julho 2018)*

Tipo	Descrição	Custo unitário PBSR (R\$/dom)
1	Solução especial composta de poço com cloração (A)	8.807,16
2	Solução especial composta de poço com dessalinização (B)	12.557,16
3	Média das soluções especiais A e B	10.682,16
4	Solução conjugada com cisterna de água de chuva e poço com cloração (C)	12.807,16
5	Solução conjugada com cisterna de água de chuva e poço com dessalinização (D)	16.557,16
6	Média das soluções conjugadas C e D*	14.682,16
7	Média dos custos das soluções: FLD, TCB, FM e PFL**	7.169,10

\*Solução conjugada média: indicada quando se sabe que o setor está na região semiárida, mas não há dados sobre a qualidade da água subterrânea;

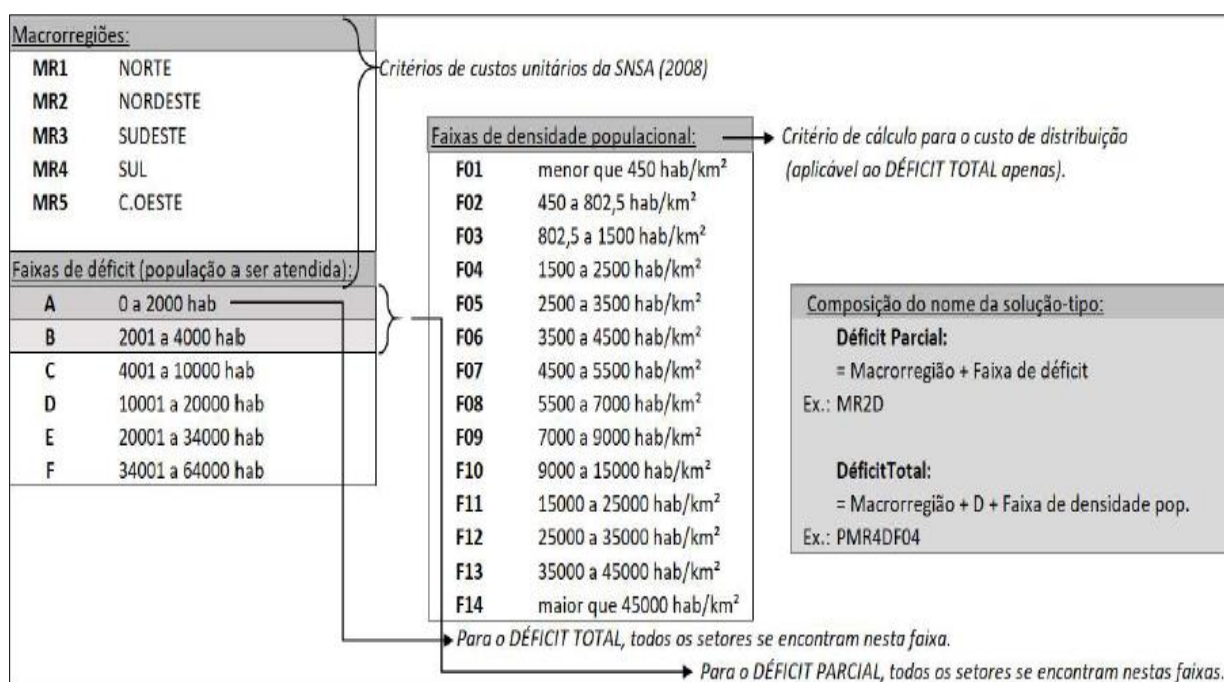
\*\*FLD: Filtro Lento Domiciliar; TCB: Tratamento Convencional por Batelada; FM: Filtração em Margem; PFL: Poço com Filtração Lenta

Fonte: Adaptado de PBSR (2021).

Foram utilizados dados do PNSH (Plano Nacional de Segurança Hídrica), que disponibiliza o ISH – Índice de Segurança Hídrica por município, e dados da SUDENE

(Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), que apresenta os municípios localizados no semiárido, para propor as soluções de acordo com a disponibilidade hídrica. Para os setores com o ISH na faixa "Baixa" ou "Mínima" localizados no semiárido, foi proposta a média das soluções conjugadas C e D. Para os demais domicílios, propôs-se a média das soluções especiais A e B.

Para a composição de custos de soluções coletivas, levou-se em conta as variações inerentes às regiões, faixas de população e faixas de densidade populacional (Funasa, 2021), conforme mostra a Figura 2.



**Figura 2: Fluxograma da composição de custos das soluções coletivas**

Fonte: PBSR (2021).

Com base nas premissas adotadas, na Tabela 6 e Tabela 7 são apresentados os custos unitários globais de produção e distribuição, utilizados como referência para estimativa dos investimentos em abastecimento de água (Funasa, 2021).

*Tabela 6: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom)*

Déficit/Macrorregião	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
A	1.165,23	1.748,30	1.578,79	1.611,83	2.534,94
B	990,94	956,45	705,17	1.000,60	1.748,76

Déficit/Macrorregião	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
C	841,55	747,36	740,43	771,88	928,07
D	692,16	676,19	756,1	623,24	720,98
E	612,49	693,98	814,86	575,27	579,09
F	557,72	680,64	904,97	555,89	483,21

Fonte: Adaptado de PBSR (2021).

Tabela 7: Custos unitários globais de produção por macrorregiões e faixa de déficit (R\$/dom)

Faixa de densidade demog. / macrorregião	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
F01	6.127,51	4.829,43	5.029,56	4.690,28	11.035,23
F02	4.496,50	3.576,39	3.853,68	3.448,43	7.907,06
F03	3.619,16	2.902,36	3.221,16	2.780,42	6.224,38
F04	2.719,56	2.211,24	2.572,59	2.095,46	4.499,02
F05	2.321,03	1.905,06	2.285,27	1.792,02	3.734,66
F06	2.083,46	1.722,55	2.113,99	1.611,13	3.279,01
F07	1.921,33	1.597,99	1.997,10	1.487,69	2.968,06
F08	1.801,65	1.506,05	1.910,82	1.396,56	2.738,53
F09	1.633,66	1.376,99	1.789,71	1.268,65	2.416,33
F10	1.519,02	1.288,91	1.707,06	1.181,37	2.196,46
F11	1.234,54	1.070,36	1.501,96	964,77	1.650,85
F12	1.108,51	973,54	1.411,10	868,81	1.409,14
F13	1.033,39	915,82	1.356,94	811,61	1.265,05
F14	982,12	876,43	1.319,98	772,57	1.166,72

Fonte: Adaptado de PBSR (2021).

## 2.1.4. Esgotamento Sanitário

### *Demanda atual e futura*

Para estimativa do déficit em sistemas de esgotamento sanitário no Brasil, foram adotadas as mesmas premissas do Produto 1 – Diagnóstico do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário. Os dados foram analisados a partir da PNAD-Contínua de 2019, que apresenta o número de domicílios rurais atendidos por: rede geral ou pluvial, fossa séptica ligada à rede, fossa séptica não ligada à rede, fossa rudimentar e despejos em rio, lago, mar ou vala. Visto a divulgação dos dados por Unidades da Federação, optou-se pela análise por estado para estimativa do déficit de



sistemas de esgotamentos por domicílio. Para o presente trabalho, adaptaram-se as premissas do PBSR e foram considerados os domicílios atendidos por rede geral e por fossa séptica ligada à rede coletora como situações de soluções adequadas.

Na Tabela 8 são apresentados os índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação do Brasil.

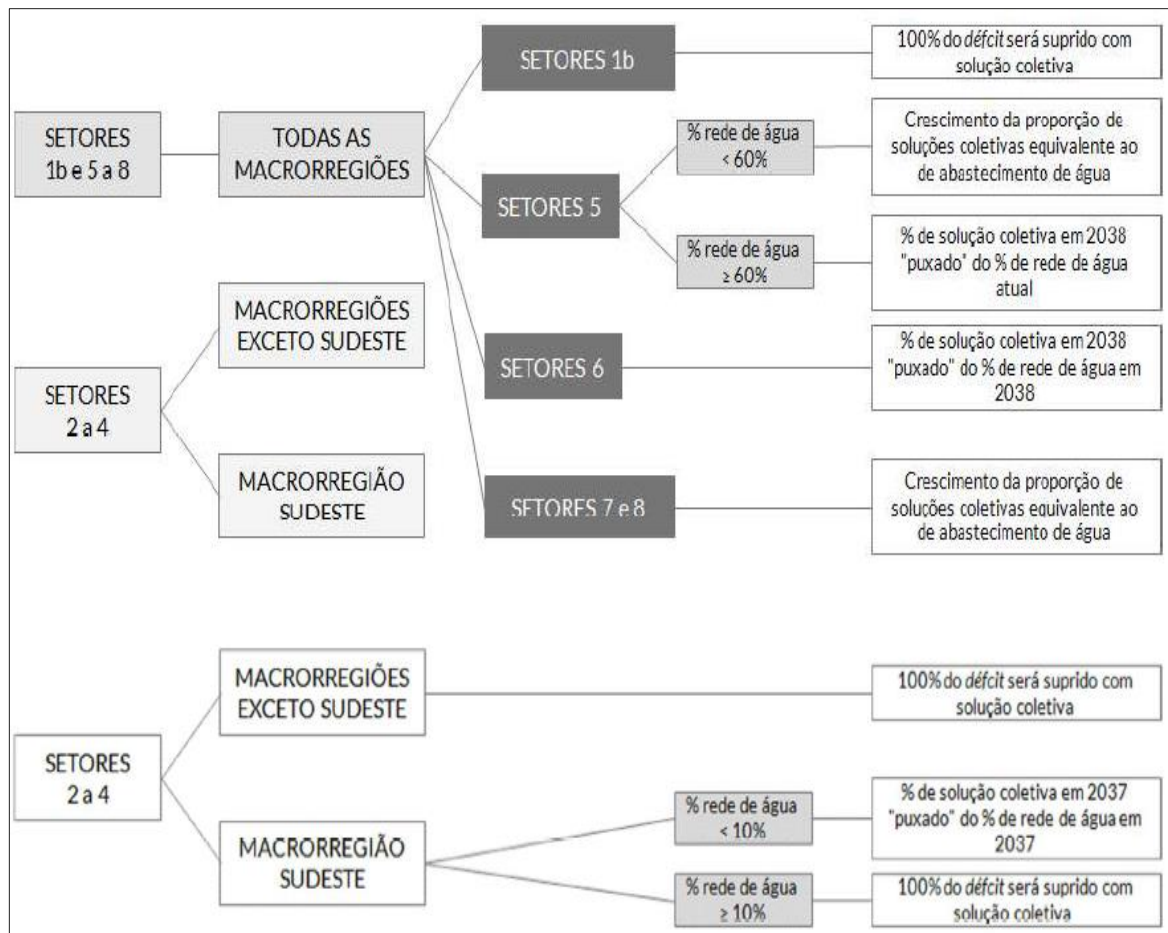
Tabela 8: Índices de atendimento por solução individual nas Unidades da Federação (PNAD-Contínua)

UF	Solução Individual Adequada (%)	Solução Individual Inadequada (%)
Acre	0,6%	99,4%
Alagoas	10,9%	89,1%
Amapá	0,2%	99,8%
Amazonas	2,5%	97,5%
Bahia	11,7%	88,3%
Ceará	6,7%	93,3%
Distrito Federal	13,4%	86,6%
Espírito Santo	10,8%	89,2%
Goiás	5,2%	94,8%
Maranhão	7,3%	92,7%
Mato Grosso	11,5%	88,5%
Mato Grosso do Sul	7,6%	92,4%
Minas Gerais	10,4%	89,6%
Pará	3,9%	96,1%
Paraíba	9,2%	90,8%
Paraná	15,3%	84,7%
Pernambuco	1,8%	98,2%
Piauí	10,7%	89,3%
Rio de Janeiro	28,1%	71,9%
Rio Grande do Norte	1,9%	98,1%
Rio Grande do Sul	4,7%	95,3%
Rondônia	1,7%	98,3%
Roraima	9,5%	90,5%
Santa Catarina	15,8%	84,2%
São Paulo	10,9%	89,1%
Sergipe	18,0%	82,0%
Tocantins	5,0%	95,0%
<b>Brasil</b>	<b>8,7%</b>	<b>91,3%</b>

Fonte: Adaptado de PNAD (2019).

Para o esgotamento sanitário, destaca-se a necessidade de investimentos em medidas estruturantes, que devem prever trabalhos de sensibilização em relação à adesão às soluções construídas para o atendimento coletivo (Funasa, 2021). No que se

refere à expansão do atendimento por coleta e tratamento adequados, na Figura 3 são apresentadas as seguintes premissas adotadas pelo PBSR.



**Figura 3: Premissas para distribuição das soluções individuais e coletivas sistemas de esgotamento sanitário**

Fonte: Funasa (2021).

### Oferta de Sistemas de Esgotamento

Para composição da oferta de soluções de esgotamento sanitário, da mesma forma que o preconizado para o abastecimento de água, o PBSR pautou-se na publicação referente às matrizes tecnológicas (Volume 3) para soluções coletivas e individuais, além de duas condicionantes (Funasa, 2021):

- Disponibilidade hídrica: refere-se à disponibilidade de água em quantidade suficiente para uso de descarga em instalações sanitárias.

- Profundidade do lençol freático: Foram definidas duas classes – lençol raso ou lençol médio/profundo, com base no tipo de solo predominante disponibilizado pelo setor censitário;

As soluções individuais foram definidas pela tipologia exposta na Tabela 9, orçadas pela composição de custos com data-base de julho de 2018 (Funasa, 2021).

*Tabela 9: Tipos de soluções individuais empregadas no sistema de esgotamento sanitário e respectivos custos*

Tipo	Solução	Indicação	Peculiaridade	Valor orçado PBSR (RS/dom)
1	TS + Pós	Até 2 moradores/domicílio	Com disponibilidade hídrica	3.318,33
2		3 moradores/domicílio		3.487,60
3		4 moradores/domicílio		3.656,36
4		5 moradores/domicílio		3.860,22
5		6 moradores/domicílio		4.300,83
6		7 moradores/domicílio		4.641,60
7		8 moradores/domicílio		4.977,54
8		Mais de 8 moradores/domicílio		5.638,27
9	FS	Até 5 moradores/domicílio	Sem disponibilidade hídrica + lençol profundo	1.108,02
10		Mais de 5 moradores/domicílio		1.201,78
11	FSE	Até 5 moradores/domicílio	Sem disponibilidade hídrica + lençol raso	2.661,93
12		Mais de 5 moradores/domicílio		2.755,69

TS – Tanque séptico;

Pós – pós-tratamento: Filtro Anaeróbio;

FS – Fossa seca (não estanque);

FSE – Fossa seca estanque

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Para identificação da situação dos domicílios frente à disponibilidade hídrica, foi utilizado o ISH por município. Os setores que integram os municípios com o ISH na faixa “Mínima” e “Baixa” foram classificados como sem disponibilidade hídrica, ao passo que os setores dos municípios com o ISH nas faixas “Média”, “Alta” e “Máxima” foram classificados como com disponibilidade hídrica.

Em relação às soluções individuais de Fossa Seca Estanque e Não Estanque, foram utilizadas médias dos custos unitários para os domicílios das duas faixas: até 5 moradores/domicílio e mais de 5 moradores/domicílio.

Por outro lado, as soluções coletivas foram definidas de forma independente para a coleta dos esgotos sanitários e seu tratamento, com base em composições de custo para 14 categorias de densidade demográfica por setor censitário, para cada macrorregião (Funasa, 2021). As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam as definições.

Tabela 10: Densidade populacional considerada

Faixa	Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
F01	Menor que 450
F02	450 a 802,5
F03	802,5 a 1.500
F04	1.500 a 2.500
F05	2.500 a 3.500
F06	3.500 a 4.500
F07	4.500 a 5.500
F08	5.500 a 7.000
F09	7.000 a 9.000
F10	9.000 a 15.000
F11	15.000 a 25.000
F12	25.000 a 35.000
F13	35.000 a 45.000
F14	Maior que 45.000

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Tabela 11: Custos unitários globais de sistema de coleta de esgotos (R\$/dom)

Macrorregião	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07
N	6.836,02	4.996,45	4.006,92	2.992,30	2.542,80	2.274,85	2.091,99
NE	9.734,33	7.133,37	5.734,28	4.299,70	3.664,16	3.285,31	3.026,76
SE	17.468,12	12.607,09	9.992,28	7.311,16	6.123,38	5.415,33	4.932,12
S	14.982,17	10.751,92	8.476,41	6.143,20	5.109,55	4.493,37	4.072,87
CO	8.835,52	6.362,67	5.032,50	3.668,59	3.064,36	2.704,17	2.458,36
Macrorregião	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14
N	1.957,01	1.767,54	1.638,24	1.317,38	1.175,24	1.090,51	1.032,68
NE	2.835,91	2.568,02	2.385,20	1.931,55	1.730,57	1.610,77	1.529,01
SE	4.575,44	4.074,77	3.733,09	2.885,24	2.509,64	2.285,73	2.132,93
S	3.762,47	3.326,76	3.029,42	2.291,60	1.964,73	1.769,88	1.636,90
CO	2.276,91	2.022,21	1.848,40	1.417,09	1.226,02	1.112,11	1.034,38

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

Tabela 12: Custos unitários globais de sistema de tratamento de esgotos (R\$/dom)

Macrorregião	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07
N	3.665,80	3.540,38	3.472,92	3.403,74	3.373,10	3.354,83	3.342,36
NE	3.965,62	3.712,79	3.576,79	3.437,34	3.375,56	3.338,73	3.313,60
SE	3.884,84	3.455,82	3.225,05	2.988,43	2.883,60	2.821,11	2.778,46
S	2.807,93	2.688,04	2.623,55	2.557,43	2.528,13	2.510,67	2.498,75
CO	3.105,59	3.029,58	2.988,70	2.946,78	2.928,21	2.917,13	2.909,58
Macrorregião	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14
N	3.333,16	3.320,24	3.311,43	3.289,55	3.279,86	3.274,08	3.270,14
NE	3.295,05	3.269,01	3.251,24	3.207,14	3.187,60	3.175,95	3.168,01
SE	2.746,98	2.702,79	2.672,64	2.597,81	2.564,66	2.544,90	2.531,41
S	2.489,95	2.477,60	2.469,18	2.448,27	2.439,00	2.433,48	2.429,71
CO	2.904,00	2.896,17	2.890,83	2.877,57	2.871,70	2.868,20	2.865,81

Fonte: Adaptado de Funasa (2021).

### 2.1.5. Reposição de sistemas existentes

Para estimativa dos custos relacionados à reposição da infraestrutura em sistemas existentes, referente a soluções ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, é necessário calcular o montante total de ativos instalados, considerando aqueles que estão adequados, e anualmente aplicar uma taxa de reposição de 3,33% (1/30) sobre este montante.

A equação abaixo representa o cálculo para abastecimento de água:

$$R = IGP(DI) \times D_{ad} \times (C_{un}P + C_{un}D) \times 1/30$$

Onde:

R = Investimento em Reposição (R\$);

IGP(DI) = Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna;

D<sub>ad</sub> = Domicílios adequados (conforme dados do Censo e PNAD-Contínua);

C<sub>un</sub>P = Custo Unitário de Produção (R\$/dom);

C<sub>un</sub>D =Custo Unitário de Distribuição (R\$/dom).

Já para esgotamento sanitário, temos a equação abaixo:

$$R = IGP - DI \times D_{ad} \times (C_{unC} + C_{unT}) \times 1/30$$

Onde:

$D_{ad}$  = Domicílios adequados (conforme dados do Censo e PNAD-Contínua);

$C_{unC}$  = Custo Unitário de Coleta de esgoto (R\$/dom);

$C_{unT}$  =Custo Unitário de Tratamento de esgoto (R\$/dom).

### 2.1.6. Correção monetária

De modo a possibilitar a análise financeira dos investimentos em sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário no presente, os custos unitários estimados pelo PBSR com data-base de julho de 2018 foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna para a data-base de janeiro de 2022, conforme apresentado na Figura 4.

#### Dados básicos da correção pelo IGP-DI (FGV)

##### Dados informados

Data inicial	07/2018
Data final	01/2022
Valor nominal	R\$ 100,00 ( REAL )

##### Dados calculados

Índice de correção no período	1,61665980
Valor percentual correspondente	61,665980 %
Valor corrigido na data final	R\$ 161,67 ( REAL )

#### Figura 4: Correção do Índice Geral de Preços – jul/18 a jan/22

Fonte: Banco Central do Brasil (2022).

Dessa forma, foi possível estimar os valores corrigidos para expansão e reposição das infraestruturas de saneamento por setor censitário.

### 3. NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO RURAL

#### 3.1. Abastecimento de água

Foram analisados os investimentos necessários em reposição, em caso de sistemas adequados existentes, e para expansão em soluções individuais e em soluções coletivas, representados separadamente por investimentos em produção e distribuição.

De modo geral, encontrou-se para sistemas de abastecimento de água uma necessidade de investimento em soluções individuais de cerca de 85% do total de investimentos previstos para o ano de 2033. O setor 8, representado por zonas rurais exceto aglomerados rurais, foi identificado como o tipo de setor censitário com maior necessidade de investimento em soluções individuais.

Em média, as necessidades de investimentos em soluções coletivas (produção e distribuição) resultaram próximas de 7,7% do total previsto, ao longo dos horizontes temporais analisados. Com relação à reposição, foi identificado uma necessidade de investimento considerável, representado por R\$ 4,2 bilhões em 2033. Os resultados de investimentos por setores censitários são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por setor (2033) em milhões de reais

Setor	Investimento SAA - Reposição	Expansão		
		Investimento SAA – Individual (R\$)	Investimento SAA - Produção (R\$)	Investimento SAA - Distribuição (R\$)
4	73,77	50,91	165,32	210,19
5	472,40	8.736,01	451,90	733,51
6	11,40	1,17	52,06	84,66
7	24,11	555,56	9,46	15,31
8	3.609,45	37.661,87	607,65	1.951,22
<b>Total</b>	<b>4.191,12</b>	<b>47.005,52</b>	<b>1.286,39</b>	<b>2.994,89</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Ainda, foram identificadas as regiões brasileiras com maior necessidade de investimentos em 2033. Com relação à reposição, a região Nordeste apresentou a maior estimativa de custo, seguida pelas regiões Sudeste e Sul. Ressalta-se que os investimentos em reposição se referem aos sistemas operantes adequados.

As necessidades de investimentos em soluções individuais e coletivas se mostraram maiores nas regiões Nordeste e Norte: em 2033, é estimado um total de R\$ 35,2 bilhões (Nordeste) e R\$ 9,9 bilhões (Norte) para soluções individuais. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Necessidades de investimentos estimados em sistema de abastecimento de água por região (2033) em milhões de reais

Região	Investimento SAA - Reposição	Expansão		
		Investimento SAA – Individual (R\$)	Investimento SAA - Produção (R\$)	Investimento SAA - Distribuição (R\$)
Centro-Oeste	426,41	373,22	16,65	58,33
Nordeste	1.866,04	35.159,20	1.060,07	2.088,07
Norte	510,05	9.918,24	179,50	762,20
Sudeste	805,80	1.324,26	25,17	73,39
Sul	582,81	230,60	5,01	12,90
<b>Total</b>	<b>4.191,12</b>	<b>47.005,52</b>	<b>1.286,39</b>	<b>2.994,89</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

### 3.2. Esgotamento sanitário

Para os sistemas de esgotamento sanitário, da mesma forma, analisou-se as necessidades de investimentos em reposição, e expansão em soluções individuais e coletivas.

As necessidades de investimentos em soluções individuais em esgotamento sanitário representaram a maior parcela dentre os custos estimados. Encontrou-se uma necessidade de investimento em soluções individuais de cerca de 61% do total previsto para o ano de 2033, seguido por aproximadamente 38% do total para soluções



coletivas. O setor 8 foi identificado como o tipo de setor censitário com maior necessidade de investimento em soluções individuais.

Por fim, as necessidades de investimentos em reposição resultaram próximos de 1% do total, com aproximadamente 1 bilhão de reais previstos. Os resultados de investimentos por setores censitários são apresentados na Tabela 15.

*Tabela 15: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por setor (2033) em milhões de reais*

Setor	Investimento SES - Reposição	Expansão		
		Investimento SES – Individual (R\$)	Investimento SES - Coleta (R\$)	Investimento SES - Tratamento (R\$)
4	24,57	423,06	1.980,94	1.327,64
5	105,96	9.342,36	4.948,45	3.363,06
6	3,29	9,41	466,22	301,87
7	6,31	536,43	113,04	64,03
8	970,39	51.456,67	19.694,15	6.479,00
<b>Total</b>	<b>1.110,52</b>	<b>61.767,93</b>	<b>27.202,80</b>	<b>11.535,61</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

Além disso, foram identificadas as regiões brasileiras com maior necessidade de investimentos em esgotamento sanitário referente ao ano de 2033. Com relação à reposição, a região Nordeste apresentou a maior estimativa de investimento, seguida pelas regiões Sudeste e Sul.

As necessidades de investimentos de expansão para soluções individuais e coletivas se mostraram maiores nas regiões Nordeste e Sudeste. Estima-se a necessidade de investimento em soluções individuais no Nordeste e Sudeste, em 2033, de R\$ 32,2 bilhões e R\$ 10,6 bilhões, respectivamente. Os resultados são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16: Necessidades de investimentos estimados em sistema de esgotamento sanitário por região (2033) em milhões de reais

Região	Investimento SES - Reposição	Expansão		
		Investimento SES – Individual (R\$)	Investimento SES - Coleta (R\$)	Investimento SES - Tratamento (R\$)
Centro-Oeste	30,94	2.854,17	1.051,26	441,12
Nordeste	484,29	32.203,46	13.401,41	7.154,91
Norte	27,41	8.381,74	2.510,22	1.614,16
Sudeste	380,12	10.577,05	6.048,68	1.444,22
Sul	187,75	7.751,51	4.191,22	881,20
<b>Total</b>	<b>1.110,52</b>	<b>61.767,93</b>	<b>27.202,80</b>	<b>11.535,61</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2021).

## 4. REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro**. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: PNAD**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019

Programa Nacional de Saneamento Rural PBSR: **Estudo das necessidades de investimentos em saneamento rural no Brasil** / Fundação Nacional da Saúde – 1. ed. vol. 4. Brasília: Funasa, 2021.



# **REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO PARA O PERÍODO 2022-2033**

**PRODUTO 8 – INTEGRAÇÃO DE VARIÁVEIS MULTIDIMENSIONAIS AO  
MODELO DE NECESSIDADES DE CÁLCULO DE INVESTIMENTOS, PARA O  
COMPONENTE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

JULHO/2022



# REVISÃO DE CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

Produto 8 – Integração de Variáveis Multidimensionais ao Modelo de Necessidades de Cálculo de Investimentos, para o Componente Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



## APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

### Coordenação Geral

Gesner José de Oliveira Filho Economista, Dr.	<i>Especialista em Saneamento e Planejamento Governamental</i>
--	--

### Equipe Chave

Nilo Aihara Engenheiro Civil, Esp.	<i>Especialista em Saneamento I Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário</i>
Helder Rafael Nocko Engenheiro Ambiental, Msc.	<i>Especialista em Saneamento II Resíduos Sólidos Urbanos</i>
André Luciano Malheiros Engenheiro Civil, Dr.	<i>Especialista em Saneamento III Drenagem e Manejo das Águas Pluviais</i>
Daniel Thá Economista, Msc.	<i>Especialista em Estudos Econômicos e Planejamento de Atividades</i>
Matheus Morselli Gysi Físico, Msc.	<i>Especialista em Sistemas de Computação e Tecnologia da Informação</i>

### Equipe de Apoio

Bruno Gomes Camargo Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Msc.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão do Projeto e Drenagem de Manejo de Águas Pluviais Urbanas</i>
Fernanda Muzzolon Padilha Engenheira Ambiental, Esp.	<i>Apoio à Coordenação Geral Gestão Técnica</i>
Dóris Regina Falcade Pereira Engenheira Ambiental	<i>Apoio Técnico Resíduos Sólidos Urbanos</i>
Vinícius Ternero Raghianti Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.	<i>Apoio Técnico Esgotamento Sanitário</i>
Paulo Henrique Costa Geógrafo, Esp.	<i>Especialista em Geoprocessamento</i>

### Equipe de Apoio

Pedro Levy Sayon. Economista, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Flávio Fernandes Naccache Engenheiro Mecatrônico, Msc	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Cláudia Orsini Machado de Sousa Administradora e Bióloga, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Luccas Saqueto Espinoza Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Vicente Arouche Santos Economista, Msc.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Gabriel Barreiros Poveda Economista	<i>Apoio Técnico</i> <i>Estudos Econômicos</i>
Thainá Sanches Becker Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Larissa dos Santos Silva Geógrafa - Analista de Projetos, Esp.	<i>Apoio Técnico</i> <i>Geoprocessamento</i>
Romildo Macario Administrador	<i>Gerente Financeiro</i>
Daniela Lopes	<i>Auxiliar Administrativo e Logística</i>
Felipe Baglioli	<i>Acadêmico de Engenharia Ambiental</i>
Guilherme Bortolotti	<i>Acadêmico de Engenharia Civil</i>
Nicolas dos Santos Rosa	<i>Acadêmico de Geologia</i>
Daniele Delgado	<i>Acadêmica de Geologia</i>

01	04/07/2022	P8	-	HRN	GJOF
<i>Revisão</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição Breve</i>	<i>Ass. do Autor.</i>	<i>Ass. do Superv.</i>	<i>Ass. de Aprov</i>

<b>NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS – MODELOS CONCEITUAIS E IMPLEMENTAÇÃO</b>			
<b>Produto 8 – Integração de Variáveis Multidimensionais ao Modelo de Necessidades de Cálculo de Investimentos, para o Componente Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas</b>			
<b>Elaborado por:</b> Equipe EnvEx		<b>Supervisionado por:</b> Helder Rafael Nocko	
<b>Aprovado por:</b> Gesner José de Oliveira Filho	<b>Revisão</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Data</b>
	01	02	04/07/2022
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
 <b>envex</b> engenharia e consultoria		<b>EnvEx Engenharia e Consultoria</b> Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190   Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br   www.envexengenharia.com.br	




## APRESENTAÇÃO

Apresentamos ao Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Produto 8 – Integração de Variáveis Multidimensionais ao Modelo de Necessidades de Cálculo de Investimentos, para o Componente Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, integrante da Revisão do Cálculo das Necessidades de Investimentos em Saneamento Básico para o período 2022-2033, referente ao Contrato nº 221031/2021.

**Gesner José de Oliveira Filho**

Economista, Dr.  
Coordenador Geral



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>INTEGRAÇÃO DE VARIÁVEIS MULTIDIMENSIONAIS AO MODELO.....</b>	<b>11</b>
2.1.	Variáveis Físicas .....	11
2.2.	Variáveis de Infraestrutura.....	15
<b>3.</b>	<b>COEFICIENTE PDCI .....</b>	<b>17</b>
<b>4.</b>	<b>CALIBRAÇÃO DO MODELO .....</b>	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>INDICADOR D2 DO PLANSAB .....</b>	<b>26</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>
	<b>ANEXO - MODELO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....</b>	<b>29</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dados utilizados para compor o CFA.....	12
Figura 2: Espacialização do CFA.....	14
Figura 3: Pesos para os Indicadores de Infraestrutura.....	15
Figura 4: Interações para a criação de cenários.....	18
Figura 5: Esquema do Modelo para Prestação e Cobrança dos Serviços.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores dos indicadores por faixas de atendimento.....	16
Tabela 2: Valores dos fatores resultantes da Análise de Regressão Múltipla para calibração..	20
Tabela 3: Resultados dos investimentos por Estado.....	21
Tabela 4: Resultados dos investimentos por Macrorregião. ....	22
Tabela 5: Resultados dos investimentos para o Brasil no período 2021-2033 (em milhões)....	25
Tabela 6: Metas do Plansab para o Indicador D2 por regiões (2023). ....	26
Tabela 7: Resultados dos investimentos para o Brasil no período 2021-2033 (em milhões), considerando o indicador D2.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao Produto 8 – Integração de Variáveis Multidimensionais ao Modelo de Necessidades de Cálculo de Investimentos, para o Componente Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Este Produto 8 é complementar ao Produto 5, já entregue e aprovado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

O Produto 5 tratou das necessidades de investimentos para universalização dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no Brasil, até 2033, contando com cinco seções, (i) apresentação dos aspectos gerais relativos aos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, assim como os principais conceitos desse tema no Marco Legal do Saneamento; (ii) os principais desafios e limitações da metodologia utilizada no estudo para realização das estimativas de investimentos; (iii) o detalhamento da metodologia proposta; (iv) a aplicação da metodologia e os resultados dos cálculos; e por fim, (v) sugestões de aperfeiçoamento estudo.

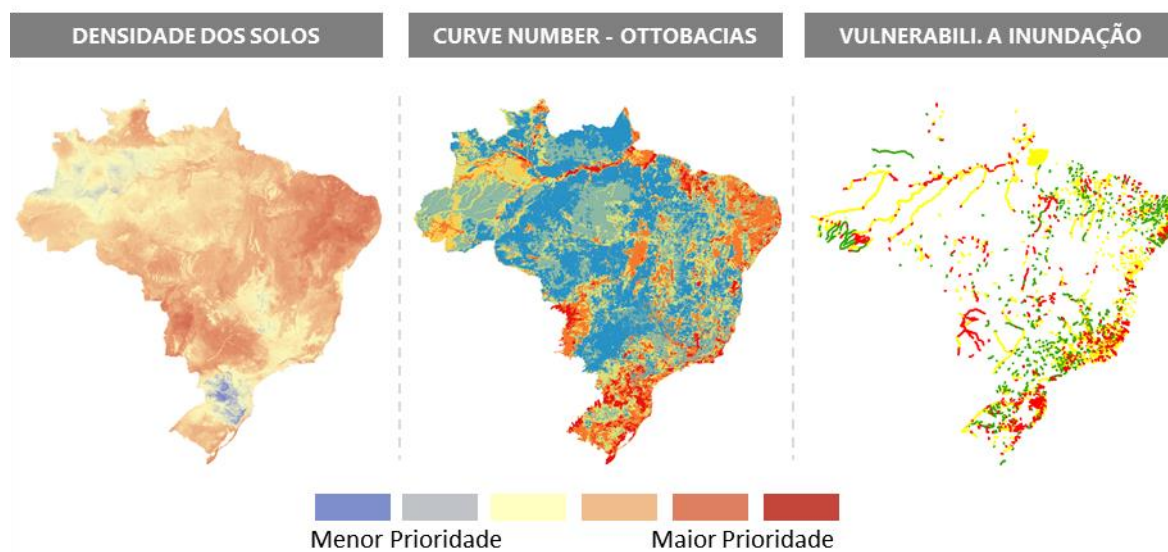
Desta forma, manteve-se a mesma metodologia do modelo desenhado no Produto 5, apenas agregando e integrando variáveis que, em seu conjunto, levam em conta as condições físicas e climáticas, e a infraestrutura existente, para uma melhor delimitação da necessidade de investimentos neste componente.

## 2. INTEGRAÇÃO DE VARIÁVEIS MULTIDIMENSIONAIS AO MODELO

O produto anterior (P5), apresentou o modelo PD, o qual considera a Pluviometria e a Densidade Urbana para o cálculo dos investimentos. Nesta seção são apresentadas as novas variáveis agregadas ao modelo anterior, que permitiram ampliar e refinar a modelagem, de forma a se obter o novo modelo PDCI (Pluviometria, Densidade Urbana, Características Físicas, Infraestruturas).

### 2.1. Variáveis Físicas

Com o intuito de capturar características físico-ambientais capazes de exercer influência na prestação dos serviços relacionados ao manejo de águas pluviais nos municípios brasileiros, procedeu-se para a criação de um coeficiente físico-ambiental (CFA). O CFA foi concebido tendo três dados principais: densidade aparente do solo; *curve number*; e vulnerabilidade a inundações. A Figura 1 espacializa os três dados, os quais são descritos na sequência.



**Figura 1: Dados utilizados para compor o CFA.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

A densidade aparente do solo é um dado da Embrapa (2021), originalmente no formato matricial, que contém os valores de densidade das camadas mais superficiais dos solos para todo o Brasil. Para o mapeamento a Embrapa se utilizou de dados de tipologia de solo, tipos de clima, tipos de vegetação e características topográficas. Os valores de densidade são calculados pela relação entre a massa de uma amostra e a soma de seus volumes ocupados, levando em consideração a composição granulométrica dos solos, como os percentuais de areia, argila e silte. Quanto maior a densidade do solo, maior será sua compactação e menor é será sua porosidade total. Assim, entende-se que quanto maior for a densidade, maior é a tendência do escoamento superficial e maior será a demanda pela prestação dos serviços de drenagem.

O *curve number* é um dado da ANA (2018), originalmente no formato vetorial, que contém os valores de volume aproximado de escoamento superficial de um evento de chuva para todas as ottobacias do Brasil. Para este mapeamento, a ANA utilizou dados de uso e cobertura da terra, tipologias de solo e classes hidrológicas dos solos,

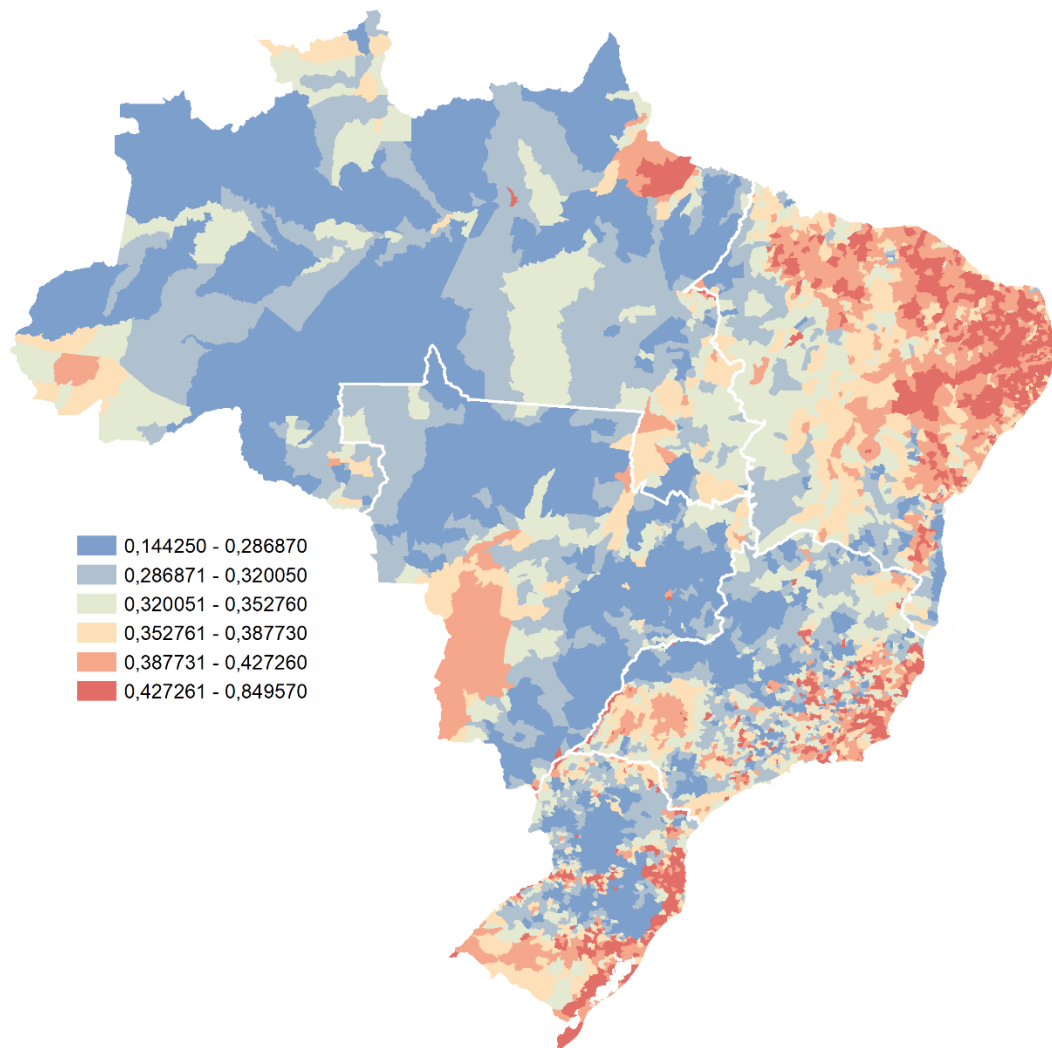
segundo Tucci (2004) e Sartori (2005). Os valores de *curve number* foram obtidos pelo método do *Soil Conservation Service* (1957) e indicam se a ottobacia de análise tem maior predisposição a infiltração (valores mais baixos) ou ao escoamento (valores mais altos). Assim, entende-se que quanto maior for o *curve number*, maior é a tendência do escoamento superficial e maior será a demanda pela prestação dos serviços de drenagem. Para melhor aplicação em *software* de SIG, visando realizar operações de cruzamento de informação para compor o CFA, as ottobacias em formato vetorial foram transformadas em ottobacias em formato matricial.

A vulnerabilidade a inundação é um dado da ANA (2014 e 2021), originalmente no formato vetorial de linhas, que classifica os principais cursos hídricos dos municípios brasileiros quanto ao impacto e a frequência das inundações. Para este mapeamento, a ANA se utilizou de mapeamento prévio dos rios, validado pelos entes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. A vulnerabilidade foi classificada por trechos de rios em até três níveis: alta, média e baixa, sendo que a alta vulnerabilidade representa alto e médio impacto com qualquer frequência de ocorrência, a média vulnerabilidade representa médio impacto com frequências média e baixa ou baixo impacto com alta frequência, e a baixa vulnerabilidade representa baixo impacto com frequências média e baixa de ocorrência. Para o CFA, foram calculadas a extensão linear dos trechos classificados nas classes alta e baixa em relação a área total do município, ao passo que os municípios que resultaram nos maiores valores, são aqueles com maior proporção de rios vulneráveis a inundação.

Para os dados matriciais, calculou-se por técnicas de geoprocessamento, o valor médio da camada dentro dos limites dos polígonos relativos a cada município. Para o dado vetorial, calculou-se o tamanho das linhas e a soma das mesmas para cada município. Os resultados por município de cada um dos três dados foram normalizados entre 0 e 1 e multiplicados pelos pesos atribuídos a cada variável, sendo 50% para



vulnerabilidade a inundação, 25% para densidade do solo e 25% para *curve number*. Essas duas últimas variáveis receberam menor peso por ambas considerarem dentro seus aspectos, as características de solo. Em seguida, os produtos foram somados, obtendo-se assim, o CFA (Figura 2).



**Figura 2: Espacialização do CFA.**

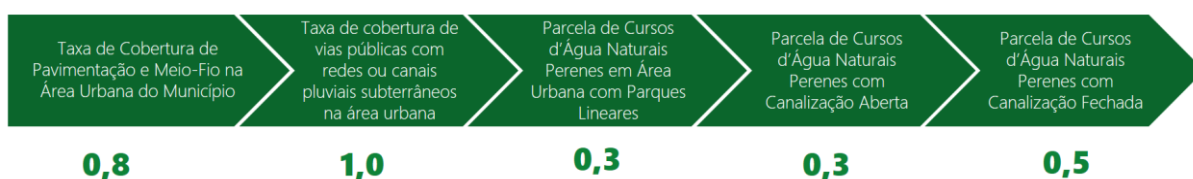
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

## 2.2. Variáveis de Infraestrutura

A Infraestrutura dos sistemas exerce grande influência na drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e deve ser considerada para o cálculo dos investimentos. Para tanto, se utilizou dos Indicadores de Infraestrutura do Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas no SNIS 2020 (SNIS-AP 2020). Os indicadores utilizados foram os seguintes:

- IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município;
- IN021 - Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana;
- IN025 - Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares;
- IN026 - Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta; e
- IN027 - Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada.

Para cada indicador são definidos pesos, que podem ser modificados pelo usuário, como demonstrado no exemplo da Figura 3.



**Figura 3: Pesos para os Indicadores de Infraestrutura.**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

Ainda, são definidas faixas de atendimento e seus respectivos valores por indicador, como apresentado na Tabela 1

Tabela 1: Valores dos indicadores por faixas de atendimento

Indicador	Faixas de Atendimento	Valor do Indicador
Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município	0-20%	1
	21-50%	0,75
	51-75%	0,5
	76-100%	0,25
Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	0-20%	1
	21-50%	0,75
	51-75%	0,5
	76-100%	0,25
Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares	0-20%	1
	21-50%	0,75
	51-75%	0,5
	76-100%	0,25
Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta	0-20%	1
	21-50%	0,75
	51-75%	0,5
	76-100%	0,25
Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada	0-20%	0,25
	21-50%	0,50
	51-75%	0,75
	76-100%	1

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Da mesma maneira que para os pesos de cada indicador, as faixas de atendimento e seus valores poderão ser alterados pelo usuário do modelo, que será implementado em software baseado em linguagem R. Assim, para a variável de Infraestrutura I, é utilizada a seguinte expressão:

$$I = P1 \times V1 + P2 \times V2 + P_N \times V_N \dots$$

Onde:

- P = Peso do Indicador de Infraestrutura
- V = Valor do Indicador por faixa de atendimento

### 3. COEFICIENTE PDCI

A partir da fórmula paramétrica, desenvolvida para se medir a necessidade intrínseca do município por sistemas de drenagem urbana denominada *Coefficiente PD* apresentada no Produto 5, para o qual a equação pode ser vista abaixo, foram incorporadas as variáveis C (coeficiente físico-ambiental) e I (Infraestrutura).

$$\text{Coeficiente P.D} = \frac{\text{Pluviometria} \times \text{DensidadeU}}{1.000}$$

A equação PDCI foi ajustada de maneira que cada variável tenha seu peso no resultado final. Desta forma, o novo coeficiente possui a seguinte equação:

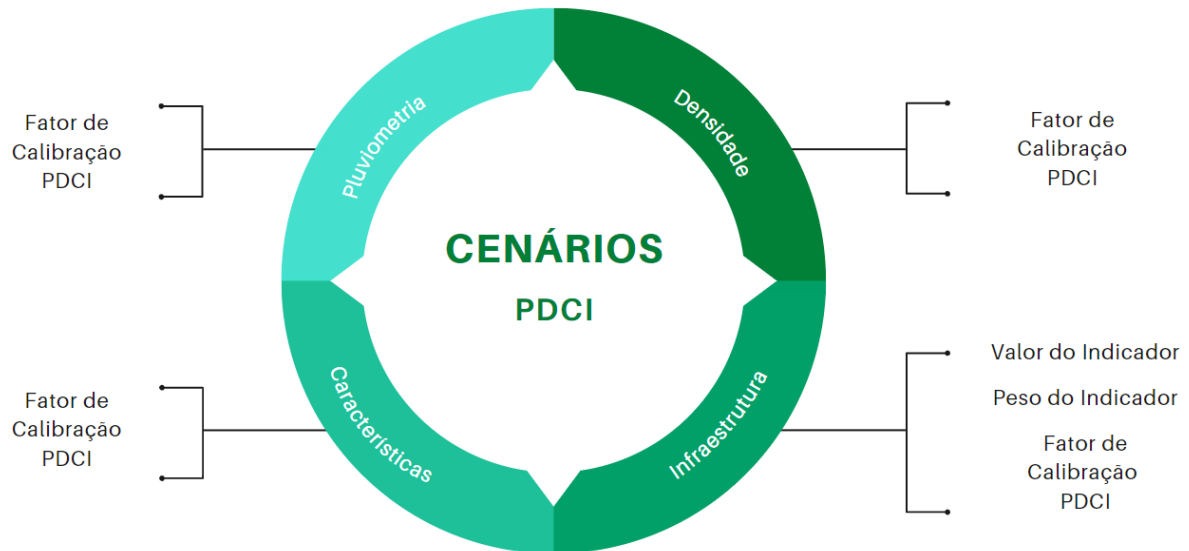
$$\text{Coeficiente PDCI} = Pf_p + Df_d + Cf_c + If_i$$

Onde:

- P = Pluviometria
- $f_p$  = Fator de ponderação em Pluviometria
- D = Densidade
- $f_d$  = Fator de ponderação em Densidade
- C = Coeficiente Físico Ambiental
- $f_c$  = Fator de ponderação em Coeficiente Ambiental
- C = Coeficiente de Infraestrutura
- $f_i$  = Fator de ponderação em Infraestrutura

Ainda, para cada variável da equação pode ser atribuído um fator de ponderação (ou calibração) em PDCI, novamente podendo ser alterada pelo usuário. Assim, serão

seis níveis de interações possíveis de serem realizadas para a criação de cenários de investimentos, como mostra a Figura 4.



**Figura 4: Interações para a criação de cenários**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

Na próxima Seção é apresentada a metodologia de Calibração, bem como os valores de cada Coeficiente da equação PDCI.

## 4. CALIBRAÇÃO DO MODELO

Por mais que o usuário tenha a liberdade de alterar o peso das variáveis e seu fator de ponderação no Coeficiente PDCl, o modelo foi calibrado de forma a se aproximar o máximo possível da realidade. A partir dos municípios que possuem Planos de Drenagem analisados, foi verificado os valores das variáveis que se relacionassem aos valores reais, a partir da Análise de Regressão Múltipla.

A influência no investimento *per capita* para drenagem ( $I_p$ ) dos parâmetros de precipitação ( $P$ ), densidade urbana ( $D$ ), índice de características físicas ( $C$ ) e índice de infraestrutura ( $I$ ), foi considerado linear e, portanto, podendo ser representado pela equação já apresentada anteriormente:

$$I_p = f_p P + f_d D + f_c C + f_i I + f$$

Sendo:

- $f_p$  o fator de ponderação para precipitação,
- $f_d$  o fator de ponderação para densidade urbana,
- $f_c$  o fator de ponderação para características físicas,
- $f_i$  o fator de ponderação para Infraestrutura; e
- $f$  o fator de ponderação constante da equação, a partir do valor de investimento base, comum a todos os planos em R\$/hab.

A análise de regressão múltipla foi empregada para definir os valores dos fatores de ponderação, dessa forma é garantido que os fatores obtidos são os que tem o menor erro entre os valores de investimento obtidos pelos planos e os estimados pela equação. Os valores para os fatores resultantes dessa análise são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores dos fatores resultantes da Análise de Regressão Múltipla para calibração

Fator	Valor
f	791,3599
fp	0,063933
fd	-0,18916
fc	3477,979
fi	519,4743

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Desta forma, o usuário que operar o *software* terá os valores padrão de cada variável, podendo realizar ajustes a cada vez que as variáveis sofrerem alguma atualização, ou mesmo na adição de novas variáveis.

## 5. RESULTADOS

A partir das novas variáveis adicionadas e da calibração do modelo, são apresentados os resultados dos investimentos necessários em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A Tabela 3 apresenta os resultados dos investimentos necessários, por Unidade da Federação, até o ano de 2033.

Tabela 3: Resultados dos investimentos por Estado.

Estado/UF	Investimento Total
Acre	R\$ 1.662.323.670,53
Alagoas	R\$ 5.643.183.530,94
Amapá	R\$ 1.912.159.975,87
Amazonas	R\$ 6.558.365.760,95
Bahia	R\$ 23.176.531.635,01
Ceará	R\$ 13.833.437.527,31
Distrito Federal	R\$ 10.296.258.189,09
Espírito Santo	R\$ 7.256.413.947,64
Goiás	R\$ 16.201.987.636,96
Maranhão	R\$ 10.791.425.389,79
Mato Grosso	R\$ 7.487.417.576,38
Mato Grosso do Sul	R\$ 5.249.230.090,71
Minas Gerais	R\$ 45.084.104.833,74
Pará	R\$ 13.136.515.481,25
Paraíba	R\$ 8.021.046.146,91
Paraná	R\$ 24.185.748.521,08
Pernambuco	R\$ 17.597.954.233,02
Piauí	R\$ 10.943.344.363,19
Rio de Janeiro	R\$ 29.196.896.132,30
Rio Grande do Norte	R\$ 7.447.663.091,53
Rio Grande do Sul	R\$ 23.085.753.261,38
Rondônia	R\$ 2.616.042.379,48
Roraima	R\$ 1.029.453.556,95
Santa Catarina	R\$ 18.461.079.543,53



Estado/UF	Investimento Total
São Paulo	R\$ 104.153.317.894,41
Sergipe	R\$ 4.001.650.839,41
Tocantins	R\$ 3.140.761.560,14
<b>Total</b>	<b>R\$ 422.170.066.769,50</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Nota: Valores apenas para investimento, sem considerar a reposição.

A Tabela 4 apresenta os resultados dos investimentos por Macrorregião até o ano de 2033.

*Tabela 4: Resultados dos investimentos por Macrorregião.*

Região	Investimento Total
Norte	R\$ 30.055.622.385,17
Nordeste	R\$ 101.456.236.757,11
Sudeste	R\$ 185.690.732.808,08
Sul	R\$ 65.732.581.325,99
Centro-Oeste	R\$ 39.234.893.493,15
<b>Total</b>	<b>R\$ 422.170.066.769,50</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

Nota: Valores apenas para investimento, sem considerar a reposição.

### *Estimativa do investimento para manutenção da infraestrutura existente*

Além dos investimentos na implantação dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais em áreas onde ainda não há infraestrutura para esses serviços, é fundamental que se invista também na conservação da infraestrutura existente, assim como naquela que anualmente vai se incorporando à essa base.

A estimativa de investimento anual para conservação da infraestrutura foi realizada a partir da multiplicação de uma taxa de depreciação dos ativos pela base de ativos calculada para cada ano, até 2033. Essa base de ativos é composta dos investimentos existentes até 2020, somados aos investimentos a serem realizados anualmente, estimados da forma descrita acima.

Portanto, é necessário se estimar o valor atualizado da infraestrutura existente. O SNIS-AP possui uma base de dados limitada para essa finalidade, posto que reúne dados de 2015 em diante e grande parte dos investimentos em drenagem e manejo de águas pluviais é antigo e decorre do próprio processo de urbanização dos municípios.

Assim, como para o Produto 5, a metodologia utilizada para essa estimativa foi partir do valor compilado pelo PLANSAB de 2019, que utilizou o SIAFI com informações de recursos onerosos e não onerosos até 2017, chegando em R\$ 17.081.866.889,30 (Tabela 4.22 do PLANSAB 2019), e somar os investimentos declarados no SNIS-AP 2020 para os demais anos (2018, 2019 e 2020), sendo todos os valores atualizados para a data base deste estudo pelo IGP-DI.

Esta forma de cálculo introduz uma discrepância em relação ao valor da base de ativos calculada pelos dados do SNIS-AP somente. No entanto, optou-se por utilizá-la de forma a melhorar a estimativa em investimentos para reposição de ativos. A discrepância entre valores calculados pelas duas fontes de dados poderá ser reduzida, na medida em que dados mais antigos dos investimentos municipais em drenagem forem, eventualmente, adquiridos nas próximas edições do SNIS (a base do PLANSAB 2019 contém dados desde 2003).

### *Investimentos em planejamento e cadastro técnico*

Os investimentos em planejamento e cadastro técnico da infraestrutura são etapas fundamentais para o avanço dos serviços rumo à universalização. Como detalhado no Diagnóstico (Produto 2), dos 4.107 municípios respondentes, 714 (17,38%) possuem planos de drenagem urbana - PDDU e 1.430 (34,82%) possuem o cadastro técnico. Com a extrapolação da taxa para os 5.570 municípios brasileiros,

chega-se a um déficit nacional de 4.602 (82,62%) municípios sem PDDU e 3.631 (65,18%) municípios sem cadastro técnico. No Diagnóstico, também foram apresentados os déficits por Macrorregião, Estados e Faixa Populacional.

Como metodologia de cálculo para o investimento na elaboração do cadastro técnico de drenagem foram utilizados valores de referência dos Planos Municipais de Saneamento Básico, Planos Diretores de Drenagem Urbana, e no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), da Caixa Econômica Federal.

A partir do déficit de municípios sem o cadastro técnico de drenagem calculado no Diagnóstico, os investimentos em cadastro técnico de drenagem foram estimados considerando-se a área urbana dos municípios em km<sup>2</sup> (quilômetros quadrados) e o custo estimado para se realizar o cadastro, em termos de R\$/ km<sup>2</sup>.

Calculados os investimentos totais para expansão e para manutenção dos sistemas de drenagem urbana, além dos custos associados à finalização dos cadastros técnicos dos ativos, o investimento a ser realizado a cada ano, entre 2021 e 2033, seguiu os princípios descritos abaixo:

1. O investimento total em expansão da infraestrutura foi distribuído linearmente ao longo do período 2021 a 2033.
2. O investimento em reposição de ativos foi calculado anualmente a partir da base de ativos de cada ano e um percentual de taxa de reposição (2%, com possibilidade de ser ajustado no painel de controle da planilha de cálculo).
3. O investimento em cadastro técnico foi distribuído linearmente ao longo do período 2021 a 2025.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos investimentos necessários para o Brasil, ano a ano, para o período de 2021-2033, considerando os investimentos em expansão, em reposição, e o valor com cadastro técnico para os municípios.

Tabela 5: Resultados dos investimentos para o Brasil no período 2021-2033 (em milhões).

Ano	Base Início	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
2021	R\$ 41.304,23	R\$ 32.474,62	R\$ 826,08	R\$ 59,47	R\$ 33.360,18
2022	R\$ 73.778,85	R\$ 32.474,62	R\$ 1.475,58	R\$ 59,47	R\$ 34.009,67
2023	R\$ 106.253,47	R\$ 32.474,62	R\$ 2.125,07	R\$ 59,47	R\$ 34.659,16
2024	R\$ 138.728,09	R\$ 32.474,62	R\$ 2.774,56	R\$ 59,47	R\$ 35.308,65
2025	R\$ 171.202,71	R\$ 32.474,62	R\$ 3.424,05	R\$ 59,47	R\$ 35.958,15
2026	R\$ 203.677,33	R\$ 32.474,62	R\$ 4.073,55		R\$ 36.548,17
2027	R\$ 236.151,95	R\$ 32.474,62	R\$ 4.723,04		R\$ 37.197,66
2028	R\$ 268.626,57	R\$ 32.474,62	R\$ 5.372,53		R\$ 37.847,15
2029	R\$ 301.101,19	R\$ 32.474,62	R\$ 6.022,02		R\$ 38.496,64
2030	R\$ 333.575,81	R\$ 32.474,62	R\$ 6.671,52		R\$ 39.146,14
2031	R\$ 366.050,43	R\$ 32.474,62	R\$ 7.321,01		R\$ 39.795,63
2032	R\$ 398.525,05	R\$ 32.474,62	R\$ 7.970,50		R\$ 40.445,12
2033	R\$ 430.999,67	R\$ 32.474,62	R\$ 8.619,99		R\$ 41.094,61
<b>Total</b>		<b>R\$ 422.170,07</b>	<b>R\$ 61.399,51</b>	<b>R\$ 297,36</b>	<b>R\$ 483.866,93</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

## 6. INDICADOR D2 DO PLANSAB

No software do modelo, também será possível selecionar quais municípios deveriam receber investimentos, considerando as metas do Plansab para o indicador D2 (% de domicílios não sujeitos a risco de inundações na área urbana). Ao selecionar esta opção de filtro, o *software* fará uma linha de corte, retirando todos os municípios que estão inicialmente dentro das metas para 2023 como apresentado na Tabela 6, e destinando o investimento apenas para os que não atingiram as metas, dentro da sua região.

A análise é realizada inicialmente para a meta intermediária do ano de 2023, considerando os dados do SNIS-AP 2020, devendo ser atualizada para meta final de 2033, juntamente com os dados atualizados dos SNIS-AP dos anos posteriores.

Tabela 6: Metas do Plansab para o Indicador D2 por regiões (2023).

Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro Oeste
96,5	98,0	96,5	96,5	98,0

Fonte: PLANSAB (2019).

A Tabela 7 apresenta os resultados dos investimentos para o Brasil, ano a ano, para o período de 2021-2033, considerando os investimentos em expansão, em reposição, e o valor com cadastro técnico, para os municípios que não atingiram as metas do indicador D2.

Tabela 7: Resultados dos investimentos para o Brasil no período 2021-2033 (em milhões), considerando o indicador D2.

Ano	Base Início	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
2021	R\$ 41.304,23	R\$ 11.442,69	R\$ 826,08	R\$ 59,47	<b>R\$ 12.328,25</b>
2022	R\$ 52.746,92	R\$ 11.442,69	R\$ 1.054,94	R\$ 59,47	<b>R\$ 12.557,10</b>
2023	R\$ 64.189,61	R\$ 11.442,69	R\$ 1.283,79	R\$ 59,47	<b>R\$ 12.785,96</b>
2024	R\$ 75.632,30	R\$ 11.442,69	R\$ 1.512,65	R\$ 59,47	<b>R\$ 13.014,81</b>

Ano	Base Início	Investimento	Reposição	Cadastro	Total
2025	R\$ 87.075,00	R\$ 11.442,69	R\$ 1.741,50	R\$ 59,47	<b>R\$ 13.243,66</b>
2026	R\$ 98.517,69	R\$ 11.442,69	R\$ 1.970,35		<b>R\$ 13.413,05</b>
2027	R\$ 109.960,38	R\$ 11.442,69	R\$ 2.199,21		<b>R\$ 13.641,90</b>
2028	R\$ 121.403,07	R\$ 11.442,69	R\$ 2.428,06		<b>R\$ 13.870,75</b>
2029	R\$ 132.845,77	R\$ 11.442,69	R\$ 2.656,92		<b>R\$ 14.099,61</b>
2030	R\$ 144.288,46	R\$ 11.442,69	R\$ 2.885,77		<b>R\$ 14.328,46</b>
2031	R\$ 155.731,15	R\$ 11.442,69	R\$ 3.114,62		<b>R\$ 14.557,32</b>
2032	R\$ 167.173,85	R\$ 11.442,69	R\$ 3.343,48		<b>R\$ 14.786,17</b>
2033	R\$ 178.616,54	R\$ 11.442,69	R\$ 3.572,33		<b>R\$ 15.015,02</b>
<b>Total</b>		<b>R\$ 148.755,01</b>	<b>R\$ 28.589,70</b>	<b>R\$ 297,36</b>	<b>R\$ 177.642,06</b>

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2022).

## 7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO - ANA. **Atlas de vulnerabilidade a Inundações do Brasil**. Brasília. 2014 (com atualização em 2021). Disponível em; <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/2cfa808b-b370-43ef-8107-5c3bfd7acf9c>>. Acesso em maio de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO - ANA. **Curve Number da Base Hidrográfica Ottocodificada**. Brasília. 2018. Disponível em; <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/d1c36d85-a9d5-4f6a-85f7-71c2dc801a67>>. Acesso em maio de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Mapas de densidade aparente do solo do Brasil (90 m - Versão 2021)**. Brasília. 2021. Disponível em; <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/3486>>. Acesso em maio de 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. 2019.

TUCCI. C.E.M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

TUCCI, C. E. M (2007) - **Hidrologia. Ciência e Aplicação**. EDUSP, São Paulo (SP).

## ANEXO - MODELO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Complementando o item “Organização e Cobrança pelos Serviços”, apresentado no Anexo I do Produto 5, onde foram apresentados o *Benchmark* e estudos de casos internacionais e nacionais e a legislação atual sobre o tema, esta seção tem o objetivo de apresentar uma abordagem de modelo municipal de prestação dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

### Prestação “Pública” e Prestação “Privada”

Para a prestação do serviço à população e aos domicílios, foram consideradas como prestações públicas e prestações privadas. A Prestação Pública se dará nos espaços públicos, com praças, ruas, avenidas, parque, etc., onde toda a população se beneficia dos serviços. Por outro lado, a Prestação Privada ocorre nos terrenos e loteamentos privados, onde o proprietário é o responsável pelo manejo das águas pluviais que caem em sua propriedade.

#### *Prestação Pública*

Além do Plano Plurianual, é considerada fonte de recurso interno a arrecadação de investimentos no manejo de águas pluviais e drenagem urbana por meio de taxas ou tributos. Para a prestação pública, deverão ser utilizados os indicadores de infraestrutura do SNIS, já apresentados nesse documento:

- IN020 - Taxa de Cobertura de Pavimentação e Meio-Fio na Área Urbana do Município;
- IN021 - Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana;
- IN025 - Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares;



- IN026 - Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta; e
- IN027 - Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada.

Os indicadores do SNIS-AP, apesar de ainda não serem respondidos por todos os municípios brasileiros, já possui uma grande representatividade com 4.107 (73,73%) municípios participantes, sendo assim uma importante ferramenta para o acompanhamento da evolução da infraestrutura pública dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Assim, o custo com a implantação e manutenção das infraestruturas deverá ser dividido igualmente entre todos os usuários, no caso toda a população do município, considerando a cobrança apenas da infraestrutura existente. Por exemplo, se um município possui 50% de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (SNIS-IN021), a cobrança deverá ser feita apenas nesta faixa de atendimento, tendo em vista que os outros 50% não cobertos pela Prefeitura, Titular do Serviço, desta forma não sendo considerada como prestação de serviço.

Também, deverão ser utilizados os indicadores financeiros do SNIS para obter o valor gasto com o serviço por município e assim realizar a cobrança do serviço prestado no município.

Segundo Tucci (2007), a taxa de drenagem urbana pode ser calculada pelo rateio dos custos de operação e manutenção de rede e pelo rateio dos custos para implantação das obras. A metodologia do cálculo, proposta por Tucci (2007), será apresentado a seguir.

- **Rateio dos Cursos de Operação e Manutenção de Rede**

O custo unitário (custo por metro quadrado) pode ser calculado por:

$$Cu = \frac{Ct}{Ab} \times (\% IF)$$

Onde:

- Cu = Custo unitário (R\$/m<sup>2</sup>);
- Ct = Custo total de operação e manutenção do sistema (R\$ em milhões);
- Ab = Área da bacia (km<sup>2</sup>); e
- IF = Taxa de Cobertura da Infraestrutura existente.

### *Prestação Privada*

Utilizando o conceito de que a água que cai na propriedade é de responsabilidade do proprietário, a taxa de cobrança da operação e manutenção da drenagem urbana tem como princípio a sua proporção com o volume de escoamento superficial gerado (TUCCI, 2002). Ou seja, é considerado para a cobrança, o excedente à vazão de pré-urbanização lote a ser destinada para a rede pública de drenagem.

Para o cálculo, considera-se o coeficiente de escoamento de áreas impermeáveis (Ci) e o coeficiente de escoamento de áreas permeáveis (Cp). Desta forma, o custo unitário de uma área permeável fica:

$$Cup = \frac{Cp}{Ci} Cui$$

Onde:

- Cup = Custo unitário de área permeável;
- Cui = Custo unitário de área impermeável;
- Cp = Coeficiente de escoamento de áreas permeáveis; e
- Ci = Coeficiente de escoamento de áreas impermeáveis.

Assim, o custo total de manutenção e operação é:

$$Ct = \frac{Ab}{100} ((Cup \times Ap) + (Cui \times Ai))$$

Substituindo as fórmulas anteriormente apresentadas, é possível estabelecer o valor do custo unitário da área impermeável.

$$Cui = \frac{100 \times Ct}{Ab \times \left( \left( \frac{Cp}{Ci} \times (100 - Ai) \right) + Ai \right)}$$

No cálculo, o valor de Cui é fixado para a bacia ou para a área total em questão. Assim, conhecidos os valores de Ct, Ab e Ai é possível fixar o custo unitário da área impermeável. Calculado este custo, é possível estimar a taxa de drenagem urbana (Tx) a ser **paga por propriedade, em função da parcela de impermeabilização do lote** ( $i_1$ ). A taxa é calculada por:

$$Tx = \frac{A}{100} ((Cui \times Ai) + (Cup \times Ap))$$

Onde:

- Tx = Taxa de drenagem urbana;
- A = Área total;
- Cui = Custo unitário da área impermeável;
- Ai = Parcela de área impermeável;
- Cup = Custo unitário da área permeável; e
- Cp = Parcela de área permeável.

Esta também pode ser representada da seguinte forma:

$$Tx = \frac{A \times Cui}{100} \left( Ai + \left( \frac{Cp}{Ci} \times (100 - Ai) \right) \right), \text{ onde } Ai = \alpha i_m + (1 - \alpha) i_1$$

## *Cobrança pelos Serviços*

Assim, para a cobrança dos serviços devem ser consideradas as duas formas de prestação, tanto a “Prestação Pública”, quanto a “Prestação Privada”.

Desta forma, há a necessidade de algumas etapas a serem realizadas em cada município afim de serem calculadas as variáveis a serem incorporadas na Taxa de Cobrança.

- **Incluir em legislação específica de drenagem a obrigatoriedade de manter a vazão de pré-urbanização.**

De forma a evitar problemas causados pelo aumento da vazão de águas pluviais devido ao aumento da superfície impermeável nas sub-bacias, toda ocupação deverá possuir uma vazão máxima de saída para a rede pública que não ultrapasse a vazão de pré-urbanização da sub-bacia do qual o lote está inserido. Tal controle deverá ser realizado tanto para loteamentos existentes quanto para novos loteamentos

O estabelecimento de legislação específica para drenagem urbana no município auxilia no desenvolvimento sustentável do município, garantindo infraestrutura para gerações futuras e minimização dos impactos no meio ambiente. A legislação municipal deverá incluir a definição de obrigatoriedades tanto para o setor público quanto para o privado.

- **Cálculo da vazão de pré-urbanização de cada sub-bacia urbana.**

Esta vazão de pré-urbanização corresponde à vazão mais próxima da situação natural anteriormente ao aumento de áreas impermeáveis. Para auxiliar no desenvolvimento de ações que controlem a vazão de pré-urbanização em lotes já consolidados e loteamentos futuros, faz parte Cálculo da Vazão de Pré-urbanização a apresentação de procedimentos para o cálculo da vazão e do volume a ser reservado nos lotes e terrenos, tanto públicos quanto privados.

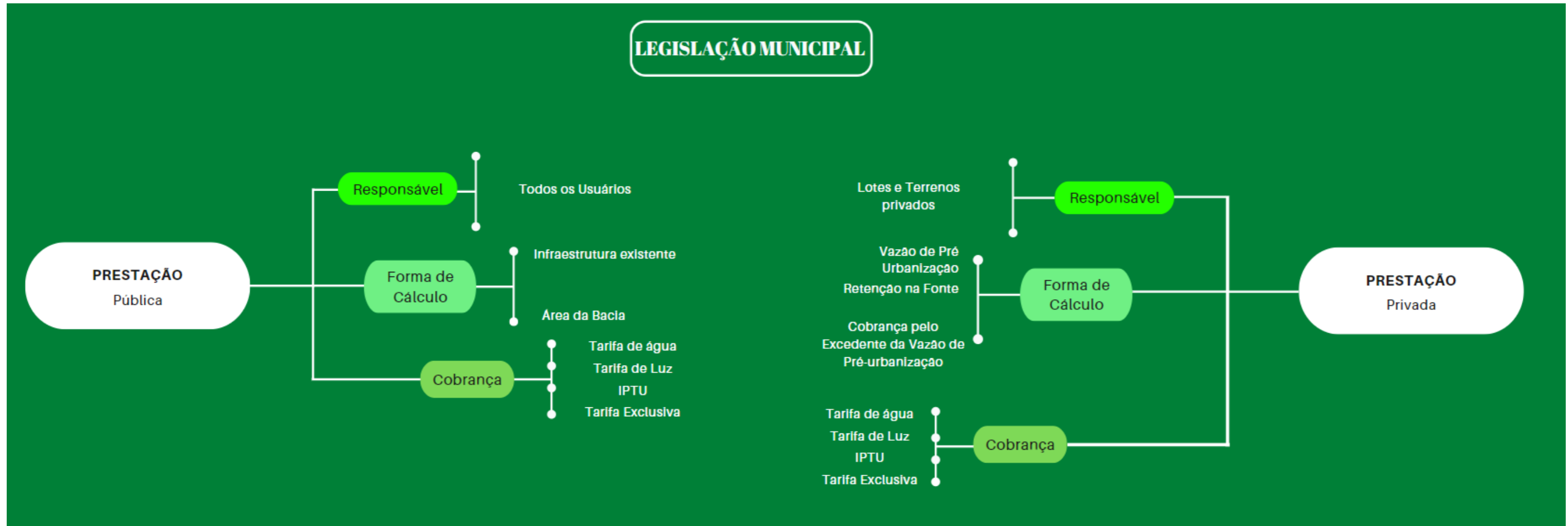
- **Criar procedimentos para o cálculo da vazão e do volume a ser reservado nos lotes e terrenos.**

Para auxiliar no desenvolvimento de ações que controlem a vazão de pré-urbanização em lotes já consolidados e loteamentos futuros, faz parte Cálculo da Vazão de Pré-urbanização a apresentação de procedimentos para o cálculo da vazão e do volume a ser reservado nos lotes e terrenos, tanto públicos quanto privados.

Como formas de controle do volume a ser reservado, pode-se citar a utilização de cisternas ou a construção de poços de infiltração, assim, a administração pública deverá incluir na legislação a obrigatoriedade de manter a vazão de pré-urbanização em lotes já consolidados assim como loteamentos futuros.

A escolha do mecanismo de drenagem que faça o controle da vazão de saída depende de vários fatores, como por exemplo, a vazão excedente à vazão de pré-urbanização e o tipo de solo no local. Assim, é de extrema importância de que este controle de cheias e alagamentos seja estendido para todas as áreas impermeabilizadas do município, incluindo as áreas urbanas consolidadas, o qual pode ser realizado por meio do controle da vazão de pré-urbanização. Assim, cada lote realizará o controle do escoamento superficial, minimizando os impactos na rede pública de drenagem urbana.

De maneira objetiva, o usuário da Prestação Pública pagará pela infraestrutura existente, enquanto que o usuário da Prestação Privada, pagará pelo excedente da vazão gerada em sua propriedade lançada no sistema público, como exemplificado no esquema da Figura 5. O modelo poderá ser utilizado tanto para contratações como para licitações.



**Figura 5: Esquema do Modelo para Prestação e Cobrança dos Serviços**

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia (2022).

## Regulação e Fiscalização

Para criar um sistema de Regulação e Fiscalização os municípios devem primeiramente elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico, criar a Lei Municipal de Saneamento Básico e definir as normas para criação de Agência ou Órgão Regulador. Essas normas devem ser implementadas como base para o desenvolvimento da Regulação e Fiscalização dos serviços prestados da cobrança a ser realizada.

A regulamentação no município deverá ser criada por intermédio de lei ou decreto específico ou a aprovação do PMSB, por legislação e pelo Executivo municipal. Foram propostas a elaboração de normas que devem conter os condicionantes mínimos da regulamentação municipal e indicadores de avaliação dos impactos externos e internos à cidade, no qual o município deve estabelecer suas diretrizes e seu desenvolvimento, no mínimo contendo os seguintes itens.

- Regulamentação do limite do escoamento para os novos empreendimentos;
- Definição do zoneamento das áreas de risco de inundações ribeirinhas;
- Plano de controle dos impactos existentes por bacia hidrográfica urbana, sem transferência para as demais bacias;
- Retenção na fonte, utilizando a metodologia de Desenvolvimento de Baixo Impacto;
- Recuperação dos custos dos investimentos e de operação e manutenção de acordo com as áreas impermeáveis (cobrança pelo serviço).

Ainda, deve-se definir uma Gestão externa aos municípios que pode se dar por meio de órgão federal ou estadual, em conjunto com o Ministério do Desenvolvimento Regional, que fornecerá as normas para a avaliação do atendimento e da prestação dos serviços, no mínimo:

- Estabelecendo normas e padrões que deverão ser seguidos pelos Planos Municipais de Saneamento Básico – eixo de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas;
- Avaliação dos PMSBs e o acompanhamento das metas estabelecidas no Plano.

O eixo de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, é o serviço de saneamento que possui o menor nível de institucionalização, não possuindo Agências Reguladoras, Prestação de Serviço Definida, Gestão e fiscalização.

Assim, é de extrema necessidade e importância a atuação de uma Agência Reguladora de modo efetivo, que busque a qualidade dos serviços públicos prestados, a adoção de medidas de fiscalização e a orientação para um instrumento de gestão sustentável.