



ATLAS ESGOTOS

Despoluição de Bacias Hidrográficas



ATLAS ESGOTOS

Despoluição de Bacias Hidrográficas

República Federativa do Brasil

Michel Temer
Presidente

Ministério do Meio Ambiente (MMA)

José Sarney Filho
Ministro

Agência Nacional de Águas (ANA)

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)
João Gilberto Lotufo Conejo
Gisela Damm Forattini
Ney Maranhão
Ricardo Medeiros Andrade

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Ministério das Cidades

Bruno Araújo
Ministro

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)

Secretário Substituto

Olavo de Andrade Lima Neto

Diretoria de Planejamento e Regulação

Ernani Ciríaco de Miranda

Diretoria de Repasses a Projetos de Saneamento

Roberta Sampaio Soares

Diretoria de Financiamento de Projetos de Saneamento

Sérgio Wippel

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL
MINISTÉRIO DAS CIDADES

ATLAS ESGOTOS

Despoluição de Bacias Hidrográficas

BRASÍLIA - DF
2017

© **2017, Agência Nacional de Águas (ANA).**
Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T.
CEP: 70610-200, Brasília-DF.
PABX: (61) 2109-5400 | (61) 2109-5252
Endereço eletrônico: www.ana.gov.br

Comitê de Editoração
João Gilberto Lotufo Conejo
Diretor

Reginaldo Pereira Miguel
Representante da Procuradoria Federal – ANA

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares
Humberto Cardoso Gonçalves
Joaquim Guedes Correa Gondim Filho
Superintendentes

Mayui Vieira Guimarães Scafura
Secretária-Executiva

Equipe Editorial

Supervisão editorial: Sérgio R. Ayrimoraes Soares
Célio Bartole Pereira
Ana Paula Montenegro Generino
Rafael Fernando Tozzi

Elaboração e revisão dos originais: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR
COBRAPE – Cia Brasileira de Projetos e Empreendimentos

Cartografia Temática: Christian Taschelmayer

Projeto gráfico e editoração eletrônica: Alessandra Gava
Cristine de Noronha

Tratamento gráfico de ilustrações: Alessandra Gava
Cristine de Noronha

Capa: Adílio Lemos da Silva

© **2017, Ministério das Cidades**
SHCS 01 Bloco H 01/06 Ed. Telemundi II
CEP: 70070-010, Brasília - DF
Fone: (61) 2108-1035
Endereço eletrônico: <http://www.cidades.gov.br/>

As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação de fonte foram elaborados pela ANA. Informações, críticas, sugestões, correções de dados: cedoc@ana.gov.br
Disponível também em: <http://www.ana.gov.br>

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

Catalogação na fonte - CEDOC/Biblioteca

A265p	Agência Nacional de Águas (Brasil). Atlas esgotos : despoluição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental . -- Brasília: ANA, 2017.
	88 p. il. ISBN: 978-85-8210-050-9
	1. Esgotos. 2. Saneamento. I. Título.
	CDU 628.2(084.4)

COORDENAÇÃO E ELABORAÇÃO

Agência Nacional de Águas (ANA)
Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos

Célio Bartole Pereira
Grace Benfica Matos
João Augusto Bernaud Burnett
Renata Bley da Silveira de Oliveira

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO

Agência Nacional de Águas (ANA)

Diana Leite Cavalcanti
Eduardo Felipe Cavalcanti Corrêa de Oliveira (*in memoriam*)
Flávio José D’Castro Filho
Jacson Storch Dalfior
Ludmila Alves Rodrigues
Maria Cristina de Sá Oliveira Matos Brito
Maurício Pontes Monteiro
Patrícia Rejane Gomes Pereira

COLABORADORES

Agência Nacional de Águas (ANA)

Adílio Lemos da Silva
Alan Vaz Lopes
Alexandre de Amorim Teixeira
Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira
Ana Catarina Nogueira da Costa Silva
Ana Paula Montenegro Generino
Andréa Pimenta Ambrozevicius
Carlos Alberto Perdigão Pessoa
Daniel Izoton Santiago
Elizabeth Siqueira Juliato
Flávio Hadler Tröger
Luciano Meneses Cardoso da Silva
Marcela Ayub Brasil Barreto
Marcelo Luiz de Souza
Márcio de Araújo Silva
Marcus André Fuckner
Patrick Thadeu Thomas
Paulo Marcos Coutinho dos Santos
Priscyla Conti de Mesquita
Teresa Luisa Lima de Carvalho
Thamiris de Oliveira Lima

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA

Érica Carvalho de Almeida
Jennifer Conceição Carvalho Teixeira de Matos
Marcelo de Paula Neves Lelis
Mariana Lago Marques
Romeu Francisco Gadotti
Sérgio Brasil Abreu
Veronilton Pereira de Farias

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA

Breno Molinar Veloso
Cezar Eduardo Scherer
Felipe Augusto de Jesus Ribeiro
Gilson Pires Da Silva
Gustavo Zarif Frayha
Hélio José de Freitas
Jailma Marinho Bezerra de Oliveira
Luiz Carlos Perillo
Martim Júnior Valero
Tatiana Santana Timóteo Pereira
Victor Vieira Queiroz

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco
e do Parnaíba – CODEVASF

Fabício de Souza Líbano

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA

Ricardo Frederico de Melo Arantes

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Marcos Von Sperling
Sonaly Cristina Rezende Borges de Lima

ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO

COBRAPE - Cia Brasileira de Projetos e Empreendimentos

Carlos Alberto Amaral de Oliveira Pereira
Coordenação Geral

Rafael Fernando Tozzi
Coordenação Executiva

Equipe Principal

Alceu Guérios Bittencourt
André Di Angelo Trevizan
Camila de Carvalho Almeida de Bitencourt
Carlos Eduardo Curi Gallego
Christian Taschelmayer
Gabriela Pacheco Correa
João Marcelo Lopes Siqueira
José Antônio Oliveira de Jesus
Juliana Cristina Jansson Kissula
Luis Eduardo Gregolin Grisotto
Luiz Carlos Petelinkar
Murilo Nogueira
Paula Pandolfo Bertol
Pery Nazareth
Rodrigo Pinheiro Pacheco
Roque Passos Piveli

PARCEIROS INSTITUCIONAIS

Associações

Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto - ABCON
Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento - AESBE
Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento - ASSEMAE

Companhias Estaduais

AC: Departamento Estadual de Pavimentação e Saneamento - DEPASA
AL: Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL
AP: Companhia de Água e Esgotos do Amapá - CAESA
BA: Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. - EMBASA
CE: Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE
DF: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB
ES: Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN
GO: Saneamento de Goiás - SANEAGO
MA: Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão - CAEMA
MG: Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA
MS: Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul - SANESUL
PA: Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA
PB: Companhia de Água e Esgoto da Paraíba - CAGEPA
PE: Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA
PI: Águas e Esgotos do Piauí - AGESPISA
PR: Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR
RJ: Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE
RN: Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN
RO: Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia - CAERD
RR: Companhia de Águas e Esgotos de Roraima - CAER
RS: Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN
SC: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN
SE: Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO
SP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP
TO: Companhia de Saneamento do Tocantins - SANEATINS

Apoio Técnico

Agatha Conde Bueno Costa	Guilherme Henrique Bettini Verdiani
Alana Mioranza	Homero Gouveia da Silva
Alessandra Gava	João Jorge da Costa
Aldrey Alencar Baldovi	Lauro Pedro Jacintho Paes
Andreia Schypula	Letícia Braga da Silva
Bruna Kiechaloski Miró Tozzi	Lucas Mileski
Claudio Evaldo de Sousa Junior	Lucas Pereira de Souza
Cláudio Marchand Krüger	Luis Felipe Veloso Carvalho da Silva
Cristine de Noronha	Luis Gustavo Christoff
Daniele Melezinski de Oliveira	Matheus Vidal do Prado
David Batista de Paula	Nicolas Carvalho Fragoso
Diogo Bernardo Pedrozo	Renata Venturin
Fellipe Sanches	Robson Klisiowicz
Gabriel Volpato Melo	Rudhy Maycon Pereira da Costa
Giovanna Reinehr Tiboni	Viviane Pirolli
Golddie Casimiro Dutra	

Concessionárias Privadas

AEGEA Saneamento e Participações S.A.
Branco Peres Ltda.
CAB Ambiental S.A.
Companhia Águas de Joinville S.A.
Companhia Nacional de Saneamento S.A.
Construtora Pereira Campanha Ltda.
Construtora Premier Ltda.
Datema Ambiental Saneamento Básico Ltda.
Encomind Engenharia Comércio e Indústria Ltda.
Enorsul Ltda.
Global Engenharia Ltda.
Grupo Bertin S.A.
GS Inima Brasil Ltda.
Hidro Forte Administração e Operação Ltda.
Latam Water Participações Ltda.
Nascimento Engenharia e Comércio Ltda.
OAS Soluções Ambientais S.A.
Odebrecht Ambiental S.A.
Planex Engenharia Ltda.
Saneamento Ambiental Águas do Brasil S.A.
Saneaqua Mairinque S.A.
Serrana Engenharia Ltda.
Serviço de Tratamento de Água e Esgoto Ltda.
Solvi-Participações em Projetos de Saneamento Ltda.
Trail Infraestrutura Ltda.

Serviços Municipais

ALAGOAS: Cajueiro (SAAE); Marechal Deodoro (SAAE); Penedo (SAAE); Porto Real do Colégio (SAAE); São Miguel dos Campos (SAAE); União dos Palmares (SAAE).

AMAZONAS: Coari (PM); Itacoatiara (SAAE) Manacapuru (SAAE);Parintins (SAAE); Presidente Figueiredo (SAAE); Tefé (SAAE).

BAHIA: Alagoinhas (SAAE); Bom Jesus da Lapa (SAAE); Casa Nova (SAAE); Curaçá (SAAE); Itabuna (EMASA); Itajuípe (SAAE); Itapetinga (SAAE); Jaborandi (SAAE); Juazeiro (SAAE); Macarani (SAAE); Remanso (SAAE); Santa Maria da Vitória (SAAE); Santa Rita de Cássia (SAAE); Sento Sé (SAAE); Taperoá (SAAE); Valença (SAAE); Xique-Xique (SAAE).

CEARÁ: Amontada (SAAE); Boa Viagem (SAAE); Camocim (SAAE); Canindé (SAAE); Crato (SAAEC); Granja (SAAE); Icó (SAAE); Iguatu (SAAE); Itapagé (SAAE); Jaguaribe (SAAE); Jucás (SAAE); Limoeiro do Norte (SAAE); Morada Nova (SAAE); Quixelô (SAAE); Quixeramobim (SAAE); São João do Jaguaribe (SAAE); Sobral (SAAE).

ESPÍRITO SANTO: Alegre (SAAE); Alfredo Chaves (SAAE); Aracruz (SAAE); Baixo Guandu (SAAE); Colatina (SANEAR); Governador Lindenberg (SAAE); Guaçuí (SAAE); Ibiraçu (SAAE); Ibitirama (SAAE); Iconha (SAAE); Itaguaçu (SAAE); Itapemirim (SAAE); Itarana (SAAE); Jaguaré (SAAE); Jerônimo Monteiro (SAAE); João Neiva (SAAE); Linhares (SAAE); Marataízes (SAAE); Marilândia (SAAE); Mimoso do Sul (SAAE); Rio Bananal (SAAE); São Domingos do Norte (SAAE); São Mateus (SAAE); Sooretama (SAAE); Vargem Alta (SAE).

GOIAS: Abadiânia (SAAE); Caldas Novas (DEMAE); Catalão (SAE); Chapadão do Céu (SANEACEU); Mineiros (SAAE); Senador Canedo (SANESC).

MARANHÃO: Açailândia (SAAE); Bacabal (SAAE); Balsas (SAAE); Carolina (SAAE); Caxias (SAAE); Codó (SAAE); Cururupu (SAAE); Itinga do Maranhão (CAESI); São João do Paraíso (SAAE).

MINAS GERAIS: Abre Campo (SAAE); Aimorés (SAAE); Araguari (SAE); Bandeira do Sul (SAELP); Boa Esperança (SAAE); Bocaiúva (SAAE); Buritizeiro (SAAE); Caeté (SAAE); Cambuí (SAAE); Campo Belo (DEMAE); Campo do Meio (SAAE); Carangola (SEMASA); Carmo da Mata (SAAE); Carmo de Minas (SAAE); Carmo do Cajuru (SAAE); Carmópolis de Minas (SESAM); Central de Minas (SAAE); Conselheiro Pena (SAAE); Coqueiral (SAAE); Córrego Fundo (SAAE); Divinolândia de Minas (SAAE); Elói Mendes (SAAE); Formiga (SAAE); Francisco Sá (SAAE); Galiléia (SAAE); Governador Valadares (SAAE); Guanhães (SAAE); Guapé (SAAE); Guarani (SAEG); Ibiá (SAAE); Ipanema (SAAE); Itabira (SAAE); Itabirito (SAAE); Itaguara (SAAE); Itambacuri (SAAE); Itaúna (SAAE); Ituiutaba (SAE); Jequeri (DEMAE); João Monlevade (DAE); Juiz de Fora (CESAMA); Lagoa da Prata (SAAE); Lagoa Formosa (SAAE); Lajinha (SAAE); Lambari (SAAE); Lima Duarte (DEMAE); Luz (SAAE); Machado (SAAE); Manhuaçu (SAAE); Manhumirim (SAAE); Mantena (SAAE); Mariana (SAAE); Moema (SAAE); Monte Carmelo (DMAE); Muriaé (DEMSUR); Nepomuceno (SAAE); Oliveira (SAAE); Ouro Fino (DMAAE); Ouro Preto (SEMAE); Pains (SAAE); Paraisópolis (SAAE); Passos (SAAE); Patrocínio (DAEPA); Pimenta (SAAE); Pirapora (SAAE); Piumhi (SAAE); Poços de Caldas (DMAE); Ponte Nova (DMAE); Raul Soares (SAAE); Recreio (SAAE); Reduto (SAAE); Sabinópolis (SAAE); Sacramento (SAAE); São João Batista do Glória (SAAE); São João do Manteninha (SAAE); São Lourenço (SAAE); Senador Firmino (SAAE); Senhora de Oliveira (SAAE); Sete Lagoas (SAAE); Taparuba (SAAE); Três Pontas (SAAE); Uberaba (CODAU); Uberlândia (DMAE); Unaí (SAAE); Vermelho Novo (SAAE); Viçosa (SAAE).

MATO GROSSO: Cáceres (SAEC); Lucas do Rio Verde (SAAE); Mirassol d`Oeste (SAEMI); Rondonópolis (SANEAR); Tangará da Serra (SAMAE); Várzea Grande (DAE).

MATO GROSSO DO SUL: Bela Vista (SAAE); Costa Rica (SAAE); São Gabriel do Oeste (SAAE).

PARÁ: Cametá (SAAE); Canaã dos Carajás (SAAE); Paragominas (SANEPAR - PA); Parauapebas (SAAEP); Santa Isabel do Pará (SAAE); Tucuruí (SAAE/Eletronorte).

PARAÍBA: Sousa (DAESA).

PARANÁ: Abatiá (SAMAE); Andirá (AA); Bandeirantes (SAAE); Ibiporã (SAMAE); Iguaraçu (SAAE); Jaguapitã (SAMAE); Jaguariaíva (SAMAE); Jataizinho (SAAE); Jussara (SAMAE); Lobato (SAMAE); Marechal Cândido Rondon (SAAE); Marialva (SAEMA); Mariluz (SAMAE); Marumbi (SAAEM); Presidente Castelo Branco (SAMAE); Ribeirão Claro (SAAE); Santa Cecília do Pavão (SAMAE); Santa Isabel do Ivaí (SAAE); São Jorge do Ivaí (SAMAE); Sarandi (AS); Sertanópolis (SAAE); Tapejara (SAMAE); Terra Rica (SAMAE).

PERNAMBUCO: Palmares (SAAE).

RIO DE JANEIRO: Angra dos Reis (SAAE); Arraial do Cabo (ESAC); Barra Mansa (SAAE); Cachoeiras de Macacu (AMAE); Casimiro de Abreu (SAAE); Três Rios (SAAETRI); Volta Redonda (SAAE).

RIO GRANDE DO NORTE: Ceará-Mirim (SAAE); Santa Cruz (SAAE); São Gonçalo do Amarante (SAAE); Touros (SAAE).

RIO GRANDE DO SUL: Bagé (DAE); Caxias do Sul (SAMAE); Novo Hamburgo (COMUSA); Pelotas (SANEP); Porto Alegre (DMAE-POA); Santana do Livramento (DAE); São Leopoldo (SEMAE).

RONDONIA: Alta Floresta d`Oeste (SAAE); Alvorada D Oeste (SAAE); Cacoal (SAAE); Vilhena (SAAE).

SANTA CATARINA: Araranguá (SAMAE); Balneário Camboriú (EMASA); Brusque (SAMAE); Campos Novos (SAMAE); Capinzal (SIMAE); Fraiburgo (SANEFRAI); Gaspar (SAMAE); Grão Pará (SAMAE); Herval d`Oeste (SIMAE); Itajaí (SEMASA); Jaraguá do Sul (SAMAE); Joaçaba (SIMAE); Lages (SEMASA); Luzerna (SIMAE); Orleans (SAMAE); Ouro (SIMAE); Palhoça (SAMAE); Pomerode (SAMAE); Rio Negrinho (SAMAE); São Bento do Sul (SAMAE); São Ludgero (SAMAE); Urussanga (SAMAE).

SÃO PAULO: Águas de Lindóia (SAAE); Americana (DAE); Amparo (SAAE); Aparecida (SAAE); Araraquara (DAAE); Araras (SAEMA); Artur Nogueira (SAEAN); Avanhandava (DAAEA); Bariri (SAEMBA); Barra Bonita (SAAE); Barretos (SAAE); Bauru (DAE); Bebedouro (SAAE); Braúna (SASB); Brodowski (SAAEB); Brotas (SAAE); Buritama (SAAE); Cajobi (SEMAE); Campinas (SANASA); Cândido Mota (SAAE); Capivari (SAAE); Catanduva (SAE); Cerquilha (SAAEC); Colina (SAEC); Cordeirópolis (DAAE); Cruzeiro (SAAE); Dois Córregos (SAAEDOCO); Dracena (EMDAEP); Engenheiro Coelho (SAEEC); Garça (SAAE); Guaíra (DEAGUA); Guaraçaí (SAG); Guarulhos (SAAE); Holambra (SAEHOL); Ibirarema (SAAEI); Ibitinga (SAAE); Igaraçu do Tietê (SAAE); Indaiatuba (SAAE); Ipuã (SAAE); Itapira (SAAE); Itápolis (SAAE); Ituverava (SAAE); Jaboticabal (SAAE); Jacareí (SAAE) ; Leme (SAECIL); Lençóis Paulista (SAAE); Manduri (SAEMAN); Marília (DAEM); Mogi das Cruzes (SEMAE); Mogi Guaçu (SAMAE); Monte Azul Paulista (SAEMAP); Nova Odessa (CODEN); Olímpia (DAEMO); Ourinhos (SAE); Palmital (SAAE); Penápolis (DAEP); Pereira Barreto (SAAE); Pereiras (SAMASP); Pirajuí (SAAE); Pirassununga (SAE); Pompéia (SAAE); Porto Feliz (SAAE); Promissão (SAAE); Rio das Pedras (SAAE); Salto (SAAE / CONASA); Santa Bárbara d`Oeste (DAE); Santa Fé do Sul (SAAE); Santo André (SEMASA); São Caetano do Sul (DAE); São Carlos (SAAE); São José do Rio Preto (SEMAE); São Pedro (SAAE); São Pedro do Turvo (SAAE); Sertãozinho (SAEMAS); Sorocaba (SAAE); Tanabi (SAAT); Taquaritinga (SAAE); Tietê (SAMAE); Valinhos (DAEV); Valparaíso (DAEV); Vinhedo (SANEBAVI); Votuporanga (SAEV).

SERGIPE: Capela (SAAE); Estância (SAAE).



APRESENTAÇÃO

O déficit de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil tem resultado em parcela significativa de esgotos sem tratamento e sem destinação adequada, por vezes dispostos diretamente nos corpos d'água, comprometendo a qualidade das águas para diversos usos, com implicações danosas à saúde pública e ao equilíbrio do meio ambiente.

A Agência Nacional de Águas (ANA), na qualidade de órgão gestor de recursos hídricos, tem o objetivo de promover a adequada gestão e o uso racional e sustentável dos recursos hídricos, inclusive daqueles que são utilizados como corpos receptores dos efluentes domésticos. Por sua vez, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA/MCidades) é o órgão coordenador da execução da Política Federal de Saneamento Básico, que orienta ações e investimentos em coleta e tratamento de esgotos.

Sabendo da magnitude do desafio a ser enfrentado nessa área, ANA e SNSA/MCidades somaram esforços para ampliar o conhecimento sobre o problema por meio da análise dos sistemas de esgotamento sanitário de todas as sedes municipais do País e da proposição de ações em coleta e tratamento de esgotos, com foco na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para diluição de efluentes e na melhor estratégia para se avançar de forma racional e gradual na universalização dos serviços. Essa estratégia também dialoga com a busca do alcance das metas de acesso ao saneamento e melhoria da qualidade da água, estabelecidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Agenda 2030 dos Países-Membros da ONU.

Assim surgiu o presente estudo, denominado *ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas*, que se soma ao *ATLAS Brasil: Abastecimento Urbano de Água*, consolidado para todo o território nacional em 2011. Ambas são publicações que tratam da interface saneamento e recursos hídricos, com o intuito de qualificar a tomada de decisão e orientar o desenvolvimento de ações e a aplicação dos recursos financeiros do setor de saneamento com a visão da bacia hidrográfica e do uso sustentável dos recursos hídricos.

A ANA e a SNSA/MCidades estão convictas de que o resultado dessa parceria disponibiliza aos atores estratégicos dos setores de recursos hídricos e saneamento uma valiosa ferramenta de planejamento e à sociedade em geral, um instrumento de acompanhamento das ações necessárias para o avanço do esgotamento sanitário do País.

ANA e SNSA/MCidades



Vitória, ES
Banco de imagens Shutterstock

SUMÁRIO

1 | SÍNTESE DO ATLAS ESGOTOS.....13

1.1 | CONTEXTO E OBJETIVOS14

1.2 | ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO16

1.3 | PROCESSO DE ELABORAÇÃO18

1.4 | PRINCIPAIS RESULTADOS22

2 | SITUAÇÃO DA COLETA E DO TRATAMENTO DE ESGOTOS27

2.1 | CARGA GERADA DE ESGOTOS28

2.2 | ÍNDICES DE COBERTURA30

2.3 | TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO32

2.4 | AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL37

2.5 | RESULTADOS POR MUNICÍPIO46

3 | SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS49

3.1 | EFEITOS DOS ESGOTOS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS50

3.2 | AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS ESGOTOS.....56

4 | PLANEJAMENTO DO TRATAMENTO DE ESGOTOS E INVESTIMENTOS.....63

4.1 | AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DO TRATAMENTO REQUERIDO64

4.2 | CUSTOS DE COLETA E TRATAMENTO70

5 | ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO E RECOMENDAÇÕES77

5.1 | AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO78

5.2 | ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO82

5.3 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....86





1 | SÍNTESE DO ATLAS ESGOTOS

1.1 | CONTEXTO E OBJETIVOS

1.2 | ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

1.3 | PROCESSO DE ELABORAÇÃO

1.4 | PRINCIPAIS RESULTADOS

1.1 | CONTEXTO E OBJETIVOS

A gestão das águas no Brasil, instituída nacionalmente pela Lei Federal nº 9.433/1997, se baseia no atendimento ao uso múltiplo das águas e na gestão por bacias hidrográficas, tendo como um de seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. O desafio para alcançar esse objetivo tem se apresentado de forma mais premente nas cidades e regiões metropolitanas, onde se verifica uma crescente complexidade para garantir o abastecimento das populações urbanas.

A sucessão de eventos críticos dos últimos anos, no Brasil e no mundo, tem evidenciado a importância do sistema de gestão de recursos hídricos e a necessidade de investimentos em infraestrutura para garantir a oferta hídrica necessária para o desenvolvimento social e econômico do País.

Nesse sentido, a ANA publicou em 2011 a consolidação do *ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água*, um valioso instrumento para a tomada de decisão com vistas à garantia da oferta de água para o abastecimento de toda a população urbana do País.

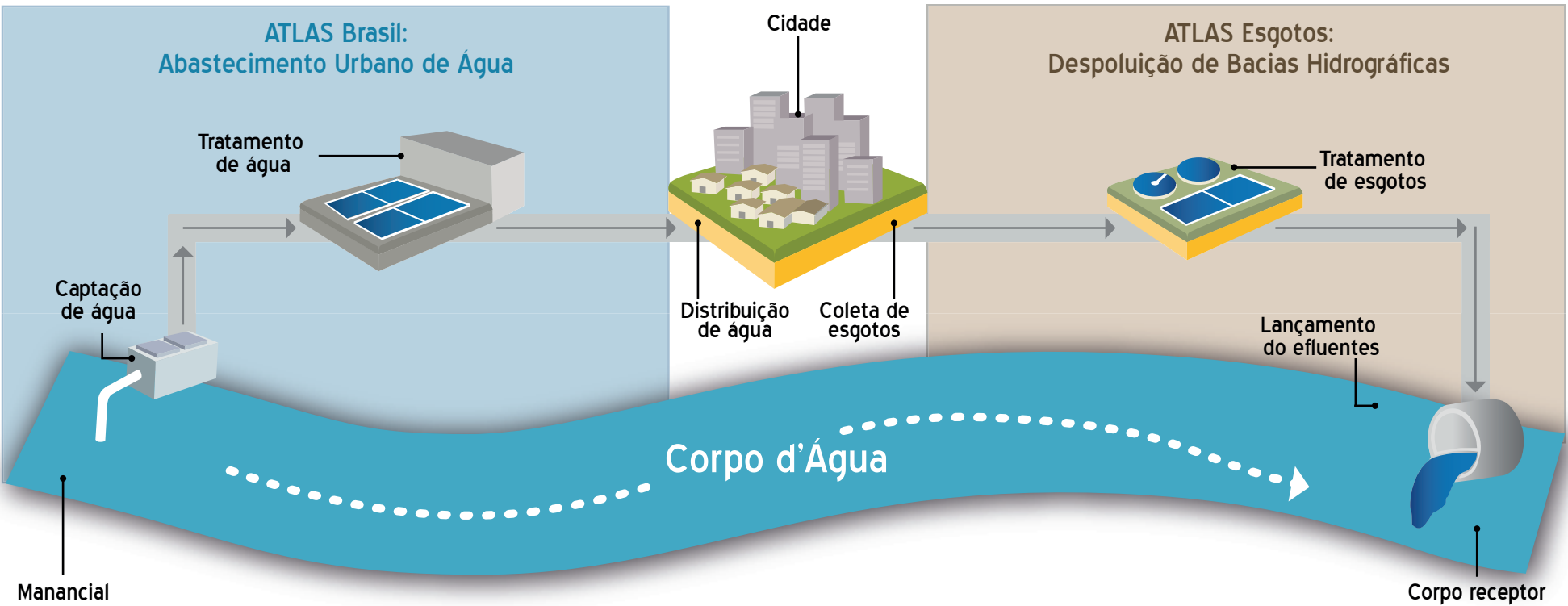
A interface da gestão de recursos hídricos com o saneamento nas cidades, no entanto, não se esgota com a garantia do abastecimento de água em quantidade. Na perspectiva das diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos também devem ser considerados os demais componentes do saneamento, em especial aqueles relacionados ao controle da poluição hídrica. A integração entre as políticas, portanto, é essencial para que os objetivos de ambas sejam alcançados.

A lei do saneamento básico (Lei Federal nº 11.445/2007) incorpora uma série de diretrizes essenciais para essa integração, como a adoção da bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento das ações e a necessidade de compatibilização dos planos de saneamento com os planos de bacia. Mesmo com os avanços incorporados às leis e outros normativos, a materialização dessa integração no planejamento é complexa. A múltipla combinação de fatores, peculiares a cada espaço geográfico, que envolvem aspectos fisiográficos, institucionais, socioculturais e econômicos, exige esforços analíticos e metodológicos importantes para o enfrentamento da questão de saneamento com foco na proteção dos recursos hídricos.

O esgotamento sanitário é um dos serviços de saneamento que mais necessitam de análises e propostas para o encaminhamento de soluções, principalmente quando nos voltamos para a gestão hídrica. O déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras tem resultado em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d’água, causando implicações negativas aos usos múltiplos dos recursos hídricos.

Na medida em que as políticas de recursos hídricos e de saneamento no Brasil se consolidem, resultando em uma estrutura institucional cada vez mais robusta, serão aprimoradas as condições para a superação desse déficit, respeitando as características locais e regionais.

Diante desse contexto, a ANA, em parceria com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, elaborou o *ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas*, contemplando o diagnóstico do esgotamento sanitário no Brasil, com destaque para suas implicações na qualidade dos corpos d’água receptores, os investimentos necessários de tratamento e a proposta de diretrizes e estratégia integrada para a realização das ações.



O *ATLAS Esgotos* utiliza a abordagem dos recursos hídricos aplicada ao planejamento do setor de saneamento, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. A partir da meta de universalização dos serviços de esgotamento sanitário e com foco na proteção dos recursos hídricos, foram definidos os seguintes objetivos:

- Caracterizar a situação do esgotamento sanitário das 5.570 sedes municipais do País, com avaliação do impacto do lançamento das cargas efluentes nos corpos hídricos;
- Propor ações em esgotamento sanitário, com foco no tratamento de esgotos, na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para depuração de efluentes urbanos e na racionalização dos investimentos.

Embora seja um estudo em escala nacional, foram realizadas avaliações detalhadas para cada uma das 5.570 sedes urbanas do Brasil, sempre considerando as diversidades regionais e a abordagem por bacia hidrográfica, representando um grande avanço no conhecimento da situação do esgotamento sanitário no País e de seu potencial impacto nos recursos hídricos. Em função da abrangência do estudo e dos objetivos estabelecidos, foram consideradas exclusivamente as cargas domiciliares urbanas e não foram avaliadas soluções para as áreas rurais.

A informação para cada sede urbana foi sintetizada na forma de croquis, que contam com a caracterização completa da situação atual do esgotamento sanitário, bem como das soluções propostas a partir de modelagem realizada ou obtida junto ao prestador. Os croquis elaborados estão disponíveis nas páginas da Internet da ANA (www.ana.gov.br) e do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH (www.snirh.gov.br).

Essa abordagem integrada, realizada de forma inédita no País, cria um embasamento técnico e estratégico, tornando o *ATLAS Esgotos* um documento de referência a ser utilizado para tomada de decisão, na gestão de recursos

hídricos e na orientação dos investimentos do setor de saneamento.

O resultado final é apresentado neste Resumo Executivo, estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1:** síntese da metodologia de elaboração do *ATLAS Esgotos*, apresentação da organização dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil e dos principais resultados das análises realizadas, cuja discussão detalhada se encontra nos capítulos seguintes;
- **Capítulo 2:** diagnóstico e avaliação das condições atuais de atendimento por coleta e tratamento de esgotos urbano no País, incluindo dados sobre as principais tecnologias de tratamento utilizadas e respectivas eficiências de remoção de poluentes;
- **Capítulo 3:** análise do impacto dos lançamentos de esgotos nos corpos d'água receptores, do comprometimento das classes de enquadramento e avaliação da capacidade de diluição dos corpos hídricos do País;
- **Capítulo 4:** avaliação e proposição da eficiência de tratamento requerida e custos associados, contemplando a universalização do esgotamento sanitário no País e apontando os diferentes níveis de complexidade da solução para o atingimento de metas de qualidade da água;
- **Capítulo 5:** análise da situação institucional da prestação do serviço de esgotamento sanitário no País, com proposta de uma estratégia de implementação das soluções em função da complexidade do tratamento requerido e da capacidade institucional e financeira dessa prestação.



1.2 | ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A organização dos serviços de esgotamento sanitário no município pode ser realizada de forma indireta, quando ocorre a delegação da prestação dos serviços para autarquia municipal, companhia estadual ou concessionária privada, ou de forma direta, sem prestador de serviço institucionalizado.

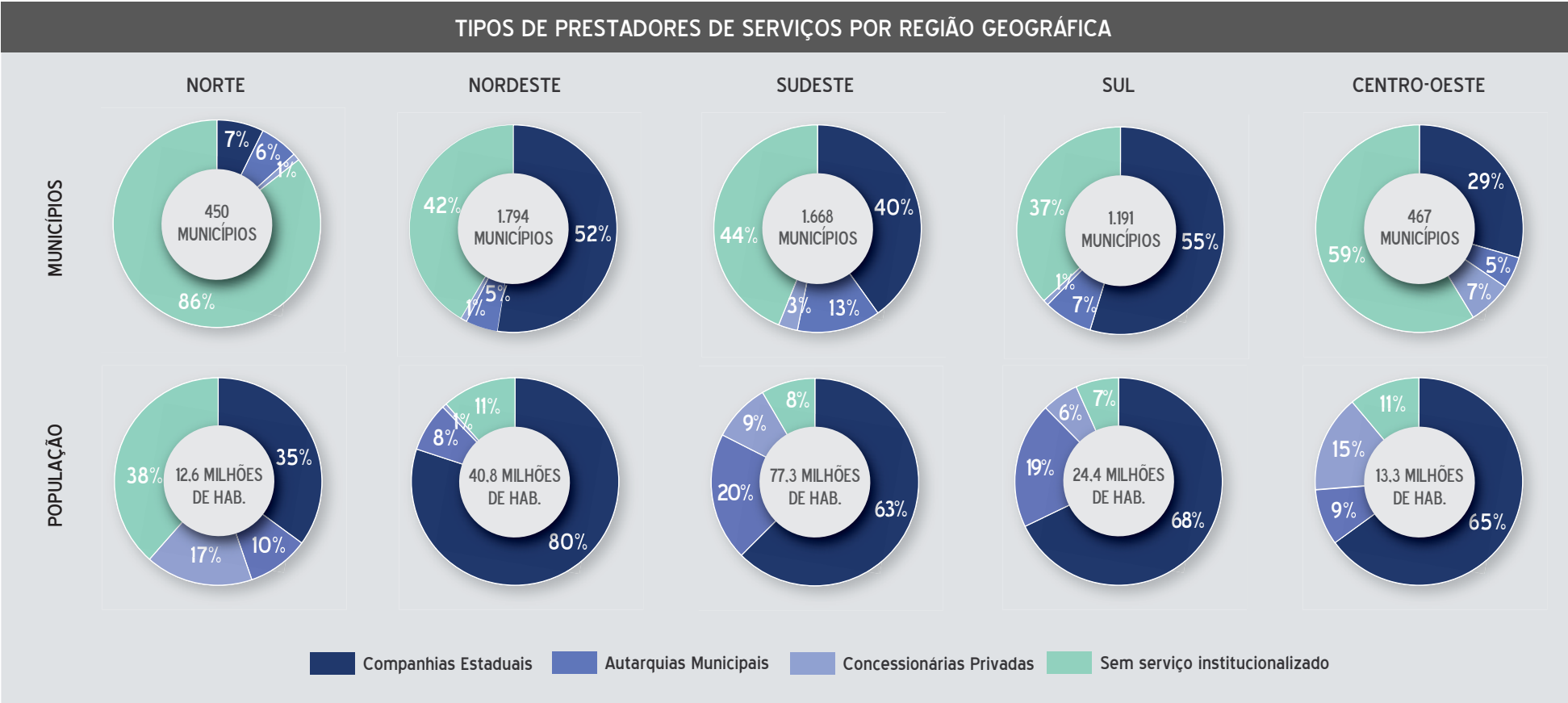
Nesse contexto, há no Brasil dois arranjos predominantes em termos da prestação dos serviços de esgotamento sanitário. O primeiro contemplando 2.982 municípios com delegação para autarquia municipal, companhia estadual ou concessionária privada e o segundo contemplando 2.588 municípios sem prestador institucionalizado (sem delegação).

Ressalta-se que nos dois arranjos há municípios cujos serviços de coleta e tratamento de esgotos não são oferecidos à população. A ausência desse serviço é mais comum no segundo arranjo, em que menos de 5% dos municípios sem serviço institucionalizado

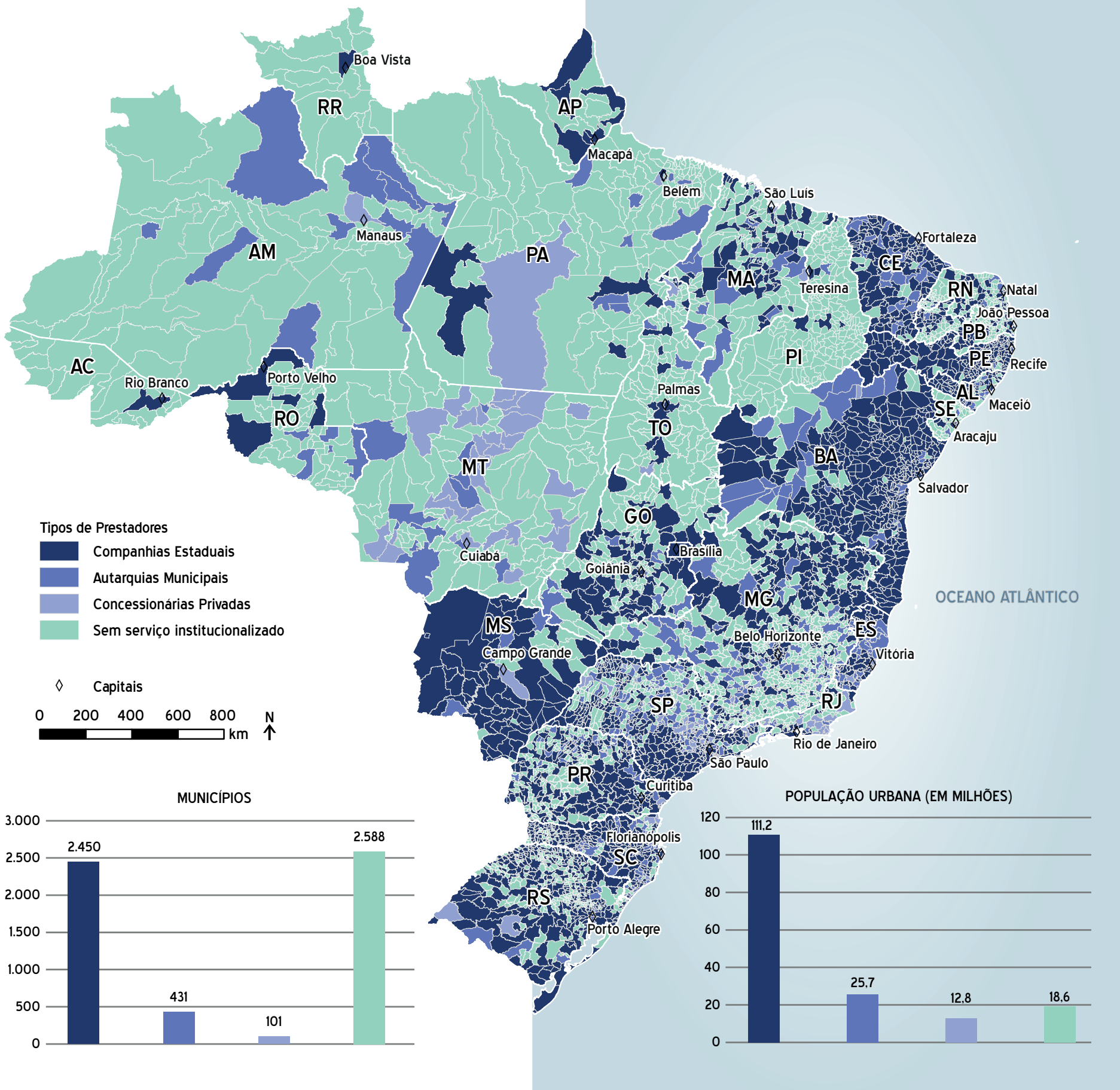
possuem tratamento coletivo de esgotos, enquanto no primeiro arranjo cerca de 50% dos municípios possuem coleta e tratamento de esgotos alcançando pelo menos 10% da população.

Apesar do equilíbrio no número de municípios, o primeiro arranjo, com predomínio das companhias estaduais, concentra uma população de 149,7 milhões de habitantes (88,9% da população urbana no País), enquanto no segundo, em que os municípios não dispõem de serviço institucionalizado, são 18,6 milhões de pessoas, predominantemente em municípios de pequeno porte.

Esse aspecto reflete-se na abrangência regional. Na porção leste do País (Regiões Nordeste, Sudeste e Sul) é possível identificar uma maioria de municípios com o serviço de esgotamento sanitário delegado, enquanto mais a oeste (Regiões Norte e Centro-Oeste) predominam aqueles cuja responsabilidade pela prestação do serviço ainda recai sobre a estrutura de sua administração direta (prefeituras municipais).



PRESTADORES DE SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO



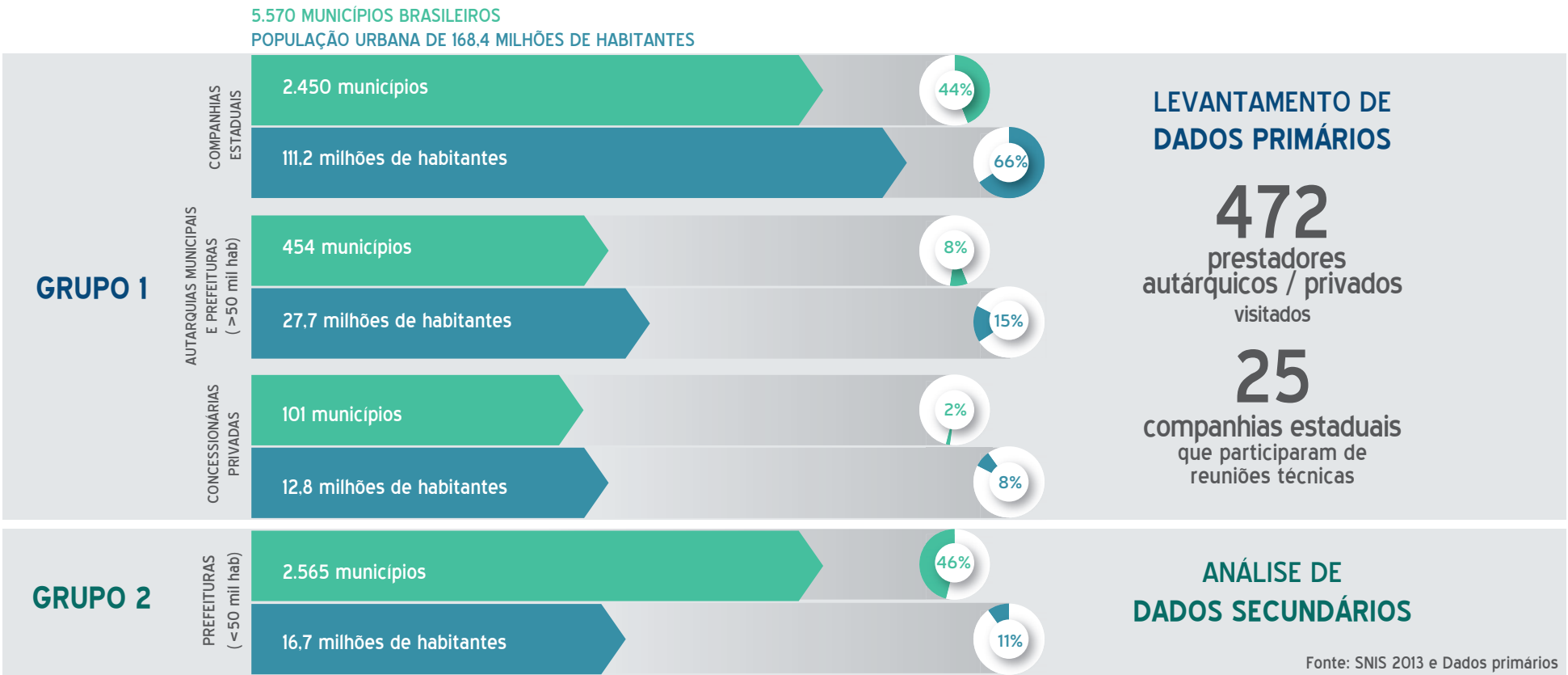
1.3 | PROCESSO DE ELABORAÇÃO

A elaboração do *ATLAS Esgotos* contou com a parceria da SNSA/MCidades e com a colaboração de representantes de órgãos federais (principalmente Funasa e Codevasf), estaduais e municipais, tendo sido realizadas reuniões técnicas para consolidação da metodologia de trabalho, coleta e validação de dados. Para o levantamento das informações, os 5.570 municípios brasileiros foram separados em dois grupos em função dos arranjos para prestação do serviço de esgotamento sanitário.

O Grupo 1 reuniu os municípios com prestador de serviço institucionalizado (companhias estaduais, autarquias municipais e concessionárias privadas), nos quais foram levantados dados primários por meio de visitas de campo e reuniões técnicas. Em relação aos municípios sem prestador institucionalizado, aqueles com população urbana acima de 50.000 habitantes foram incorporados ao Grupo 1, uma vez que representam aportes de cargas poluentes de maior expressão.

Os municípios com população inferior a 50.000 habitantes, a cargo das prefeituras, foram organizados num segundo grupo (Grupo 2), para os quais foram utilizados dados secundários, cujas fontes de consulta foram o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS e estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, incluindo o Censo Demográfico de 2010, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB de 2000 e de 2008 e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD de 2001 a 2011.

O refinamento das informações com o levantamento de dados primários para os municípios do Grupo 1, que concentra a maior parcela da população urbana, representou um diferencial significativo em relação aos demais estudos realizados com a mesma abrangência nacional, pois permitiu caracterizar a situação do esgotamento sanitário e dos corpos receptores nesses municípios para além dos índices de cobertura tradicionalmente utilizados.



Em síntese, o trabalho foi realizado em quatro blocos de atividades:

- O **Levantamento de Dados** compreendeu a caracterização dos sistemas de esgotamento sanitário a partir das informações coletadas em visitas de campo e reuniões técnicas, abrangendo 3.005 municípios (Grupo 1) e de dados secundários dos demais 2.565 municípios (Grupo 2). Todas as informações coletadas foram organizadas em um banco de dados georreferenciado, permitindo consultas estruturadas

e análises espaciais. Na caracterização do sistema de esgotamento sanitário também foram identificados os corpos receptores e realizada a estimativa de carga orgânica proveniente dos esgotos gerados pela população. Com as informações levantadas, foram estimadas as parcelas coletadas (com e sem tratamento), não coletadas e sem tratamento e aquelas associadas às soluções individuais com fossa séptica. Essas informações subsidiaram as análises realizadas e a respectiva representação gráfica da distribuição das cargas geradas nos municípios na forma de croquis esquemáticos para cada uma das 5.570 sedes dos municípios brasileiros.

- O **Diagnóstico** incluiu a avaliação da situação da oferta de serviços de coleta e tratamento de esgotos quanto ao atendimento da população por esse serviço e ao cumprimento dos requisitos de qualidade de água dos corpos receptores. O impacto dos esgotos nos corpos receptores foi avaliado com utilização de modelo matemático aplicado para simular a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, tendo como referência a base hidrográfica nacional elaborada pela ANA.
- O **Planejamento** envolveu análises por bacias hidrográficas no cenário futuro, tendo como horizonte o ano de 2035, com intuito de avaliar a necessidade de soluções integradas ou individualizadas, a partir da identificação das eficiências de remoção requeridas de carga orgânica (expressa em termos da DBO), com análises auxiliares de nutrientes (fósforo e nitrogênio) baseadas em modelagem simplificada. A exemplo da representação utilizada para a situação atual, as soluções propostas foram materializadas em croquis

esquemáticos para as sedes dos municípios brasileiros. Nesse bloco também foi realizada a estimativa dos investimentos em coleta e tratamento de esgotos, com base nos déficits a serem superados.

- A **Estratégia de Implementação** envolveu a avaliação do panorama institucional da prestação do serviço de saneamento e a construção de diretrizes para a viabilização da implementação das alternativas propostas e da salvaguarda da gestão operacional das soluções de esgotamento sanitário. O modelo de avaliação do arranjo institucional partiu do levantamento das principais características administrativas, econômicas e operacionais dos sistemas de esgotamento sanitário.



Considerando o foco na proteção dos recursos hídricos, a bacia hidrográfica foi adotada como unidade de planejamento e referência para as modelagens e avaliações, tomando como ponto de partida a Divisão Hidrográfica Nacional, estabelecida pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. A bacia hidrográfica é a área onde, devido ao relevo e geografia, as águas das precipitações são drenadas para um rio principal por meio de seus afluentes. É um sistema natural de fácil delimitação que foi definido como sendo a unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997).

Dessa forma, além da organização comumente empregada para apresentação dos resultados por Estado e Região Geográfica, esse documento também apresenta, quando pertinente, os resultados agrupados nas 12 Regiões Hidrográficas - RHs do Brasil, que são:

- **RH Amazônica:** porção brasileira da bacia amazônica e bacias dos rios existentes na Ilha de Marajó e no Amapá que deságuam no Oceano Atlântico, contemplando os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima. As capitais Manaus, Rio Branco, Porto Velho, Boa Vista, Macapá, estão entre os principais centros urbanos.
- **RH Tocantins-Araguaia:** bacia hidrográfica do rio Tocantins e seu principal afluente, o rio Araguaia. Abrange os estados de Goiás, Tocantins (incluindo a capital Palmas), Pará (incluindo a capital Belém), Maranhão, Mato Grosso e o Distrito Federal.
- **RH Atlântico Nordeste Ocidental:** bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico – trecho nordeste ocidental. Está situada, basicamente, no Maranhão (incluindo a capital São Luís) e numa pequena porção oriental do estado do Pará.
- **RH Parnaíba:** bacia hidrográfica do rio Parnaíba, com destaque para o rio Poti, um dos principais afluentes. Essa região drena quase todo o estado do Piauí (incluindo a capital Teresina) e pequena parte do Maranhão e do Ceará.
- **RH Atlântico Nordeste Oriental:** bacia hidrográfica dos rios que deságuam no Atlântico – trecho nordeste oriental, destacando-se os rios Paraíba, Jaguaribe, Piranhas-Açu, Capibaribe e Acaraú. Contempla 6 estados do Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas), incluindo as regiões metropolitanas de Recife, Fortaleza, Maceió, Natal e João Pessoa.
- **RH São Francisco:** bacia hidrográfica do rio São Francisco. Contempla área do Distrito Federal e dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Goiás e Minas Gerais, incluindo a região metropolitana de Belo Horizonte. Possui expressivo território no Semiárido.
- **RH Atlântico Leste:** bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico – trecho leste (Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia e Sergipe), contendo em sua porção mais ao sul as bacias hidrográficas dos rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus. Em seu território estão as regiões metropolitanas de Salvador e Aracaju.

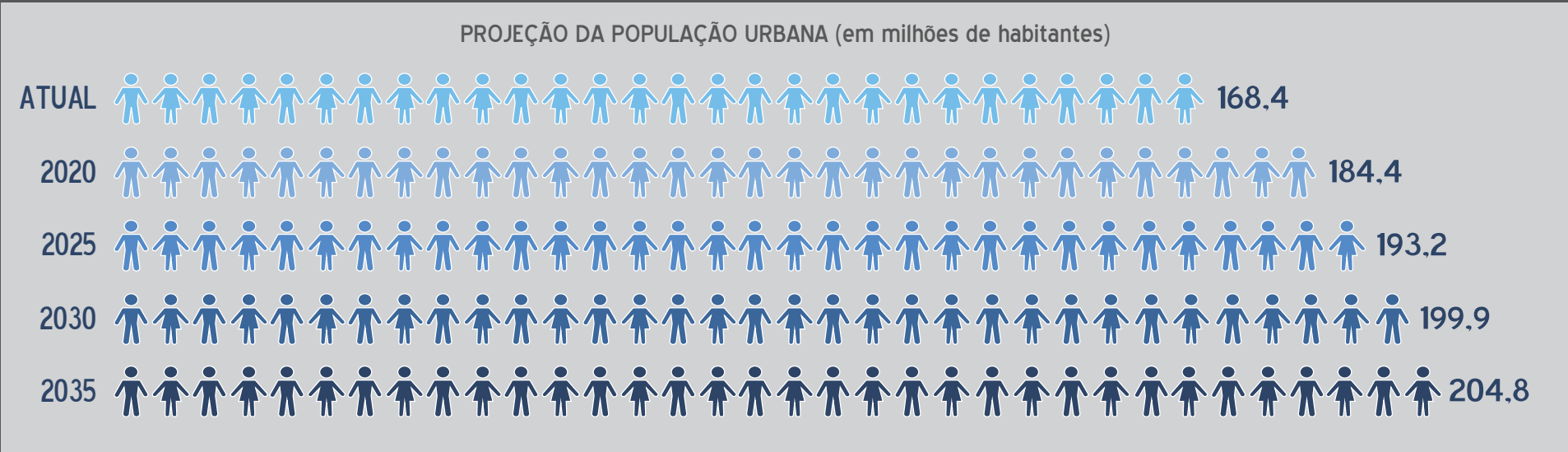
- **RH Atlântico Sudeste:** bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico – trecho sudeste. Seus principais rios são o Paraíba do Sul e o Doce. Apresenta significativos adensamentos populacionais, onde se destacam as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro, de Vitória e da Baixada Santista (SP). Abrange os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo.
- **RH Atlântico Sul:** bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico – trecho sul, estendendo-se desde sua porção mais ao norte, próximo à divisa dos estados de São Paulo e Paraná, até o arroio Chuí, ao sul. Abrange os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, destacando-se as regiões metropolitanas de Florianópolis e Porto Alegre.
- **RH Uruguai:** bacia hidrográfica do rio Uruguai situada em território nacional, abrangendo as porções central e oeste de Santa Catarina e a porção oeste do Rio Grande do Sul.
- **RH Paraná:** bacia hidrográfica do rio Paraná situada em território nacional. Abrange o Distrito Federal e os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Contempla a cidade mais populosa da América do Sul, São Paulo, além de outras capitais (Brasília, Curitiba, Goiânia e Campo Grande) e importantes centros populacionais como Campinas (SP) e Uberlândia (MG). Grande parte da população se concentra nas bacias dos rios Grande e Tietê (incluindo as bacias afluentes dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, pioneiras em ações de gestão de recursos hídricos no País). Destacam-se também as bacias dos rios Paranaíba, Paranapanema e Iguaçu.
- **RH Paraguai:** bacia hidrográfica do rio Paraguai situada em território nacional, abrangendo os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com destaque para a região metropolitana de Cuiabá e a presença da Planície do Pantanal.



DADOS POPULACIONAIS

As cargas de esgotos produzidas e remanescentes avaliadas ao longo do estudo, tanto na situação atual quanto no cenário futuro, foram estimadas com base na população urbana de cada município. Para a população atual foram utilizados os dados obtidos junto aos prestadores do serviço de esgotamento sanitário ou do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, com ano de referência de 2013.

Para estimativa das populações futuras foi realizado estudo de projeção populacional com base nos dados do Censo do IBGE de 2010. Desse estudo, foram obtidas taxas de crescimento da população urbana que, aplicados sobre os dados censitários de 2010, permitiram estimar as populações urbanas municipais para os anos de 2020, 2025, 2030 e 2035.



REGIÕES GEOGRÁFICAS	POPULAÇÃO URBANA (EM MILHÕES DE HABITANTES)																								
	ATUAL					2020					2025					2030					2035				
	N	NE	SE	S	CO	N	NE	SE	S	CO	N	NE	SE	S	CO	N	NE	SE	S	CO	N	NE	SE	S	CO
até 50 mil (5.068 sedes urbanas)	4,2	16,3	14,7	8,3	3,9	5	18,4	16,2	9,2	4,5	5,4	19,5	17	9,6	4,7	5,7	20,3	17,6	9,9	4,9	5,9	20,9	17,9	10,1	5
entre 50 e 250 mil (396 sedes urbanas)	2,6	8,5	18,4	7,9	2,8	3	9,5	20,4	8,6	3,3	3,2	9,9	21,4	9	3,5	3,4	10,3	22,2	9,3	3,7	3,5	10,6	22,7	9,6	3,8
acima de 250 mil (106 sedes urbanas)	5,9	16	44,2	8,2	6,5	6,5	17	46,6	8,8	7,6	6,9	17,7	48,1	9,2	8,1	7,2	18,1	49,4	9,5	8,5	7,4	18,8	50,1	9,8	8,8
TOTAL	12,7	40,8	77,4	24,4	13,3	14,5	44,9	83,2	26,6	15,4	15,5	47,1	86,5	27,8	16,3	16,3	48,7	89,2	28,7	17,1	16,8	50,3	90,7	29,5	17,6

1.4 | PRINCIPAIS RESULTADOS

Os principais resultados obtidos ao longo da execução deste estudo são sintetizados nesse tópico, embora sejam detalhados, discutidos e explorados nos próximos capítulos.

A situação do atendimento da população brasileira com serviços de esgotamento sanitário pode ser caracterizada da seguinte forma: 43% é atendida por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos); 12% é atendida por solução individual (fossa séptica); 18% da população se enquadra na situação em que os esgotos são coletados, mas não são tratados; e 27% é desprovida de atendimento, ou seja, não há coleta nem tratamento de esgotos.

O Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (2014) considera como atendimento adequado de esgotamento sanitário a solução individual com fossa séptica ou os esgotos coletados e tratados de forma coletiva. Nesse conceito, 55% da população brasileira possui atendimento adequado.

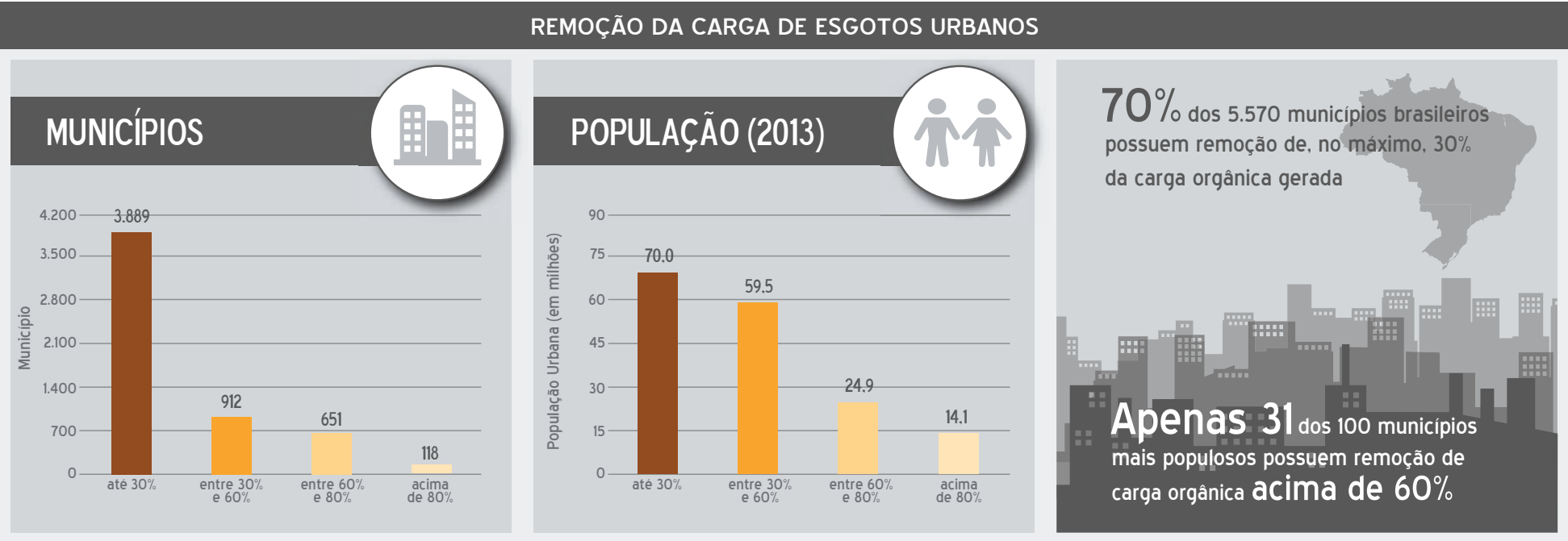
A Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, prescreve que o tratamento dos efluentes deve remover 60% de DBO

para o lançamento direto nos corpos receptores. Entretanto, a grande maioria das cidades brasileiras (4.801 cidades, totalizando 129,5 milhões de habitantes) apresenta níveis de remoção da carga orgânica inferiores a 60% da carga gerada. Há predominância de cidades com baixos níveis de remoção de carga orgânica em todas as regiões geográficas, em especial no Norte e no Nordeste.

No outro extremo, apenas 769 cidades (14% do total) apontam índices de remoção de DBO superiores a 60%, sendo que a Região Sudeste concentra a grande maioria dessas cidades.

Do ponto de vista das Unidades da Federação, apenas o Distrito Federal remove mais de 60% da carga de esgotos gerada. Os estados de São Paulo e Paraná chegam perto desse índice, enquanto que os demais estados possuem baixos índices de remoção, que contribuem para reduzir a média nacional.

No País, de toda a carga orgânica gerada (9,1 mil toneladas de DBO/dia), apenas 39% é removida com a infraestrutura de tratamento de esgotos existente nas sedes dos municípios brasileiros. Como resultado, em termos de carga orgânica remanescente, cerca de 5,5 mil toneladas DBO/dia podem alcançar os corpos receptores.



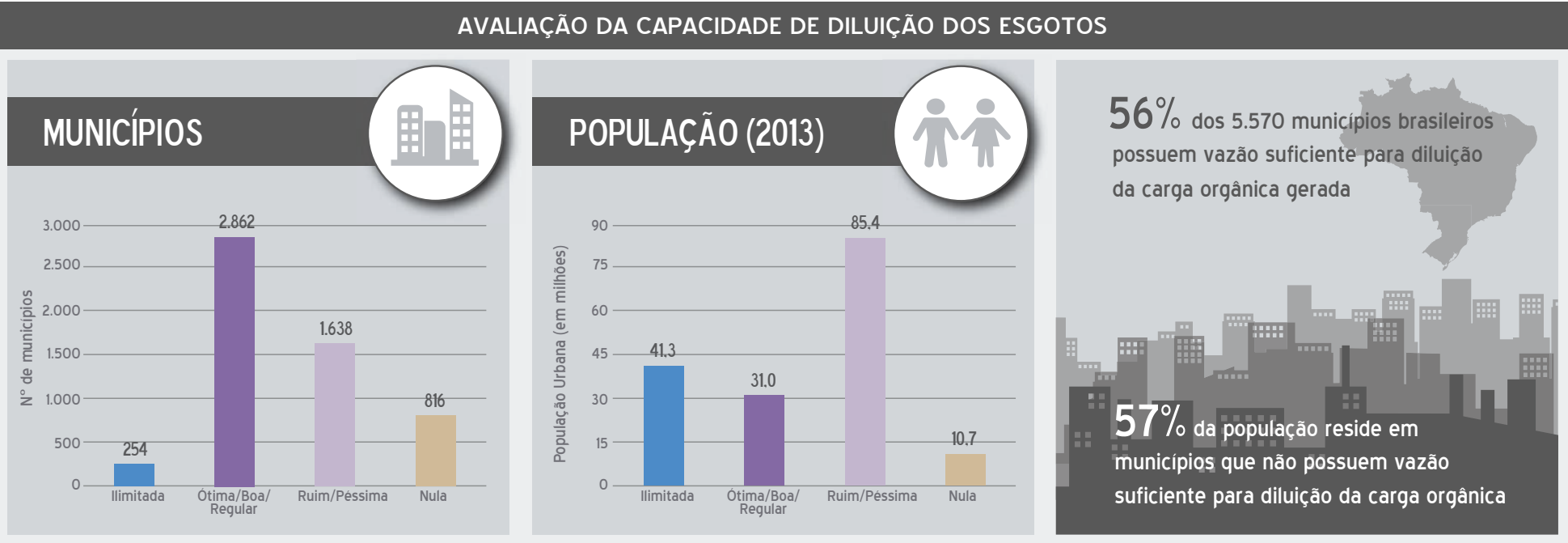
O lançamento de esgotos domésticos nos corpos d'água sem adequado tratamento ou em desconformidade com os atuais padrões legais estabelecidos para lançamento de efluentes, resulta em comprometimento da qualidade da água do corpo receptor e pode inviabilizar o atendimento aos usos atuais e futuros dos recursos hídricos a jusante do lançamento. Isso ocorre especialmente em áreas urbanizadas.

Numa avaliação do Índice de Qualidade de Água - IQA, realizada pela ANA, para dados de qualidade da água obtidos em 1.683 pontos em todo o País no ano de 2013, 19% apresentaram qualidade considerada regular/ruim/péssima. Esse número sobe para 39% ao se considerar apenas os pontos de monitoramento localizados nas áreas urbanas.

No *ATLAS Esgotos*, a capacidade dos corpos receptores em assimilar os esgotos urbanos foi avaliada para cada sede municipal. Foram levados em consideração os dados de população urbana em cada bacia de contribuição, a vazão de referência usualmente empregada nos processos de gestão de recursos hídricos (utilizou-se a $Q_{95\%}$, vazão no corpo hídrico que ocorre ou é superada em até 95% dos registros históricos), a estimativa da carga orgânica remanescente

e a conformidade com as classes de enquadramento em função do parâmetro DBO, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005. No caso das cidades litorâneas existe a possibilidade de os efluentes tratados serem dispostos no mar por meio de emissários submarinos, portanto considerou-se uma capacidade de diluição ilimitada para os efluentes dessas sedes urbanas.

Como resultado, observou-se que mais da metade dos municípios brasileiros dispõem de corpos receptores com capacidade suficiente para diluir a carga remanescente dos efluentes sanitários nas sedes urbanas (capacidade de diluição ótima, boa ou regular). No entanto, em termos de contingente populacional, observa-se que 57% da população urbana reside em municípios que não possuem vazão suficiente para a diluição da carga orgânica sem recorrer a processos de tratamento mais eficientes ou resultar em qualidade de água compatível apenas com classes de enquadramento menos restritivas (3 ou 4), em especial nas regiões hidrográficas do Atlântico Nordeste Ocidental e Oriental, Parnaíba, São Francisco e Atlântico Leste.



Com base nas necessidades apontadas no diagnóstico e tendo como horizonte o ano de 2035, foram avaliadas as eficiências de remoção de carga orgânica requeridas (representada pela DBO). Essa avaliação teve suporte de modelagem matemática da qualidade da água e considerou, na bacia hidrográfica, a interação entre os lançamentos de todas as cidades.

As soluções obtidas sempre buscaram a compatibilização da qualidade da água dos corpos receptores com os usos mais exigentes, tendo como requisito mínimo o atendimento aos limites das classes de enquadramento estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Seus resultados forneceram subsídios para a definição de alternativas técnicas identificadas em função das eficiências requeridas e arranjos complementares, classificando os municípios nas seguintes tipologias:

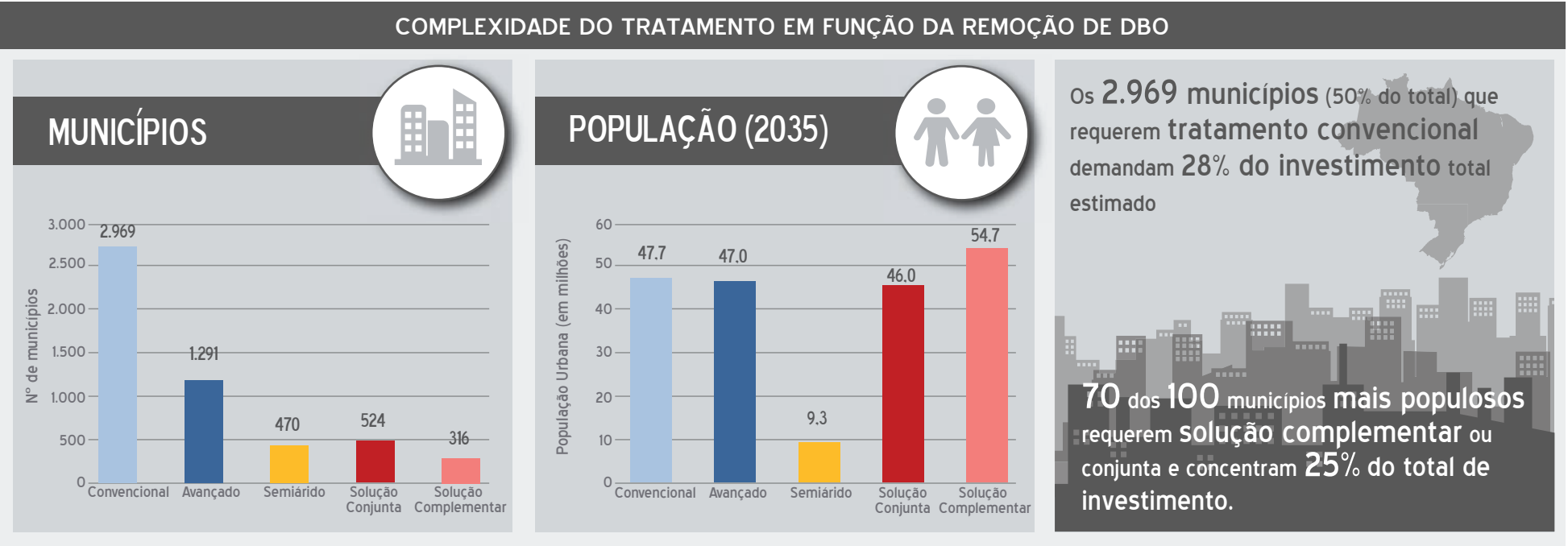
- Solução com Tratamento **Convencional**: requer remoção de DBO entre 60% e 80%;
- Solução com Tratamento **Avançado**: requer remoção de DBO superior a 80%;
- Solução **Complementar**: requer solução complementar como busca de novo corpo receptor, disposição no solo ou reuso do efluente, em função do município apresentar baixa relação entre disponibilidade hídrica e carga orgânica lançada, sem influência de lançamentos a montante;

- Solução **Conjunta**: requer definição conjunta do nível de tratamento dos municípios da bacia, devido ao impacto de lançamento(s) a montante em município(s) a jusante;
- Solução para o **Semiárido**: requer a priorização de processos com elevada remoção de microorganismos patogênicos ou reuso do efluente.

Embora o tratamento convencional seja suficiente para 2.969 municípios, a maior parte da população brasileira está em 840 centros urbanos que demandam solução complementar ou solução conjunta (54,7 milhões e 46 milhões de pessoas, respectivamente, em 2035) para resolver o problema de esgotamento sanitário. Quase 55% dos investimentos previstos em tratamento são destinados a esses municípios, concentrados principalmente nas regiões hidrográficas do Paraná e Atlântico Nordeste Oriental.

Adicionalmente às análises de DBO, foram avaliados os impactos das cargas de fósforo em reservatórios (eutrofização) ou nitrogênio nas captações de água para abastecimento público (nitratos), identificando que 1.519 sedes urbanas necessitam de atenção especial quanto à remoção de nutrientes.

Os investimentos necessários para universalizar os serviços de esgotamento sanitário nas 5.570 sedes urbanas do País foram estimados em R\$150 bilhões, tendo como horizonte o ano de 2035. Ao trazer o detalhamento desses investimentos por município, o *ATLAS Esgotos* fornece importante subsídio à implementação do PLANSAB. A relação entre os custos com coleta e com tratamento variaram bastante regionalmente, sendo maiores na Região Norte (4,1x) e menores na Região Sudeste (1,3x). Para o Brasil como um todo, os investimentos em coleta custam 2,7 vezes mais do que os previstos em tratamento.



As discussões técnicas realizadas ao longo do período de elaboração do estudo trouxeram a constatação de que apenas o aporte financeiro para a implementação das soluções de esgotamento sanitário não surtirá o efeito necessário se alocado sem a devida capacidade institucional para a prestação dos serviços no município. No País, existem vários exemplos de sistemas de esgotamento sanitário que foram abandonados ou sequer entraram em operação devido a problemas associados a essa questão.

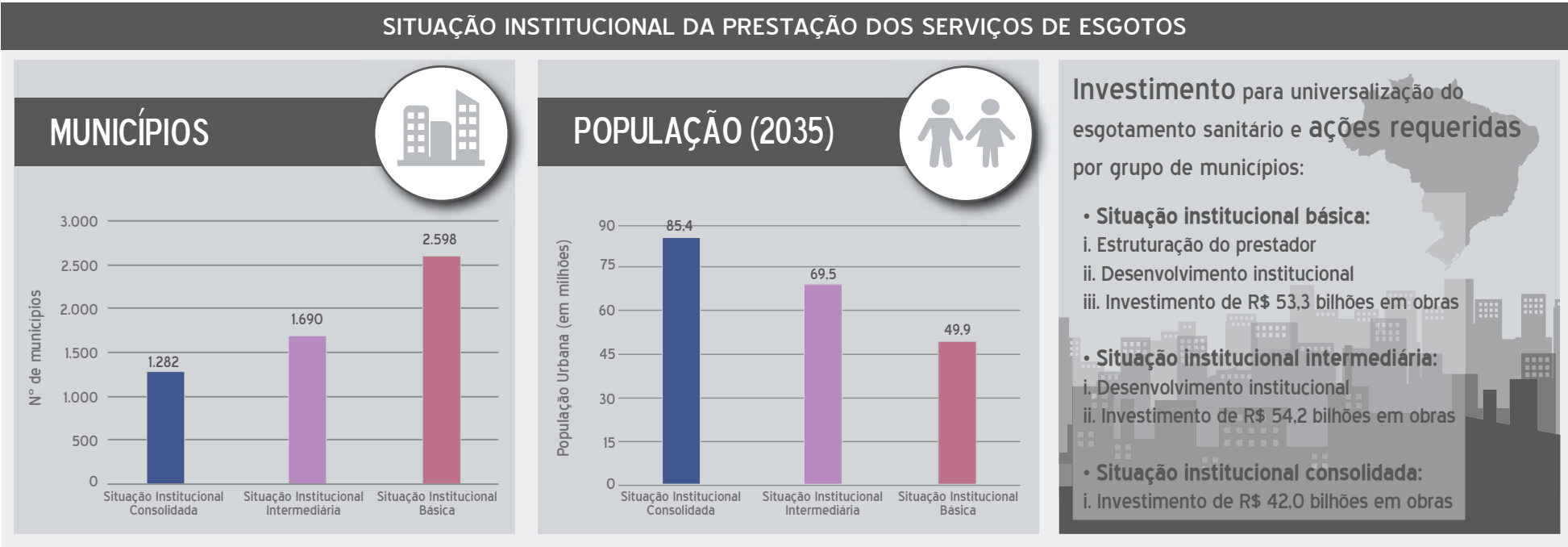
Nesse contexto, em complementação à identificação dos níveis de tratamento de esgotos requeridos e dos investimentos associados, foi realizada a avaliação institucional da prestação dos serviços de esgotos, de forma a se desenhar uma estratégia de implementação mais efetiva. A situação institucional foi avaliada com base em quatro critérios principais: status institucional, capacidade operacional, capacidade financeira e contexto do município para adequação dos serviços de esgotos (se necessário).

A situação institucional foi analisada de forma associada à complexidade das soluções de tratamento de esgotos requeridas e os resultados dessa análise subsidiaram o estabelecimento de uma estratégia para implementação de ações, indicando níveis de esforços em termos institucionais e/ou de remoção de carga orgânica para a universalização do esgotamento sanitário e a mitigação dos impactos causados por essa fonte poluidora nos recursos hídricos.

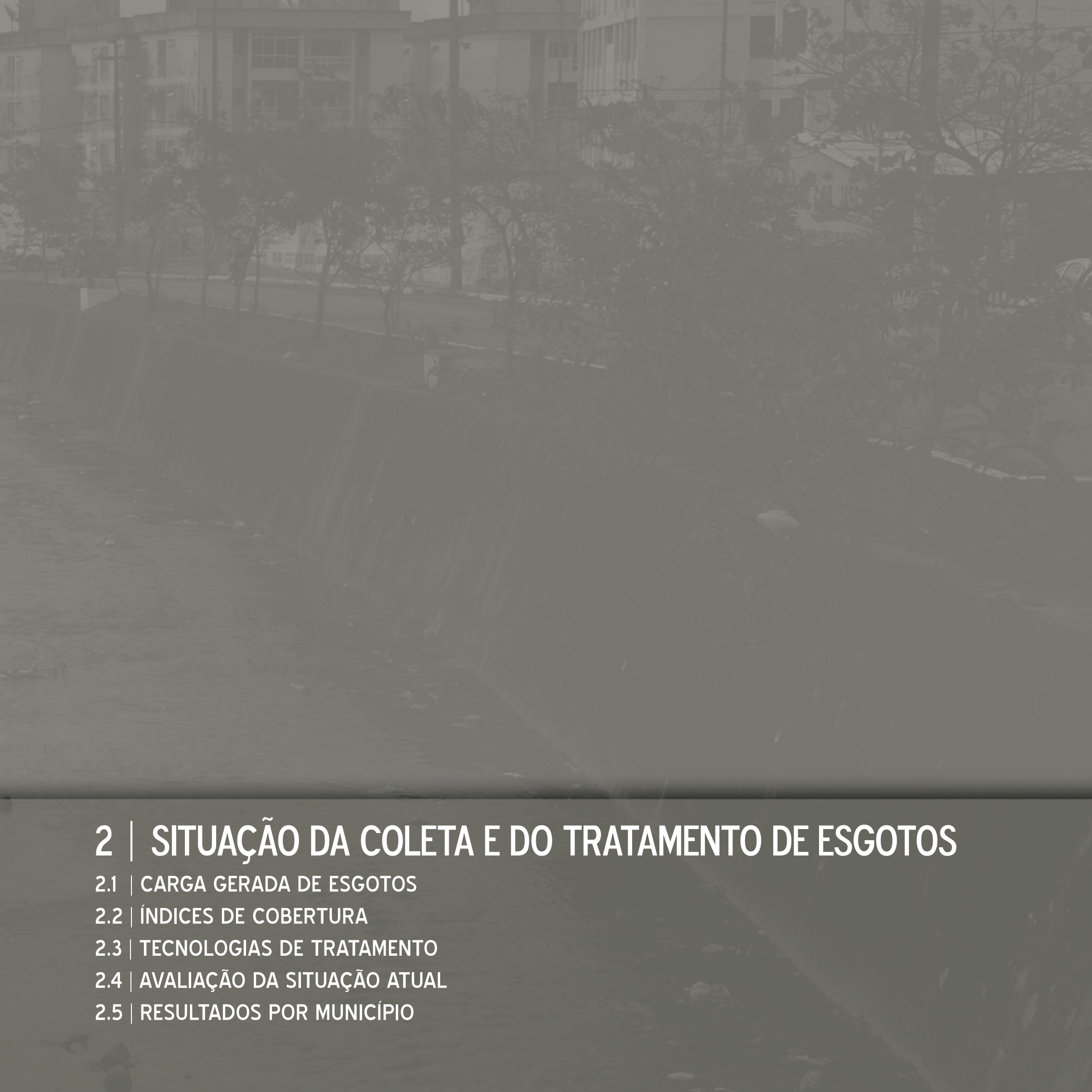
Constatou-se que, embora a maior parte dos municípios brasileiros (4.288) tenham prestador de serviço de esgotamento sanitário que precise aprimorar sua capacidade institucional ou não possuam prestador de serviço de esgotamento sanitário institucionalizado, parte significativa da população projetada para 2035 está nos municípios cujo prestador de serviço possui situação institucional consolidada (85 milhões de habitantes).

Também foi identificado que as maiores parcelas de carga orgânica gerada e de carga remanescente no País são provenientes das sedes urbanas dos municípios com situação institucional consolidada, predominantemente localizados na região Sudeste. Por sua vez, dos 1.282 municípios nessa situação, 711 demandam soluções mais complexas para o tratamento dos esgotos.

Para que a implementação do sistema de esgotamento sanitário resulte nos benefícios esperados, é fundamental que o município esteja com o prestador de serviço de esgotamento sanitário estruturado e com adequado nível de desenvolvimento institucional.







2 | SITUAÇÃO DA COLETA E DO TRATAMENTO DE ESGOTOS

2.1 | CARGA GERADA DE ESGOTOS

2.2 | ÍNDICES DE COBERTURA

2.3 | TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO

2.4 | AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

2.5 | RESULTADOS POR MUNICÍPIO

2.1 | CARGA GERADA DE ESGOTOS

A geração de esgotos na área urbana está diretamente associada à população. As principais concentrações populacionais, por sua vez, ocorrem nas capitais das Unidades da Federação e seu entorno, em função da disponibilidade de serviços, infraestrutura, logística e outros elementos que privilegiam o desenvolvimento de todos os tipos de atividades nessas regiões. Portanto, é natural que as capitais e principais aglomerados urbanos do País concentrem a maior quantidade dos esgotos gerados.

A carga de esgotos foi estimada com base na Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, parâmetro que caracteriza

a parcela orgânica dos efluentes provenientes de esgotamento sanitário, usualmente empregado na avaliação de impactos nos corpos receptores e no dimensionamento de processos de tratamento.

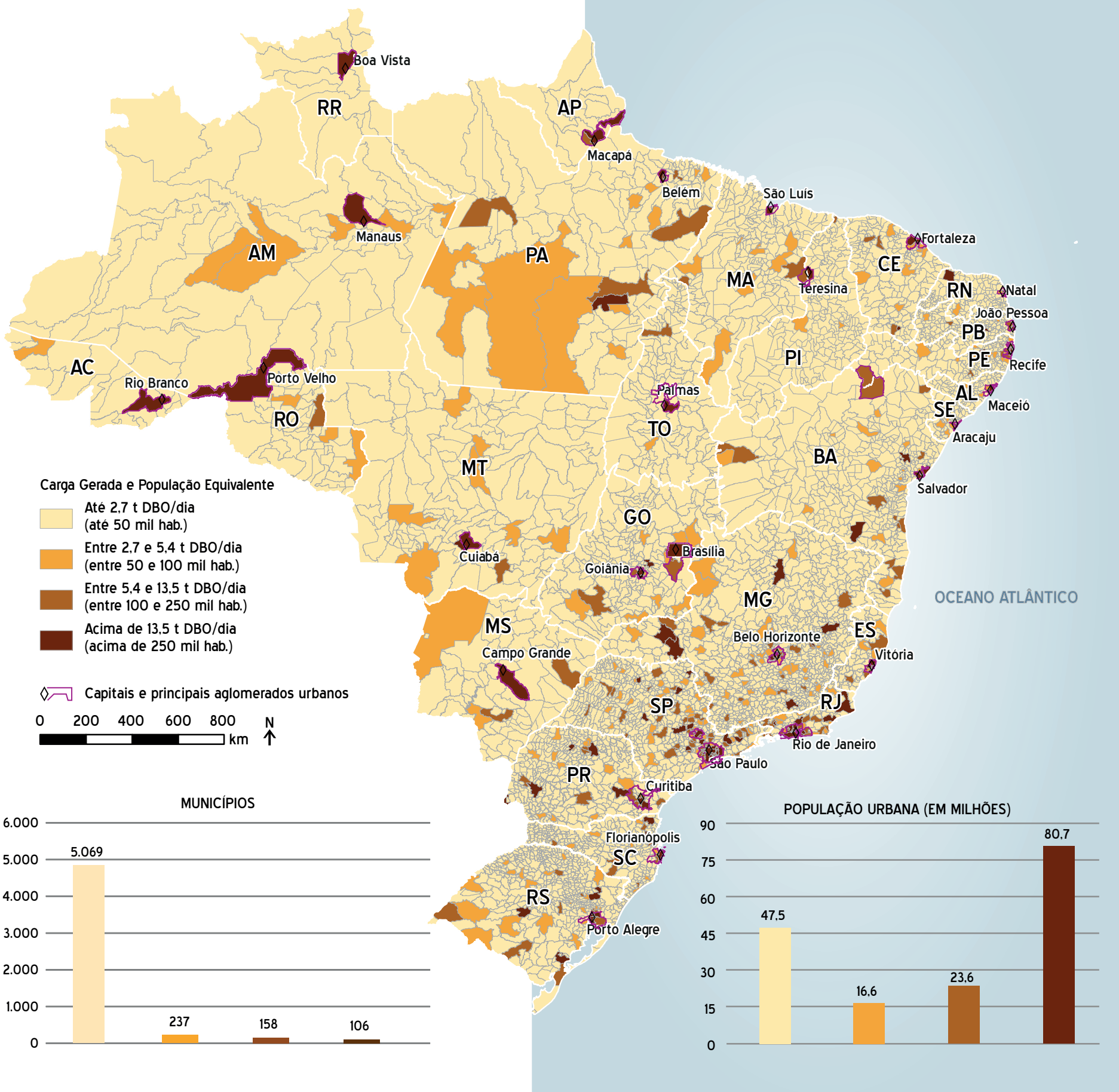
Nessa estimativa foi considerado o valor “per capita” de 54 g DBO/hab.dia e dados de população urbana obtidos a partir de projeções do IBGE ou fornecidos diretamente pelos prestadores do serviço de esgotamento sanitário de cada município.

No País são geradas cerca de 9,1 mil toneladas de DBO/dia, sendo os 106 municípios com população acima de 250 mil habitantes responsáveis por 48% desse total.



Região Hidrográfica do Nordeste Oriental
Foto Zig Koch Cavalcanti / Banco de imagens ANA

CARGA GERADA DE ESGOTOS URBANOS



2.2 | ÍNDICES DE COBERTURA

Os índices de cobertura em termos de coleta e tratamento de esgotos nas áreas urbanas, em que pese investimentos mais recentes, ainda são insatisfatórios e reflexo de passivo histórico.

As redes coletoras de esgotos alcançam 61,4% da população urbana brasileira, restando 65,1 milhões de pessoas nas cidades do País que não dispõem de sistema coletivo para afastamento dos esgotos sanitários. Nem todo esgoto coletado é conduzido a uma estação de tratamento. A parcela atendida com coleta e tratamento dos esgotos representa 42,6% da população urbana total. Desse modo, 96,7 milhões de pessoas não dispõem de tramento coletivo de esgotos.

Os esgotos não coletados têm destinos diversos, como encaminhamento para fossas sépticas ou negras, lançamento em rede de águas pluviais ou em sarjetas, disposição direta no solo ou nos corpos d'água. A solução individual com fossa séptica diminui o impacto do lançamento desses efluentes nos corpos hídricos, quando executada adequadamente e em condições propícias à sua aplicação.

Dentre as regiões brasileiras, a Sudeste é a que apresenta os melhores índices de coleta e tratamento de esgotos, sendo a única onde o tratamento dos esgotos gerados alcança mais da metade de sua população urbana. As regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste apresentam índices semelhantes de coleta, abrangendo aproximadamente metade da população urbana dessas regiões, com maior nível de tratamento no Centro-Oeste. A Região Norte é a mais carente em termos de serviços coletivos de esgotamento sanitário.

Apesar de 14 UFs possuírem parcela de tratamento do esgoto, em relação ao que é coletado, superior a 75%, este índice não se configura como um bom indicador da situação do esgotamento sanitário, uma vez que grande parte dessas UFs ainda possui baixos índices de coleta.

Os índices de cobertura foram estabelecidos a partir das informações obtidas junto aos prestadores dos serviços de esgotamento sanitário nas cidades e complementadas com dados secundários disponíveis. Além desses índices, tradicionalmente utilizados pelo setor de saneamento, para uma avaliação completa da situação do esgotamento sanitário no País também é importante identificar os níveis de eficiência de tratamento e quantificar as cargas remanescentes dos esgotos com potencial de alcançar os corpos hídricos.



ÍNDICES DE COBERTURA DE ESGOTOS NO BRASIL POR ESTADO E REGIÃO GEOGRÁFICA						
REGIÃO GEOGRÁFICA	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO URBANA (em mil hab.)	PARCELA DA POPULAÇÃO ATENDIDA		PARCELA TRATADA EM RELAÇÃO À COLETADA
				Coleta de esgoto	Tratamento de esgoto	
NORTE	Acre	22	562,8	35%	33%	94%
	Amapá	16	658,8	7%	7%	92%
	Amazonas	62	3.014,2	22%	19%	84%
	Pará	144	5.611,0	9%	4%	45%
	Rondônia	52	1.277,3	9%	4%	41%
	Roraima	15	374,1	19%	15%	79%
	Tocantins	139	1.169,2	30%	29%	96%
	TOTAL	450	12.667,4	16%	12%	75%
NORDESTE	Alagoas	102	2.426,3	26%	17%	64%
	Bahia	417	10.865,0	63%	51%	81%
	Ceará	184	6.569,3	44%	40%	91%
	Maranhão	217	4.283,4	17%	4%	23%
	Paraíba	223	2.956,4	59%	43%	72%
	Pernambuco	185	7.383,6	45%	27%	61%
	Piauí	224	2.096,9	12%	10%	81%
	Rio Grande do Norte	167	2.619,7	31%	25%	80%
	Sergipe	75	1.616,8	32%	22%	67%
	TOTAL	1.794	40.817,4	43%	32%	74%
SUDESTE	Espírito Santo	78	3.136,5	61%	41%	68%
	Minas Gerais	853	17.705,0	86%	44%	51%
	Rio de Janeiro	92	15.922,1	73%	42%	58%
	São Paulo	645	40.521,4	87%	64%	74%
	TOTAL	1.668	77.285,0	83%	54%	65%
SUL	Paraná	399	9.397,5	65%	64%	98%
	Rio Grande do Sul	497	9.477,2	54%	26%	48%
	Santa Catarina	295	5.557,4	33%	24%	74%
	TOTAL	1.191	24.432,1	54%	40%	75%
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	1	2.694,3	83%	83%	100%
	Goiás	246	5.801,9	50%	48%	95%
	Mato Grosso	141	2.617,2	25%	22%	91%
	Mato Grosso do Sul	79	2.170,4	43%	42%	98%
	TOTAL	467	13.283,8	51%	49%	97%
BRASIL		5.570	168.485,7	61%	43%	70%

2.3 | TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO

De maneira geral, o tratamento de esgotos sanitários provenientes de centros urbanos objetiva a redução da matéria orgânica, dos microrganismos patogênicos, dos sólidos em suspensão e, em circunstâncias especiais, dos nutrientes presentes nos esgotos sanitários, supondo-se ausência de resíduos tóxicos provenientes, por exemplo, de indústrias.

A seleção dos processos de tratamento de esgotos está relacionada, dentre outros aspectos, às características do corpo receptor e da legislação vigente. Os normativos requerem padrões de qualidade bastante amplos, de modo que os efluentes possam ser lançados sem causar riscos à saúde da população ou danos significativos ao meio ambiente. No entanto, a escolha do processo de tratamento de uma Estação de Tratamento de Esgotos - ETE não se restringe apenas às exigências ambientais, de saúde pública e/ou legais. Adicionalmente, consideram-se aspectos econômicos, sociais, operacionais, a disponibilidade de área e até os anseios da comunidade.

No País é encontrada uma grande variedade de processos de tratamento. Para se ter um panorama dos tipos de tratamento de esgoto, os processos foram agrupados por faixas de eficiência de remoção de carga orgânica, em termos de DBO, da seguinte forma: menor do que 60%, entre 60% e 80%, maior do que 80%

e maior do que 80% com possibilidade de remoção de nutrientes (Fósforo e/ou Nitrogênio). Vale lembrar que a Resolução CONAMA nº 430/2011 preconiza uma eficiência de remoção mínima de 60% de DBO. Sua remoção também implica na remoção de boa parte dos demais poluentes presentes nos esgotos urbanos.

Foram identificadas ao longo do estudo 2.768 Estações de Tratamento de Esgotos em operação em 1.592 cidades, com população atendida estimada em 71,7 milhões de habitantes. Desse total, foram obtidas informações das eficiências de remoção de carga para 96% das ETEs, em alguns casos, bem diferentes das eficiências encontradas na literatura. Nesse universo, distribuído em todo o País, predominam ETEs com eficiência média de remoção de DBO na faixa de 60 a 80%. Essa faixa contempla diversos processos que possuem condições de atender às normas vigentes, desde que o corpo receptor possua capacidade de diluição suficiente. Uma parcela pequena das unidades de tratamento existentes no País utilizam processos de tratamento mais simplificados, com algum risco de gerar efluentes que não atendam aos requisitos dos padrões de lançamento preconizados pela legislação.

Operam com processos mais elaborados 970 ETEs, capazes de alcançar eficiência de remoção de DBO acima de 80%. Esses processos são geralmente empregados em áreas mais adensadas e correspondem ao atendimento da maior porção da população urbana com tratamento de esgoto (pouco mais de 42 milhões de pessoas). Nesse conjunto, 131 unidades foram projetadas para remover nutrientes.



Estação de tratamento de esgoto - ETE / Jaguariuna, SP
Foto Tomás May / Banco de imagens ANA

FAIXAS DE REMOÇÃO DE DBO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS DE TRATAMENTO NO BRASIL					
FAIXAS DE REMOÇÃO DE DBO	PRINCIPAIS PROCESSOS DE TRATAMENTO NO BRASIL	SIGLA	POPULAÇÃO EQUIVALENTE (em mil hab.)	EFICIÊNCIA MÉDIA (%)	NÚMERO DE UNIDADES
até 60%	PRIMÁRIO	Pr	7.947,6	35%	21
	FOSSA FILTRO/FOSSA SÉPTICA + FILTRO AERÓBIO/TANQUE IMHOFF + FILTRO BIOLÓGICO	FosFil/FosSép+FilAer/Tqlmh+FilB	340,1	49%	215
	FOSSA SÉPTICA/TANQUE IMHOFF	FosSép/Tqlmh	49,2	51%	23
	TOTAL				259
60% a 80%	FOSSA FILTRO/(FOSSA SÉPTICA + FILTRO BIOLÓGICO) + DISPOSIÇÃO NO SOLO/SUMIDOURO	FosFil/(FosSép+FilB)+DispS/Sum	6,4	66%	10
	REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS	RtrAn+LodAt	26,3	80%	2
	LAGOA ANAERÓBIA	LagAn	812,8	68%	68
	PRIMÁRIO COM FÍSICO QUÍMICO (FILTRO AERÓBIO/DECANTAÇÃO/CEPT/FLOTAÇÃO)	PrFisQ(FilAer/Dec/Cept/Flt)	1.902,5	68%	13
	REATOR ANAERÓBIO	RtrAn	3.876,5	69%	328
	REATOR ANAERÓBIO + DECANTADOR	RtrAn+Dec	226,7	72%	16
	LODOS ATIVADOS MEIO FIXO (FILTRO BIOLÓGICO)	LodAtMF(FilB)	323,1	73%	22
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO	RtrAn+FilB	1.300,0	75%	177
	LAGOA FACULTATIVA	LagFac	1.421,0	76%	203
	LAGOA ANAERÓBIA + LAGOA FACULTATIVA	LagAn+LagFac	5.533,8	77%	364
	REATOR ANAERÓBIO + DISPOSIÇÃO NO SOLO	RtrAn+DispS	183,3	77%	16
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO AERÓBIO	RtrAn+FilAer	635,8	77%	64
	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA ANAERÓBIA/FACULTATIVA/DE MATURAÇÃO	RtrAn+LagAn/Fac/Mat	3.023,5	78%	145
	TOTAL				1.428
> 80%	LAGOA AERADA	LagArd	743,6	80%	42
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO AERÓBIO + DECANTADOR	RtrAn+FilAer+Dec	4.436,9	80%	121
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO + DISPOSIÇÃO NO SOLO	RtrAn+FilB+DispS	70,6	80%	15
	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO + FILTRO AERÓBIO + DECANTADOR	RtrAn+FilB+FilAer+Dec	76,5	80%	10
	LODOS ATIVADOS DE AERAÇÃO PROLONGADA	LodAtAerPln	4.479,0	88%	91
	LAGOA ANAERÓBIA + LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO	LagAn+LagFac+LagMat	1.930,4	81%	134
	LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO	LagFac+LagMat	1.212,5	81%	119
	LAGOA AERADA + LAGOA DE DECANTAÇÃO/FACULTATIVA/MATURAÇÃO	LagArd+LagDec/Fac/Mat	2.349,0	82%	64
	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA AERADA	RtrAn+LagArd	611,2	83%	12
	LODOS ATIVADOS (CONVENCIONAL/DEEP SHAFT)	LodAt(cnv/DpS)	16.538,9	84%	110
	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA AERADA + LAGOA FACULTATIVA/MATURAÇÃO	RtrAn+LagArd+LagFac/Mat	322,9	85%	7
	REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS	RtrAn+LodAt	3.964,8	86%	90
	LAGOA AERADA + LAGOA FACULTATIVA + LAGOA DE MATURAÇÃO	LagArd+LagFac+LagMat	658,2	87%	14
	REATOR ANAERÓBIO + LODOS ATIVADOS DE AERAÇÃO PROLONGADA	RtrAn+LodAtAerPln	53,4	88%	4
	REATOR ANAERÓBIO + LAGOA FACULTATIVA + DISPOSIÇÃO NO SOLO	RtrAn+LagFac+DispS	226,7	89%	6
	TOTAL				839
> 80% (com remoção de nutrientes)	REATOR ANAERÓBIO + FILTRO BIOLÓGICO + FILTRO AERÓBIO + DECANTADOR	RtrAn+FilB+FilAer+Dec	0,6	87%	1
	LODOS ATIVADOS EM BATELADA (CONVENCIONAL/UNITANK) - REM. N	LodAtBat(cnv/utk)-RemN	1.431,8	88%	80
	LODOS ATIVADOS - REM. N (MBBR/IFAS)	LodAt-RemN(MBBR/IFAS)	365,5	88%	7
	REATOR ANAERÓBIO + FÍSICO QUÍMICO (DECANTAÇÃO/FLOTAÇÃO) - REM. P	RtrAn+FisQ(Dec/Flt)-RemP	2.401,4	88%	33
	LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO FÍSICO QUÍMICA DE NUTRIENTES - REM. N & P	LodAtRemFisQNut-RemNP	95,3	91%	5
	LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NUTRIENTES - REM. N	LodAtRemBNut-RemN	153,5	93%	3
	LODOS ATIVADOS COM REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NUTRIENTES - REM. N & P	LodAtRemBNut-RemNP	46,6	95%	2
	TOTAL				131

Em regra geral, as estações de tratamento de esgotos (ETEs) têm como primeira etapa o tratamento preliminar (grade e desarenador) que promove a remoção de sólidos grosseiros e materiais rapidamente sedimentáveis. Na concepção do projeto de uma estação devem ser avaliadas as tecnologias de tratamento compatíveis com a solução requerida, podendo resultar na seleção de um ou mais processos de tratamento.

Os processos mais encontrados no País são os constituídos de: lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa, conhecido como sistema australiano, que somam 364 ETEs; apenas reator anaeróbio, com 328 unidades; tanque séptico associado a filtro anaeróbio, com 215; apenas lagoa facultativa, com 203; e reator anaeróbio seguido de filtro biológico, com 177 unidades identificadas. O sistema australiano é mais representativo na Região Sudeste, enquanto os reatores anaeróbios predominam nas regiões Nordeste, Sul e Centro-Oeste.

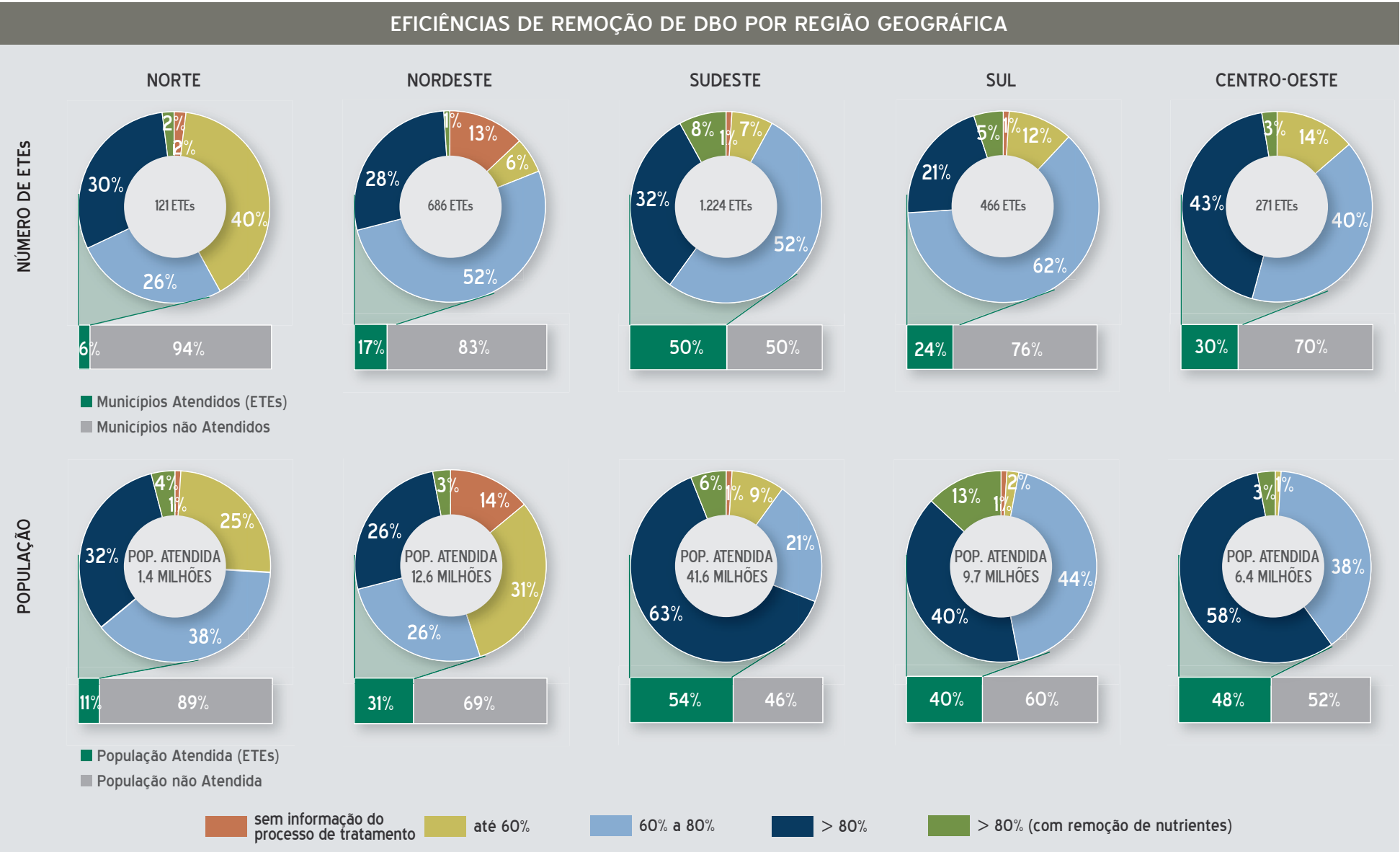
O tratamento por lagoas requer operação simples e de baixo custo, mas necessita de grande área disponível para sua implantação. O sistema australiano requer uma área menor do que a lagoa facultativa utilizada isoladamente, o que pode explicar o maior número de unidades com esse arranjo. Os reatores anaeróbios requerem pouca área para sua implantação

e sua operação também é relativamente simples. As condições ambientais favoráveis e desenvolvimento de pesquisas locais impulsionaram a utilização desse processo no País, que teve início na década de 1980.

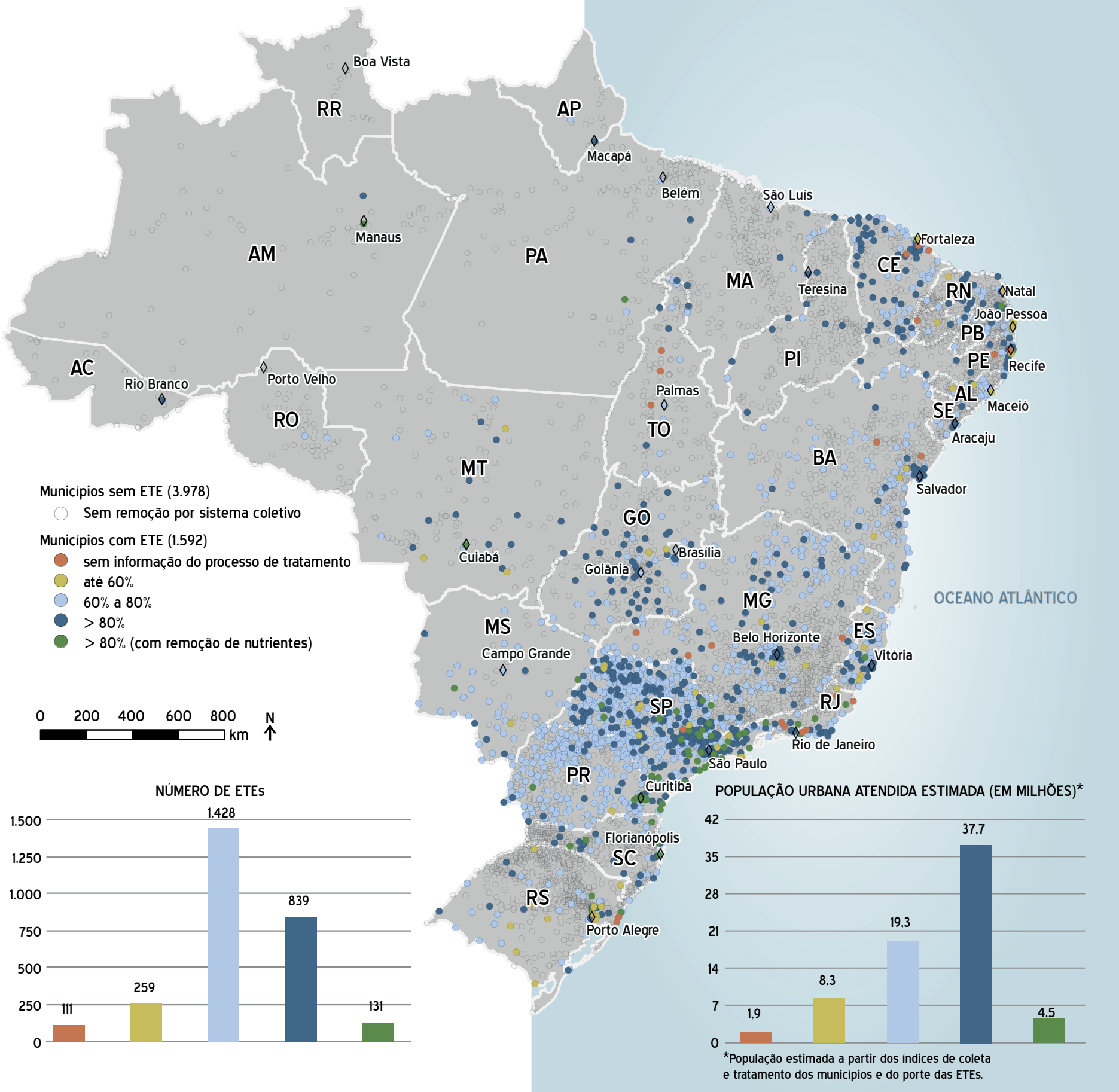
Quanto à população atendida, os processos mais utilizados são:

- Lodos ativados convencional, o qual apesar da identificação de poucas unidades no País (110), abrangem 24% da população atendida por ETE (cerca de 16,5 milhões de pessoas), principalmente no Sudeste e Centro-Oeste;
- Tratamento em nível primário, utilizado em unidades de tratamento que atendem 11% da população servida por ETE, ou seja, 7,9 milhões de pessoas. Esse processo encontra-se, na maioria das unidades, associado a um emissário submarino;
- Tratamento por lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa, alcançando cerca de 5,5 milhões de pessoas (8% do total atendido com ETE); e
- Processos formados por reator anaeróbio seguido de filtro aeróbio e decantador e os compostos por lodos ativados de aeração prolongada. Esses últimos abrangem 4,4 milhões de pessoas cada e representam, juntos 13% da população atendida com tratamento de esgoto.

O processo de lodos ativados convencional apresenta eficiência elevada na remoção de DBO e demanda menor área para sua implantação, mas requer uma operação mais sofisticada e maior consumo de energia.



EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO



PROCESSOS DE TRATAMENTO MAIS UTILIZADOS

Os processos de tratamento podem ser divididos em físicos, biológicos e químicos. Os processos físicos são aqueles que removem materiais grosseiros, sólidos sedimentáveis e materiais flutuantes (óleos, graxas, etc.) através de separações físicas, tais como gradeamento, peneiramento, caixas separadoras, sedimentação e flotação. Em geral são utilizados como tratamento preliminar e/ou parte dos demais processos.

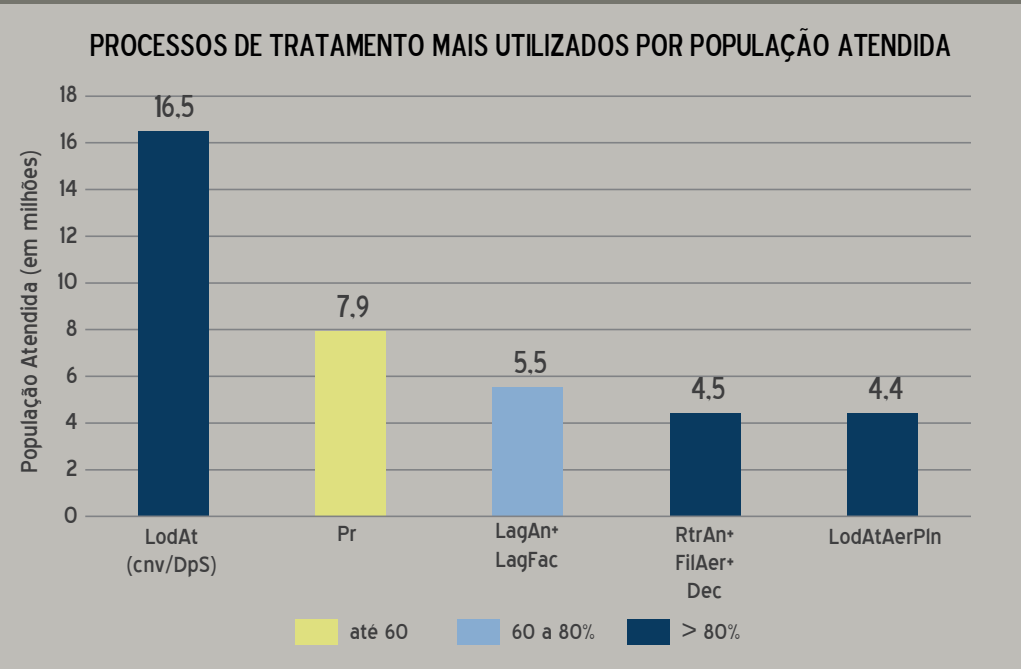
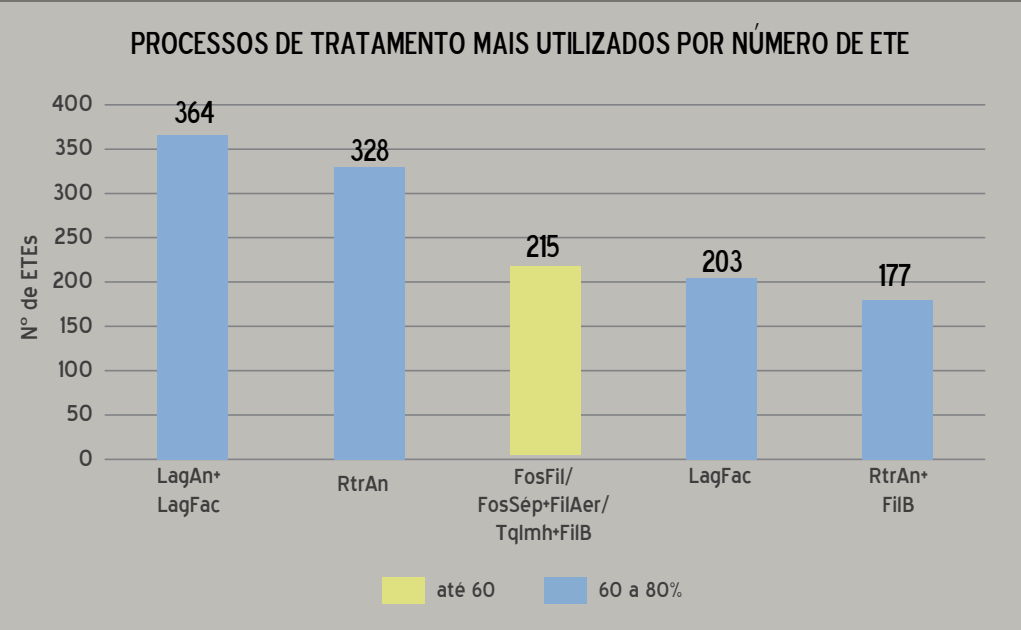
Os processos biológicos fazem uso da atividade microbiana para alcançar bons níveis de purificação das águas residuárias. São amplamente utilizados no tratamento de esgotos para a remoção de matéria orgânica e de nutrientes e são derivados de processos aeróbios e anaeróbios que ocorrem na natureza. Os principais processos biológicos para o tratamento de esgotos sanitários são:

- Lagoas de Estabilização: lagoas facultativas, lagoas aeradas facultativas, lagoas anaeróbias, lagoas de alta taxa, lagoas de maturação. Podem remover matéria orgânica e microrganismos patogênicos com eficiência satisfatória, mas seus efluentes também podem apresentar elevada concentração de algas indesejáveis. Cuidados adicionais devem ser tomados para que não se transformem em criadouros de mosquitos.
- Sistemas de lodos ativados e variantes: lodos ativados convencional, reatores em bateladas sequenciais, lagoas aeradas com mistura completa, valos de oxidação. Mais utilizados em grandes cidades em virtude de serem mais compactos e produzirem efluente de boa qualidade. São processos mais complexos de projetar, construir e operar e a oxigenação necessária para degradação da matéria orgânica ocorre por aeração artificial, consumindo bastante energia. Podem ser concebidos para remoção biológica de nutrientes, tanto Fósforo como Nitrogênio.
- Sistemas anaeróbios: tanques sépticos, tanques Imhoff, filtros anaeróbios, reatores UASB, reatores anaeróbios de leito expandido ou fluidificado. Em geral, necessitam de uma etapa adicional de tratamento visando reduzir a carga de sólidos e melhorar a oxigenação de seus efluentes. Têm sido bastante utilizados como unidades de pré-tratamento de lagoas, filtros biológicos e lodos ativados pois reduzem boa parte da carga orgânica sem necessidade de aeração, resultando em economia de custo com energia elétrica.
- Sistemas aeróbios com leito fixo: filtros biológicos, biodiscos, biofiltros aerados. Mais simples conceitualmente do que os lodos ativados, geralmente são utilizados como pós-tratamento de sistemas anaeróbios. Apresentam elevada remoção de DBO e possibilidade de remoção de nitrogênio. Possuem elevados custos de implantação.

Os processos biológicos aeróbios são mais efetivos na remoção de DBO do que os anaeróbios, que dificilmente conseguem isoladamente tratar os efluentes de forma a atender os padrões da legislação ambiental brasileira. Dessa forma, os processos anaeróbios apresentam como desvantagem a necessidade de uma etapa adicional de forma a polir o efluente gerado. Por outro lado, os processos anaeróbios geram menor quantidade de lodo e apresentam custos de investimentos e operacionais menores.

O tratamento químico consiste na adição de produtos químicos, como por exemplo, o sulfato de alumínio, para remoção das partículas coloidais. São associados aos processos biológicos e físicos para maior eficiência, podendo acarretar em aumento significativo do custo operacional. Como polimento final pode se constituir numa alternativa interessante quando for necessária a produção de efluente de alta qualidade.

Os processos naturais de disposição no solo, como infiltração no solo, escoamento superficial e terras úmidas construídas, ainda são pouco utilizados no País, mas possuem qualidades importantes a serem consideradas. Quando adequadamente projetados e operados, é possível obter efluente de boa qualidade, sem elevada concentração de algas, podendo inclusive remover nutrientes. Podem requerer grande área para sua implantação e devem ser tomados cuidados quanto às limitações do solo e do lençol freático e quanto ao risco de proliferação de insetos.



2.4 | AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

O panorama geral dos serviços de esgotamento sanitário para a população urbana do País pode ser resumido nas seguintes parcelas: 43% possuem seu esgoto coletado e tratado e 12% utilizam-se de solução individual, ou seja, 55% da população urbana brasileira pode ser considerada provida com atendimento adequado à luz dos conceitos do PLANSAB; 18% têm seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possuem coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de esgotamento sanitário.

A parcela da carga total de esgotos gerada nas cidades brasileiras que alcança os corpos d'água é denominada carga remanescente. Para a estimativa dessa parcela utilizou-se o balanço de cargas, que compreende a divisão do esgoto gerado considerando suas diferentes formas de encaminhamento, sendo as principais: coleta (com ou sem tratamento), solução individual (fossa séptica) e lançamento a céu aberto ou solução precária (sem coleta e disposição em fossa negra).

Das 9,1 mil toneladas de DBO geradas diariamente pelos esgotos da população urbana do País, 5,6 mil toneladas são coletadas e deixam de circular a céu aberto (61%). Parte do montante coletado (1,7 mil t DBO/dia) não é submetido a qualquer tipo de tratamento, enquanto cerca de 3,9 mil toneladas são encaminhadas para tratamento coletivo, onde uma parcela da carga orgânica (DBO) é removida nas ETES com diferentes níveis de eficiência.

Em relação à parcela não coletada (3,5 mil t DBO/dia), cerca de 1,1 mil toneladas são encaminhadas para fossas sépticas e as 2,4 mil toneladas restantes são dispostas diariamente a céu aberto ou encaminhadas para soluções precárias de esgotamento (incluído aqui a carga orgânica dos esgotos encaminhados para fossas rudimentares ou fossas negras).



Córrego em Área Urbana
Banco de imagens Shutterstock

METODOLOGIA DE BALANÇO DE CARGAS

A distribuição das parcelas consideradas no balanço de cargas se baseou nos conceitos apresentados pelo Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, que enquadra os municípios em três grupos de atendimento: (i) atendimento adequado, (ii) atendimento precário e (iii) sem atendimento.

O PLANSAB classifica como “atendimento adequado” aquele suprido por fossa séptica (pressupõe-se a “fossa séptica sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos”) ou por rede coletora de esgotos seguida de tratamento. As situações enquadradas como “atendimento precário” significam que o serviço é ofertado em condições insatisfatórias, potencialmente comprometedoras da saúde humana e da qualidade do meio ambiente. Por fim, a parcela que não se enquadra em nenhuma das classes anteriores é considerada como “sem atendimento” (sem coleta e sem tratamento).

A estimativa de cada parcela da carga orgânica associada ao esgoto (expressa na forma de DBO) foi alvo de metodologia que utilizou dados de população urbana, de cobertura de esgoto, de eficiências de remoção dos processos de tratamento empregados e de população atendida por solução individual

(fossas sépticas). Essa metodologia foi aplicada para as sedes urbanas dos 5.570 municípios brasileiros, utilizando sempre a melhor informação disponível para cada sistema de esgotamento sanitário, privilegiando os dados primários (obtidos diretamente com os responsáveis pelos serviços de esgotamento sanitário no município). No caso da informação acerca das fossas sépticas, foram utilizados os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE realizada em 2008 e publicada em 2010.

Foram considerados abatimentos na DBO das parcelas das cargas orgânicas dos esgotos com coleta e tratamento e daqueles encaminhados para fossas sépticas, reconhecidos no PLANSAB como “atendimento adequado”. Para as demais parcelas não foram aplicados abatimentos, considerando a dificuldade metodológica de qualquer estimativa confiável para a redução a ser aplicada às cargas orgânicas dos esgotos cujo destino são fossas rudimentares, lançamentos a céu aberto ou lançamentos em galerias pluviais antes de alcançarem efetivamente os corpos hídricos.

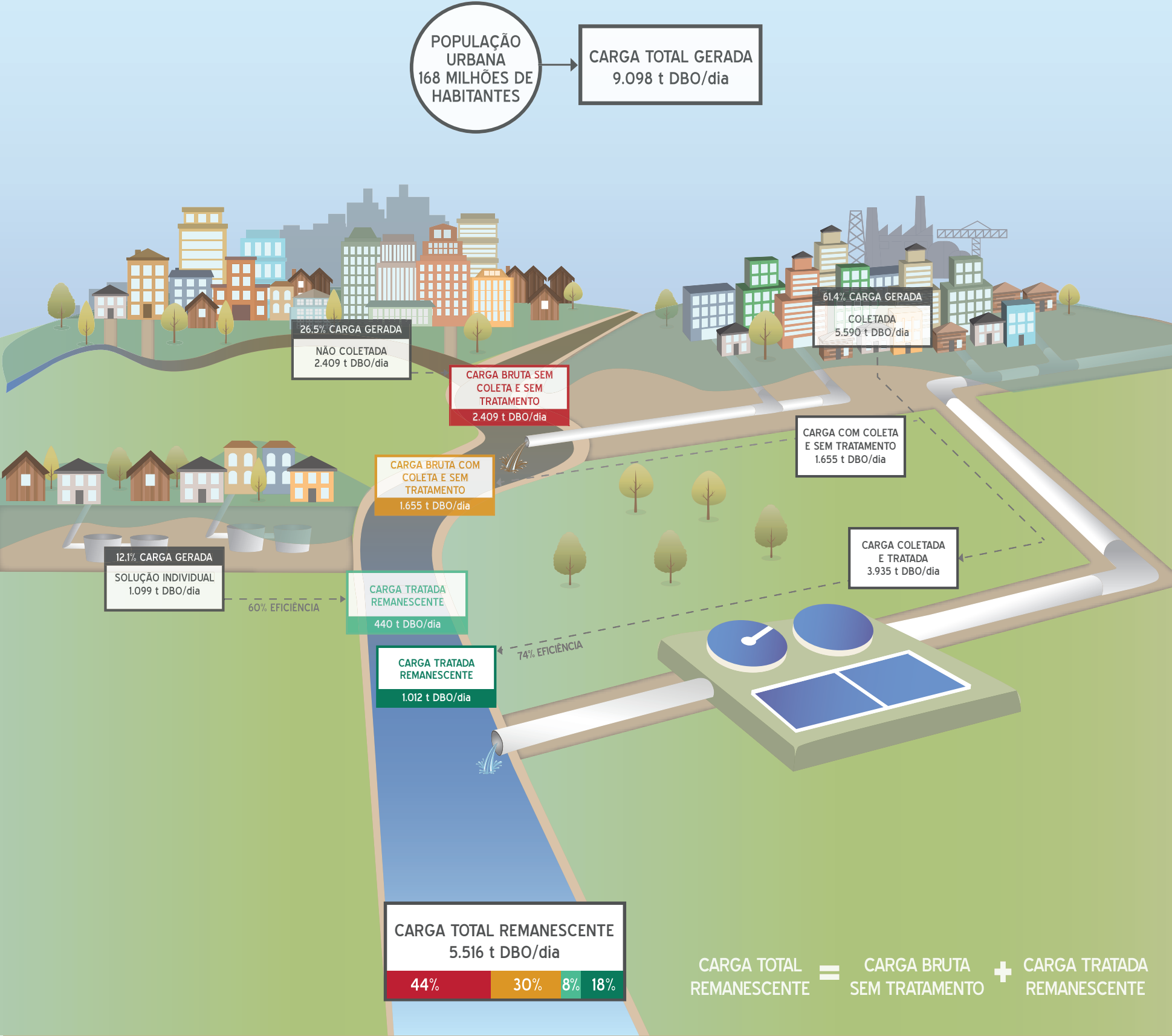
Em relação ao cálculo do abatimento e da respectiva carga remanescente de DBO proveniente da parcela do esgoto coletado e tratado, foram utilizadas as eficiências das ETEs identificadas, considerando em cada município a população urbana atendida por esse serviço. Para a população servida por solução individual (fossas sépticas com operação adequada) foi considerada uma remoção de 60% da carga orgânica.

CARGA TOTAL GERADA		DISTRIBUIÇÃO DA CARGA GERADA		CARGA REMANESCENTE*
9.098 t DBO/dia	COM COLETA 5.590 t DBO/dia (61%)	COM COLETA E COM TRATAMENTO 3.935 t DBO/dia (43%)	1.012 t DBO/dia (18%)	5.516 t DBO/dia
		COM COLETA E SEM TRATAMENTO 1.655 t DBO/dia (18%)	1.655 t DBO/dia (30%)	
	SEM COLETA 3.508 t DBO/dia (39%)	SOLUÇÃO INDIVIDUAL 1.099 t DBO/dia (12%)	440 t DBO/dia (8%)	
		SEM COLETA E SEM TRATAMENTO 2.409 t DBO/dia (27%)	2.409 t DBO/dia (44%)	

*A carga remanescente considerou o abatimento das parcelas removidas no tratamento e nas soluções individuais.

BALANÇO DE CARGA DE ESGOTOS

PANORAMA BRASIL - SITUAÇÃO ATUAL



Ao se avaliar as cargas remanescentes, das quais são descontadas as parcelas removidas no tratamento coletivo e nas soluções individuais, pode-se inferir uma associação com o adensamento populacional, bem como observar o impacto da infraestrutura em esgotamento sanitário existente no abatimento da carga de esgotos com potencial de alcançar os corpos receptores.

Levando em consideração a soma das cargas remanescentes de esgotos em todo o País, calculadas a partir da infraestrutura de coleta e tratamento existente e do respectivo nível de eficiência, estima-se que mais de 5,5 mil toneladas de DBO/dia possam alcançar os corpos hídricos.

Em função das variações de contingente populacional e de infraestrutura de saneamento entre as regiões brasileiras, são observadas grandes diferenças nos quantitativos da carga gerada e na distribuição das formas de encaminhamento dos esgotos, com consequente rebatimento nos totais das cargas remanescentes.

A Região Sudeste é responsável por cerca de 45% da carga orgânica gerada (4,2 mil t DBO/dia). Entretanto, se por um lado concentra a maior quantidade da carga gerada, por outro possui a maior parcela dessa carga coletada e tratada em ETEs, cujo serviço alcança mais da metade de seus habitantes. É importante ressaltar que, apesar disso, o Sudeste possui

significativa parcela de esgoto coletado e não encaminhado para tratamento (29%) ou mesmo sem coleta e sem tratamento (13%).

No lado oposto, a Região Norte é responsável pela menor parcela de geração de carga (684 t DBO/dia) mas também possui o menor percentual de carga submetida a algum processo de tratamento, coletivo ou individual. Isto significa que cerca de 67% do total gerado na região não recebe qualquer tipo de tratamento. No Nordeste também é significativa a parcela de carga sem qualquer tratamento, superando os 50%.

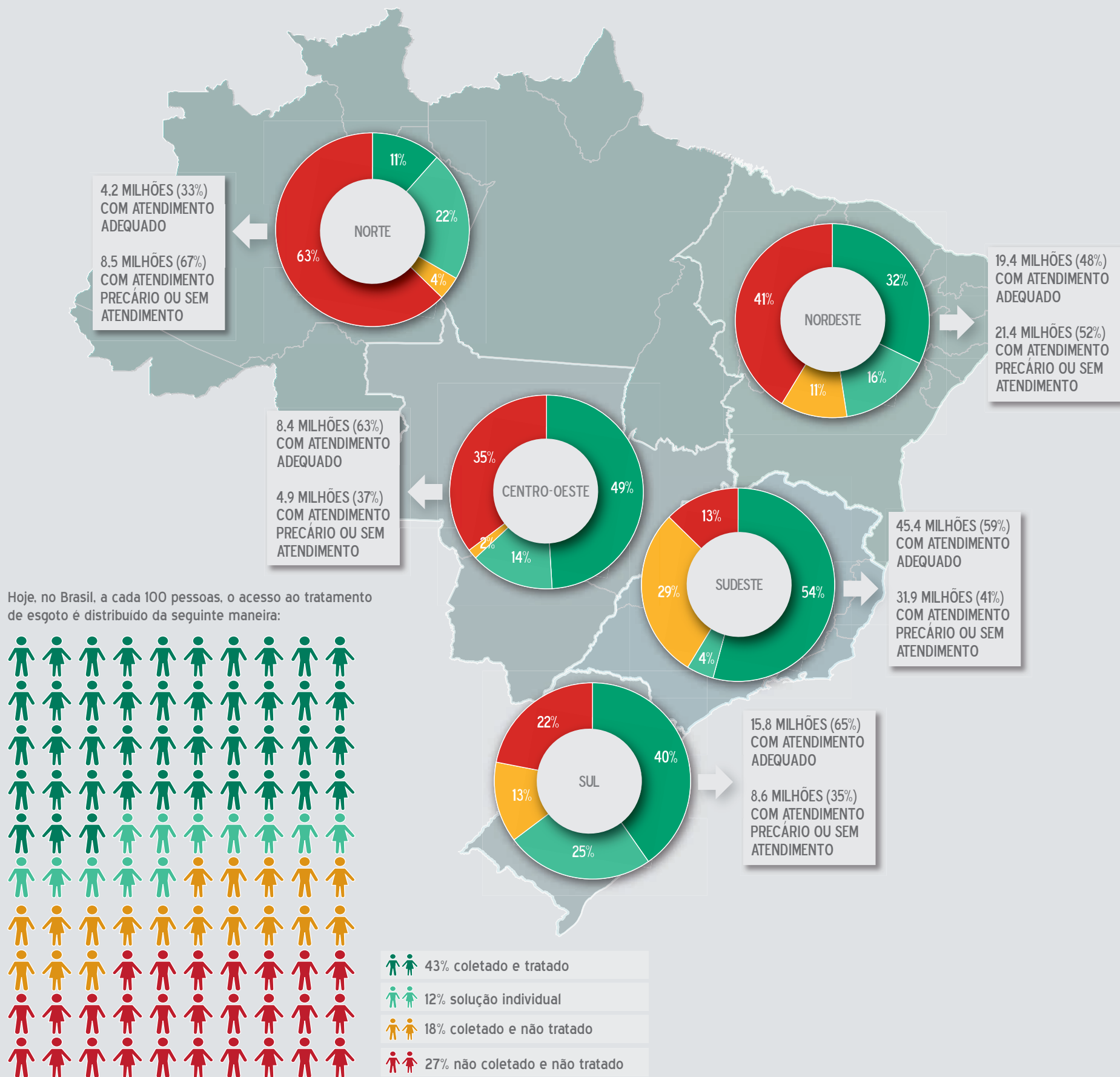
Na Região Sul chama atenção a significativa parcela da carga encaminhada para fossas sépticas (25%). No Centro-Oeste quase toda a parcela da carga coletada é tratada (apenas 2% da carga gerada na Região foi estimada como coletada e não tratada). Ressalta-se, no entanto, que as duas regiões também têm significativos déficits de atendimento, com 35 e 37% dos esgotos sem qualquer tratamento, respectivamente, para o Sul e para o Centro-Oeste.

Na Região Sudeste, a mais populosa, estima-se uma carga remanescente de 2,3 mil toneladas de DBO/dia, apesar de apresentar uma melhor cobertura em serviços de coleta e tratamento de esgoto em relação às outras regiões. Essa é uma carga significativa, que representa pouco mais da metade da carga total gerada nas suas cidades e mais de 40% do total de carga remanescente do País.

As regiões Norte e Nordeste, por sua vez, apresentam os valores de carga remanescente mais próximos às suas cargas geradas (79% e 73%, respectivamente) em função dos baixos índices de atendimento adequado de esgotamento sanitário para suas populações.

DISTRIBUIÇÃO DA CARGA ORGÂNICA GERADA NO BRASIL POR REGIÃO GEOGRÁFICA						
REGIÃO GEOGRÁFICA	CARGA TOTAL GERADA (t DBO/dia)	DISTRIBUIÇÃO DA CARGA GERADA (t DBO/dia)				CARGA REMANESCENTE* (t DBO/dia)
		COLETADA E TRATADA	SOLUÇÃO INDIVIDUAL	COLETADA NÃO TRATADA	NÃO COLETADA E NÃO TRATADA	
NORTE	684	79	149	27	429	541
NORDESTE	2.204	711	338	245	910	1.602
SUDESTE	4.174	2.261	189	1.195	528	2.290
SUL	1.319	532	322	176	289	707
CENTRO-OESTE	717	352	101	12	253	376
BRASIL	9.098	3.935	1.099	1.655	2.409	5.516

*A carga remanescente considerou o abatimento das parcelas removidas no tratamento e nas soluções individuais.



As 100 cidades mais populosas do País são responsáveis por aproximadamente 2,2 mil toneladas de DBO/dia de carga remanescente (cerca de 40% do total), sendo que metade dessa carga provem de 15 cidades com populações urbanas superiores a 1 milhão de habitantes cada. Para efeito de comparação, os cerca de 5 mil municípios com população urbana inferior a 50 mil habitantes, que representam 90% do total de cidades brasileiras, são responsáveis por um aporte de carga remanescente total de cerca de 1,9 mil toneladas de DBO/dia.

A grande maioria das cidades brasileiras (cerca de 3,9 mil cidades) apresenta níveis de remoção inferiores a 30% da carga orgânica gerada, das quais pouco mais de 3,7 mil não possuem sistema coletivo de tratamento de esgotos. No outro extremo, apenas 118

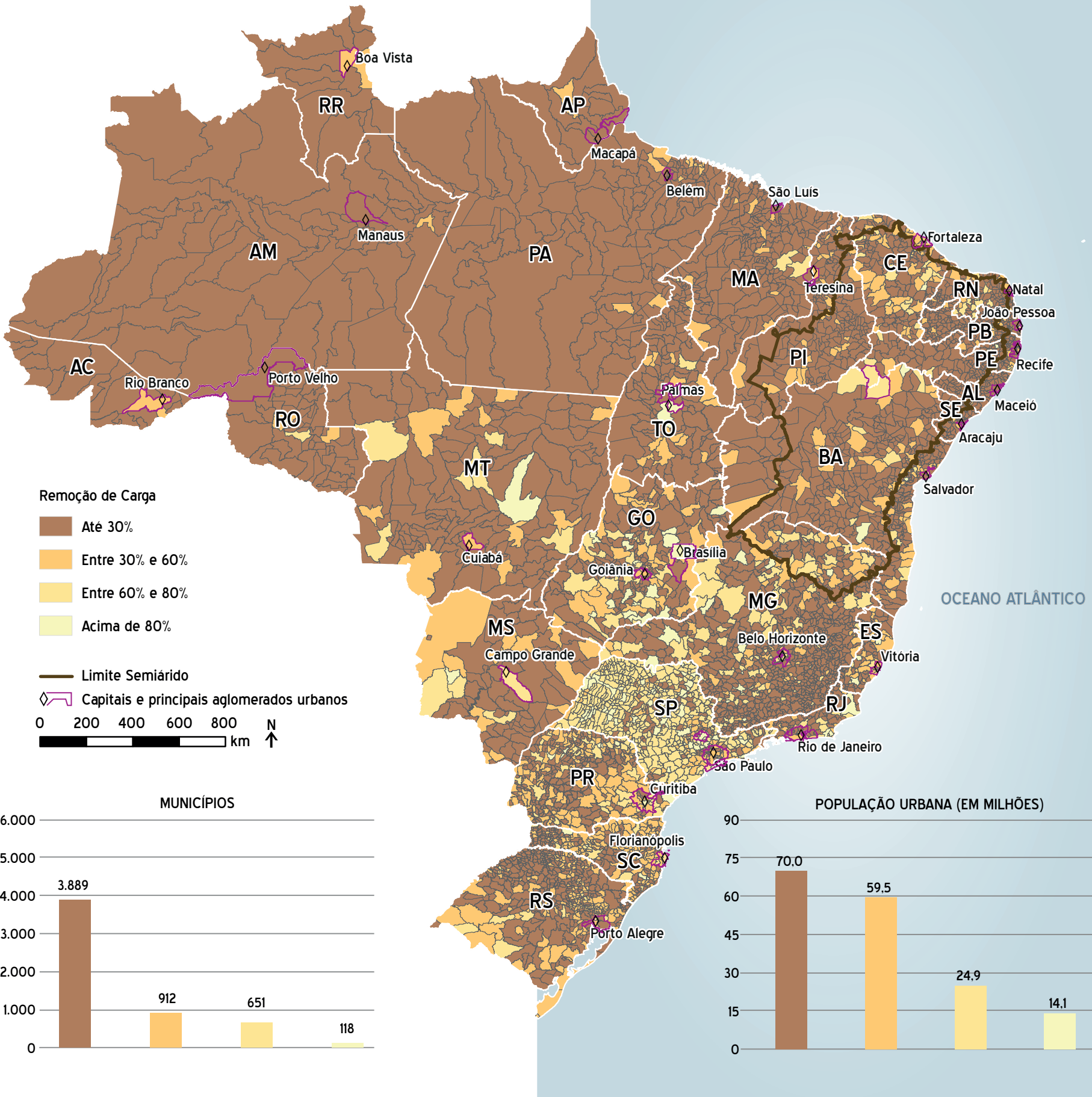
cidades conseguem remover mais de 80% da DBO.

Em qualquer das regiões geográficas também há predominância de cidades com baixos níveis de remoção da carga orgânica. A Região Sudeste destoa das demais em relação ao número de cidades com remoção acima de 60%: mais de 500 sedes urbanas. No estado de São Paulo, 461 das 645 cidades (mais de 70%) apresentam níveis de remoção de carga orgânica superior a 60%. Destas, 61 removem mais de 80% da DBO total dos esgotos gerados.

Nas UF's verifica-se que, à exceção do Distrito Federal e dos estados de São Paulo e Paraná, todas as demais têm uma estimativa de carga removida abaixo dos 50%. O Distrito Federal possui uma adequada infraestrutura de esgotamento sanitário, sendo a única UF em que a remoção da carga gerada é superior aos 60%, removendo 82% da carga gerada.

DISTRIBUIÇÃO DA CARGA ORGÂNICA NO BRASIL POR ESTADO E POR REGIÃO GEOGRÁFICA									
REGIÃO GEOGRÁFICA	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	POPULAÇÃO URBANA (em mil hab.)	CARGA GERADA (t DBO/dia)	CARGA COLETADA		CARGA NÃO COLETADA		CARGA REMANESCENTE (t DBO/dia)	PARCELA DE CARGA REMOVIDA
				Tratada (t DBO/dia)	Não Tratada (t DBO/dia)	Solução Individual (t DBO/dia)	Não Tratada (t DBO/dia)		
NORTE	Acre	562,8	30,4	10,2	0,6	3,9	15,7	19,9	35%
	Amapá	658,8	35,6	2,4	0,2	6,0	27,0	30,0	15%
	Amazonas	3.014,2	162,8	30,6	6,0	32,3	94,0	128,0	21%
	Pará	5.611,0	303,0	12,3	15,1	76,6	199,0	248,5	18%
	Rondônia	1.277,3	69,0	2,5	3,6	13,6	49,3	59,0	14%
	Roraima	374,1	20,2	3,0	0,8	6,8	9,7	13,9	31%
	Tocantins	1.169,2	63,1	18,3	0,8	9,9	34,1	41,3	35%
	TOTAL	12.667,4	684,1	79,3	27,1	149,1	428,8	540,6	21%
NORDESTE	Alagoas	2.426,3	131,0	21,7	12,0	16,1	81,2	112,6	14%
	Bahia	10.865,0	586,7	298,4	72,2	33,0	183,1	451,8	23%
	Ceará	6.569,3	354,7	141,0	14,0	108,2	91,4	197,4	44%
	Maranhão	4.283,4	231,3	9,1	30,0	51,4	140,8	193,5	16%
	Paraíba	2.956,4	159,6	68,1	25,9	11,0	54,7	102,9	36%
	Pernambuco	7.383,6	398,7	107,5	70,2	45,1	175,9	293,9	26%
	Piauí	2.096,9	113,2	11,4	2,7	32,2	67,0	85,1	25%
	Rio Grande do Norte	2.619,7	141,5	34,6	8,6	31,3	66,9	98,4	30%
	Sergipe	1.616,8	87,2	18,9	9,4	10,0	49,1	65,9	25%
	TOTAL	40.817,4	2.203,9	710,7	245,0	338,3	910,1	1.601,5	27%
SUDESTE	Espírito Santo	3.136,5	169,4	69,5	33,1	7,7	59,2	105,4	38%
	Minas Gerais	17.705,0	956,1	418,1	403,9	23,6	110,5	612,0	36%
	Rio de Janeiro	15.922,1	859,8	363,2	262,7	75,9	158,0	587,5	32%
	São Paulo	40.521,4	2.188,2	1.410,4	495,0	82,6	200,2	985,6	55%
	TOTAL	77.285,0	4.173,5	2.261,2	1.194,7	189,8	527,9	2.290,5	45%
SUL	Paraná	9.397,5	507,5	325,0	5,6	57,3	119,4	219,3	57%
	Rio Grande do Sul	9.477,2	511,8	134,2	144,2	122,9	110,4	331,0	35%
	Santa Catarina	5.557,4	300,1	72,8	26,1	141,9	59,3	156,3	48%
	TOTAL	24.432,1	1.319,4	532,0	175,9	322,1	289,1	706,6	46%
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	2.694,3	145,5	120,9	0,0	12,0	12,5	26,7	82%
	Goiás	5.801,9	313,3	149,9	7,9	41,0	114,5	184,8	41%
	Mato Grosso	2.617,2	141,3	31,8	3,0	29,5	77,0	98,0	31%
	Mato Grosso do Sul	2.170,4	117,2	49,4	0,9	17,9	48,9	66,8	43%
	TOTAL	13.283,8	717,3	352,0	11,8	100,4	252,9	376,3	48%
BRASIL		168.485,7	9.098,2	3.935,2	1.654,5	1.099,7	2.408,8	5.515,5	39%

REMOÇÃO DA CARGA DE ESGOTOS URBANOS



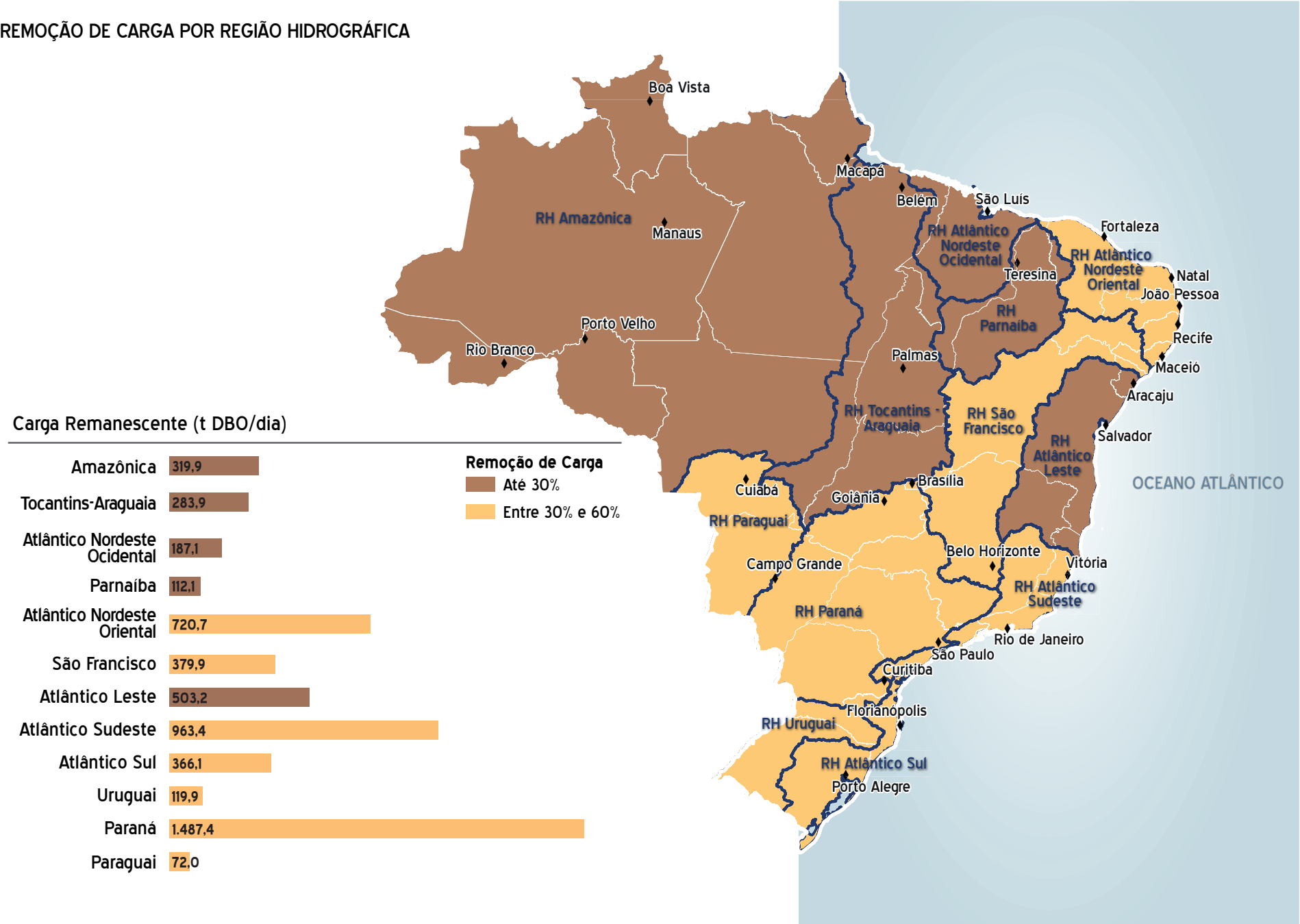
Conhecer a parcela da carga orgânica removida permite ter uma boa visão dos esforços já empreendidos no tratamento dos esgotos. Entretanto, é fundamental não perder de vista a avaliação da carga poluente remanescente quanto a seus potenciais impactos nos corpos hídricos e na saúde humana, uma vez que nas cidades mais populosas, mesmo com altos níveis de remoção, a carga residual pode ser significativa.

No recorte das Regiões Hidrográficas do País, a RH Paraná possui a maior população urbana e o maior número de municípios, incluindo 6 grandes aglomerados urbanos. É a Região com maiores níveis de tratamento do Brasil, sendo a remoção de carga orgânica superior a 60% em mais de 500 cidades, atendendo a uma população superior a 22 milhões de pessoas. Ainda assim, permanece a maior carga residual com potencial de causar impacto nos corpos hídricos.

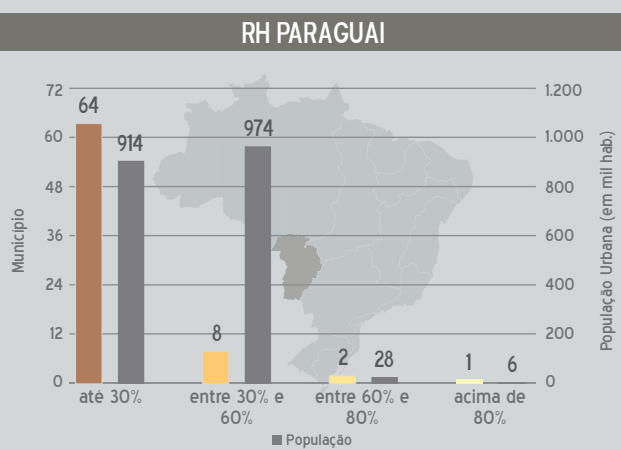
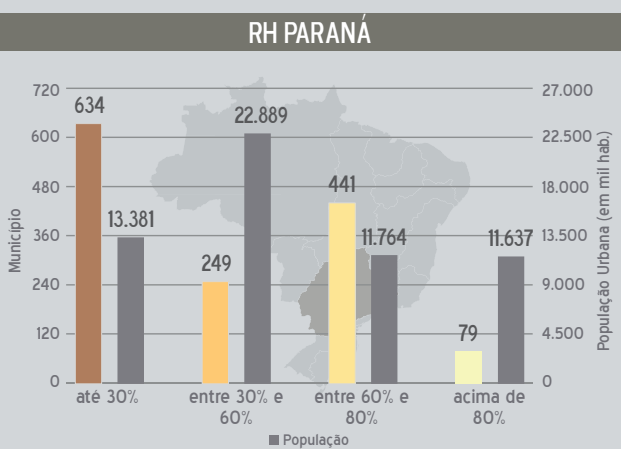
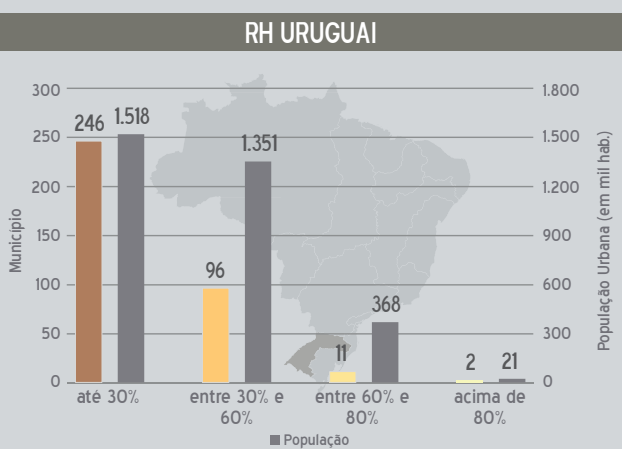
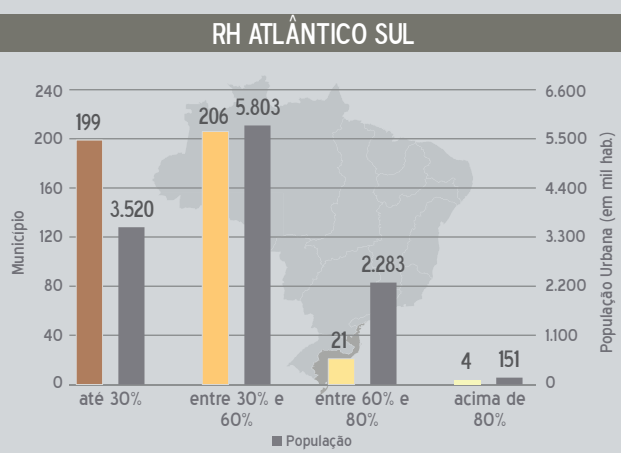
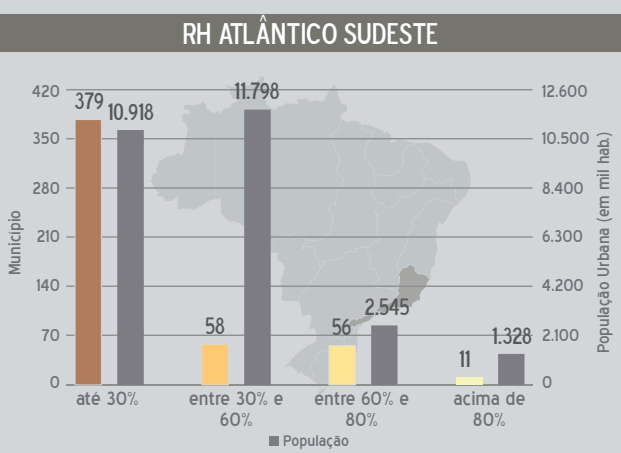
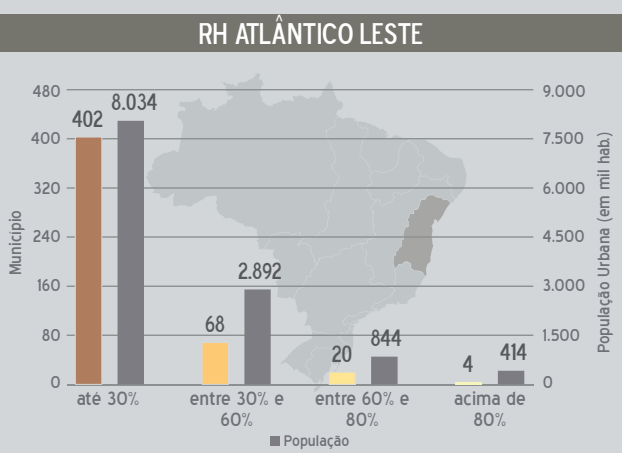
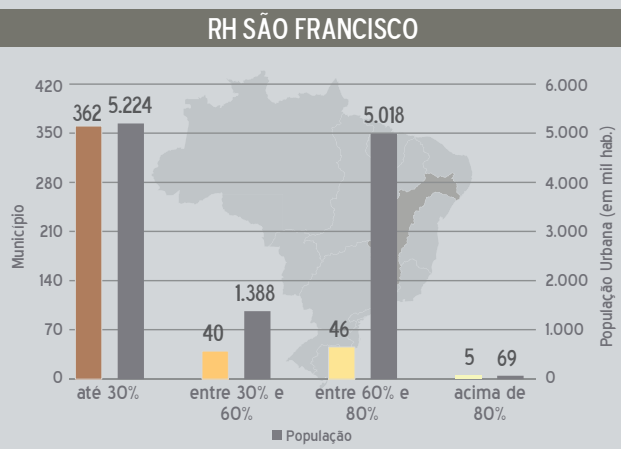
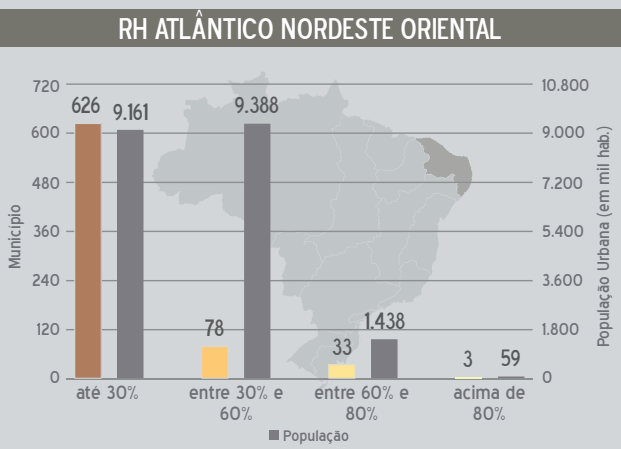
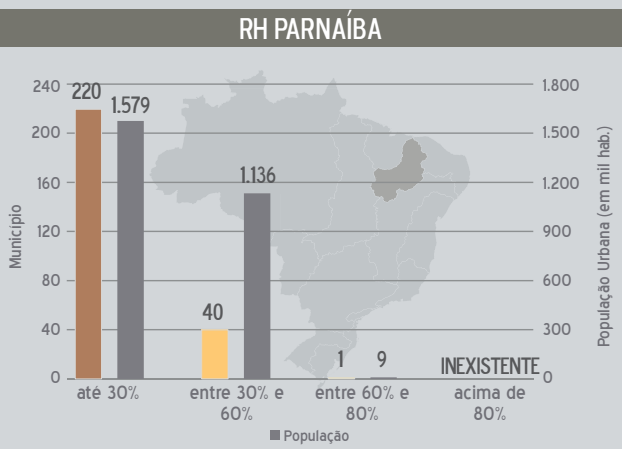
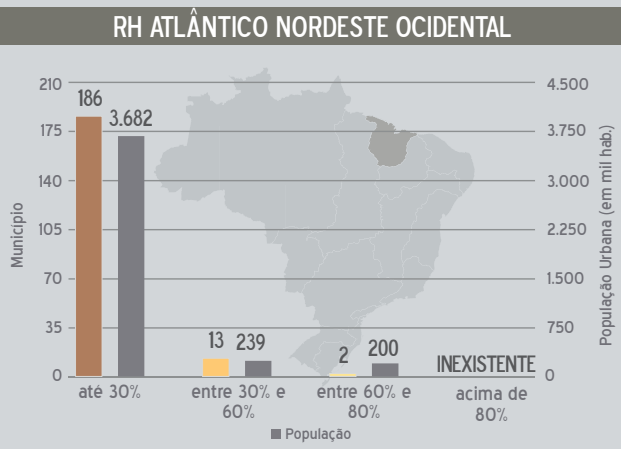
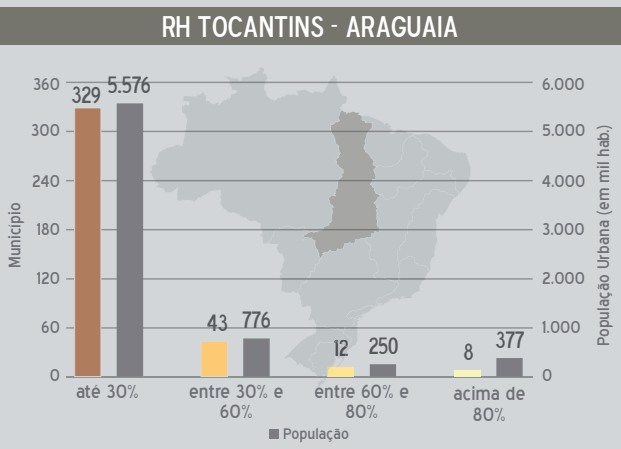
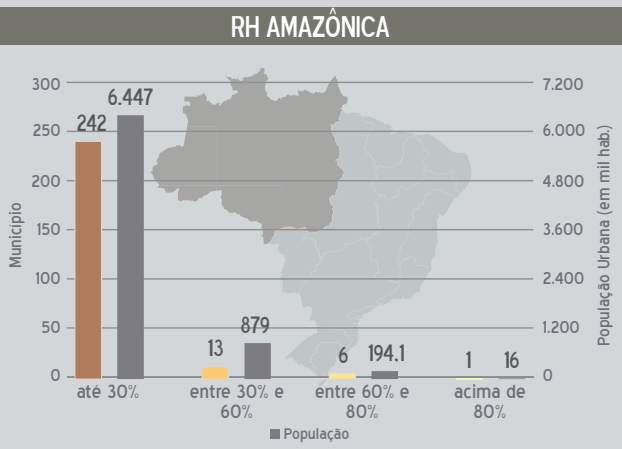
As RH Atlântico Sudeste e Atlântico Nordeste Oriental vêm em seguida em relação à carga residual. Nessas regiões há um elevado contingente populacional e grande número de municípios com baixa capacidade de remoção da carga orgânica, com destaque para a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e bacias litorâneas, respectivamente em cada RH.

Nas RH Amazônica, Tocantins-Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental notadamente predominam as populações em municípios com baixíssima remoção de carga orgânica (até 30%). A existência de rios caudalosos, especialmente nas duas primeiras regiões, pode levar ao entendimento de que os esgotos serão diluídos pelas suas águas. Entretanto, essa não é uma visão adequada, uma vez que a ausência de esgotamento sanitário adequado nesses municípios tem o potencial de impactar os canais e rios urbanos e agravar o quadro de saúde pública local.

REMOÇÃO DE CARGA POR REGIÃO HIDROGRÁFICA



FAIXAS DE REMOÇÃO DE CARGA ORGÂNICA POR REGIÃO HIDROGRÁFICA



2.5 | RESULTADOS POR MUNICÍPIO

Para a representação gráfica dos Sistemas de Esgotamento Sanitário (existentes e propostos) de todas as sedes urbanas contempladas no estudo, foram elaborados croquis padronizados, que estão disponíveis nas páginas da Internet da ANA (www.ana.gov.br) e do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH (www.snirh.gov.br).

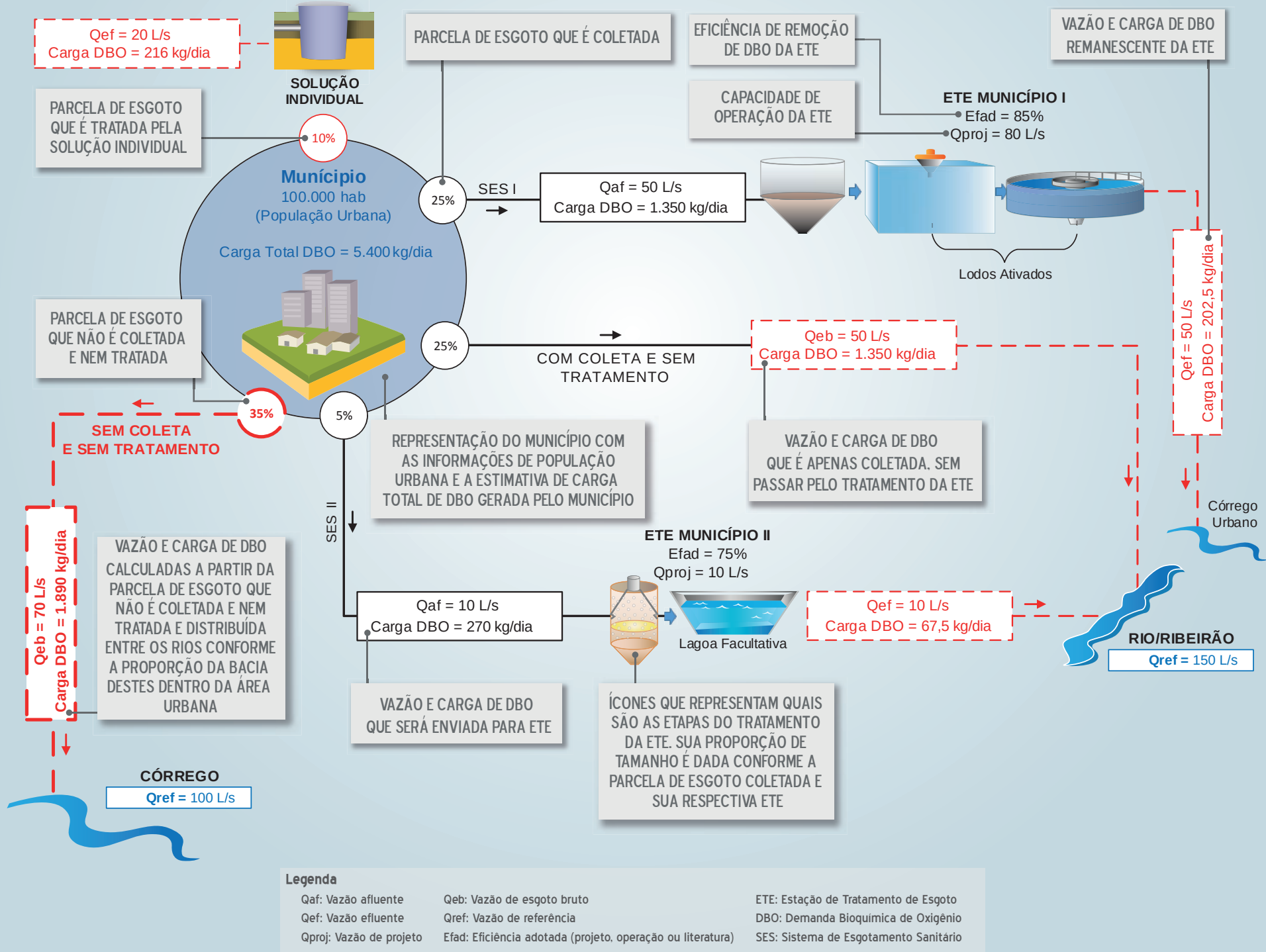
Nos croquis estão identificadas todas as parcelas de esgoto: coletada e tratada, coletada e não tratada, atendida pela solução individual com fossa séptica e sem nenhum tipo de

atendimento. Nesse contexto, são representadas as etapas de processo de tratamento da fase líquida dos efluentes. Por fim, são representados os corpos receptores dos lançamentos de esgoto bruto e/ou remanescente. Quando as coordenadas de lançamento não foram informadas, foi adotado como destinação final do efluente o corpo receptor de maior vazão da cidade.

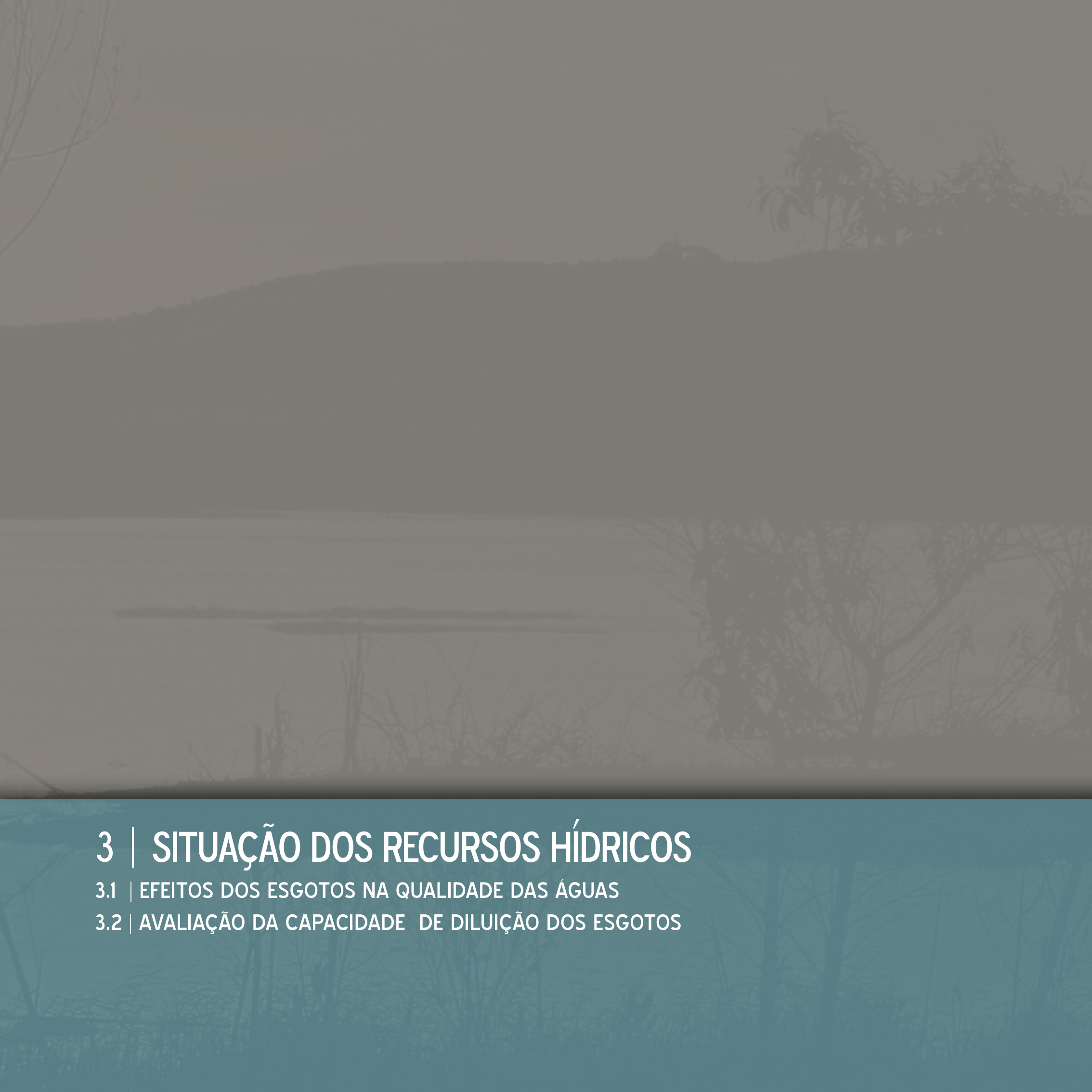
Nos estudos, foram consideradas a vazão e carga total de DBO gerada pela cidade a fim de identificar a adequação da capacidade de operação das ETEs, assim como a capacidade de autodepuração dos corpos hídricos quanto ao efluente lançado no mesmo.

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA GERAÇÃO, COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DAS CARGAS DE ESGOTOS NAS CIDADES BRASILEIRAS

Para cada um dos **5.570 municípios** do Brasil, foi feita uma representação gráfica das condições atuais do sistema de esgotamento sanitário. Um modelo explicativo da representação é apresentada abaixo.







3 | SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

3.1 | EFEITOS DOS ESGOTOS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS

3.2 | AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS ESGOTOS

3.1 | EFEITOS DOS ESGOTOS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o adequado tratamento tem resultado no comprometimento da qualidade da água, principalmente próximo às áreas urbanas, podendo impactar na saúde da população e até inviabilizar o atendimento de usos a jusante, especialmente o abastecimento humano.

O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil publicado em 2015 mostrou que 21% dos pontos de monitoramento localizados em corpos d’água próximos a áreas urbanas resultaram num Índice de Qualidade das Águas - IQA ruim ou péssimo, enquanto para todo o universo de pontos monitorados os resultados ruim ou péssimo foram cerca de 7%.

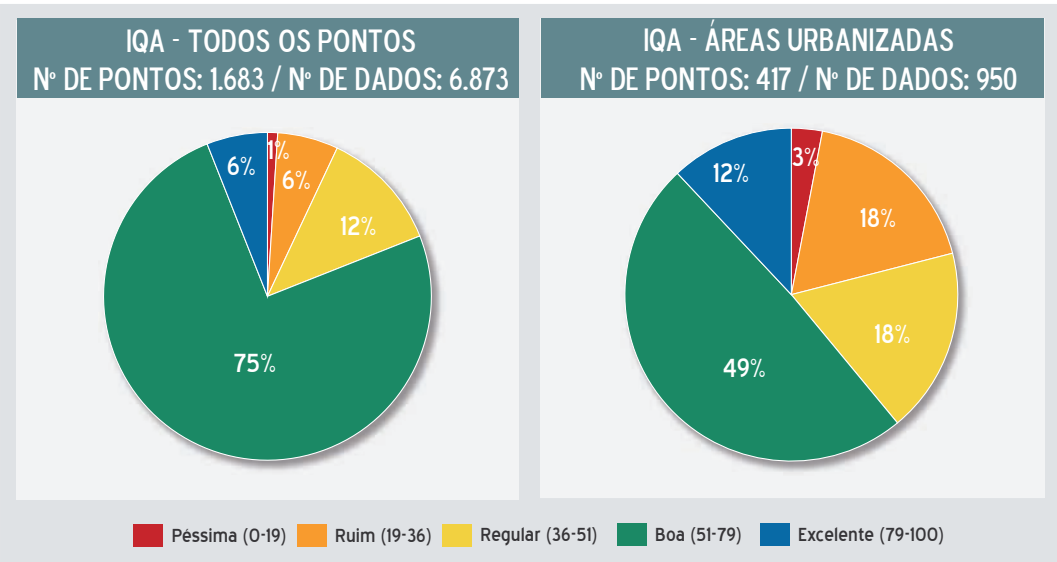
Isso corrobora a percepção de que muitos problemas de qualidade de água, especialmente relacionados ao aporte de matéria orgânica e nutrientes, estão concentrados próximos a grandes aglomerados urbanos e indicam a poluição por esgotos lançados sem o tratamento adequado.

A coleta e o tratamento dos esgotos gerados, ainda que seja capaz de mitigar impactos na saúde pública e nos recursos hídricos, não pode prescindir de uma avaliação da capacidade de diluição dos respectivos corpos receptores e da necessidade de compatibilização com a qualidade requerida para a manutenção dos diversos usos da água presentes nesses corpos hídricos. O enquadramento dos corpos d’água segundo os usos preponderantes, instrumento previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, é o principal guia para tal avaliação.

Para quantificar o impacto dos lançamentos de esgotos urbanos nos corpos d’água, considerando o enquadramento vigente, foi aplicada uma metodologia com apoio de modelagem matemática da qualidade de água. As cargas consideradas na modelagem foram obtidas do detalhamento dos sistemas de coleta e tratamento dos esgotos das cidades.

Os resultados da modelagem refletem a capacidade dos corpos receptores assimilarem os lançamentos de esgotos urbanos de cada cidade sem comprometer a classe de enquadramento em cada trecho de rio. A análise foi realizada considerando o efeito cumulativo dos efluentes na bacia, de forma que a influência dos lançamentos a montante fosse contemplada na avaliação da capacidade de diluição dos trechos localizados a jusante.

Além da DBO, foram também avaliados os parâmetros Fósforo e Nitrogênio nas simulações da situação futura, como forma de identificar grupos de cidades e/ou bacias hidrográficas que demandam atenção especial quanto à remoção desses nutrientes. A verificação do Fósforo foi realizada com foco na influência das cargas afluentes aos lagos e reservatórios, visando o controle do problema de eutrofização. No caso do Nitrogênio a avaliação teve como foco a potencial contaminação de mananciais a jusante.



Fonte: Conjuntura de Recursos Hídricos – Informe 2015, ANA.

ENQUADRAMENTO

Esse instrumento visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes. Os parâmetros e limites para a classificação das águas de acordo com seus usos preponderantes (classes de enquadramento) estão estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, complementada e alterada quanto às condições e padrões de lançamento de efluentes pela Resolução nº 430/2011 do mesmo Conselho.

Resumidamente, para as águas doces têm-se os seguintes usos, por classe:

- **Classe especial:** preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas em unidades de conservação de proteção integral, abastecimento humano após simples desinfecção e demais usos das classes 1 a 4;
- **Classe 1:** proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas, abastecimento para consumo humano com tratamento simplificado, irrigação de hortaliças consumidas cruas/frutas que se desenvolvem rente ao solo e demais usos das classes 2 a 4;
- **Classe 2:** proteção das comunidades aquáticas, abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de jardins e parques, recreação de contato primário, aquicultura, pesca e demais usos das classes 3 e 4;
- **Classe 3:** abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, recreação de contato secundário, pesca amadora e demais usos da classe 4;
- **Classe 4:** navegação e harmonia paisagística.

MODELAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA

A modelagem utilizada para avaliação dos corpos hídricos utilizou como base:

- Hidrografia multiescala da ANA dividida em trechos e sub-bacias, com informação das respectivas vazão e área;
- Base de dados de reservatórios elaborada pela ANA com informação de vazões, volume, área e tempo de residência;
- Base de dados de captações superficiais do *ATLAS Brasil: Abastecimento Urbano de Água*;
- Base de dados de estações de tratamento de esgotos elaborada a partir das visitas de campo e contato com os prestadores de serviço;
- Polígonos das áreas urbanas definidos a partir da base Áreas Edificadas do IBGE de 2013, complementada e refinada através da consulta aos trabalhos citados a seguir: (i) Áreas Urbanizadas – IBGE, 2005: Grandes Concentrações Urbanas, Cidades acima de 100 mil habitantes e Cidades Costeiras; (ii) Setores Censitários – IBGE, 2010; e, (iii) Refinamento manual, com auxílio da ferramenta *Google Earth*.

As áreas urbanas foram sobrepostas à hidrografia e suas respectivas sub-bacias para distribuição das cargas remanescentes de esgotos associadas aos respectivos corpos hídricos. Assim, foi possível identificar as parcelas associadas a cada trecho de rio, fornecendo subsídios para a avaliação do impacto das mesmas através da simulação dos parâmetros de qualidade de água, tanto na situação atual quanto para o ano de 2035.

Parâmetro DBO:

O processo de avaliação de DBO foi estruturado com o objetivo de calcular a concentração do parâmetro no final de cada trecho de rio na vazão de referência $Q_{95\%}$.

Foi utilizado na modelagem um esquema de análise acumulada de cargas de montante para jusante, fazendo-se a diferenciação entre ambientes lênticos e lóticos. Como contribuição per capita foi utilizado o valor de 54 g DBO/hab.dia. O abatimento das concentrações no corpo hídrico foi contabilizado através de solução analítica de decaimento de primeira ordem:

$$C = C_0 e^{-k_d t}$$

onde:
C é a concentração de DBO (mg/L) ao longo do tempo t;
 C_0 é a concentração inicial de DBO (mg/L);
t é o tempo (dia);
 k_d é o coeficiente de decaimento (dia⁻¹).

Foram considerados três valores para o coeficiente k_d :

Característica	Valor de k_d (d ⁻¹)
Ambientes lóticos e com concentrações de montante <= 5 mg DBO/L	0,15
Ambientes lóticos e com concentrações de montante > 5 mg DBO/L	0,25
Ambientes lênticos	0,033

A concentração de DBO resultante em cada trecho foi comparada com os limites estabelecidos nas classes de enquadramento e utilizada como referência

para estimativa das eficiências de tratamento requeridas.

Parâmetro Fósforo Total:

O processo de avaliação do Fósforo foi estruturado de forma a fornecer as concentrações resultantes nos lagos ou reservatórios somente para o ano de 2035. Levou em conta o aporte de cargas das cidades localizadas na área de contribuição de cada lago ou reservatório, utilizando uma contribuição per capita de 1 g P/hab.dia. O lago ou reservatório foi tratado como um reator bem misturado e a concentração foi calculada pela equação:

$$C = \frac{L \cdot 10^3}{V \cdot \left(\frac{1}{t} + \frac{2}{\sqrt{t}} \right)}$$

onde:
C é a concentração de fósforo (mg/L) no reservatório;
L é a carga de fósforo (kg/ano) afluente ao reservatório;
V é o volume do reservatório (m³); e,
t é o tempo de residência do reservatório (ano).

A estimativa da carga afluente ao lago ou reservatório foi realizada a partir da vazão e da concentração no trecho imediatamente a montante da unidade analisada. A concentração a montante foi obtida de forma análoga à da DBO, considerando um coeficiente de decaimento de 0,01 dia⁻¹ para o Fósforo.

Os resultados foram avaliados em relação ao impacto no nível de trofia dos reservatórios, comparando-se o valor da carga estimada com uma carga limite (calculada em função da concentração de 0,025 mg P/L, considerada como um valor limite de referência para eutrofização).

Parâmetro Nitrogênio Total:

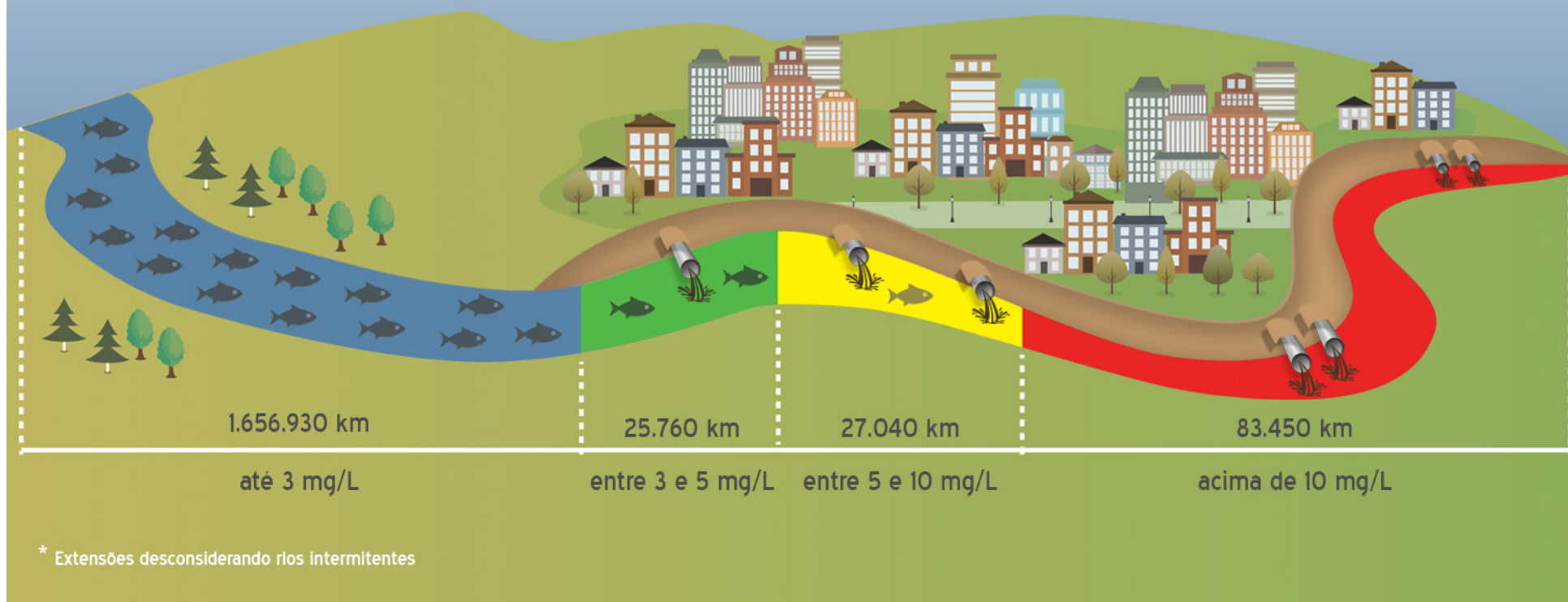
A avaliação do Nitrogênio se baseou numa abordagem conservadora utilizando no cálculo a soma da carga gerada pela população das cidades localizadas a montante do respectivo ponto de captação, de modo acumulado e sem abatimento, considerando uma contribuição per capita de 8 g N/hab.dia.

A concentração resultante foi calculada para a vazão de referência do trecho de rio onde se localizava a captação avaliada. Os resultados superiores a 10 mg N/L foram destacados como trechos que demandam atenção em relação ao uso para abastecimento público.

Nota:

O parâmetro coliformes termotolerantes, apesar de importante indicador para saúde pública, não foi modelado pois o resultado não alteraria o tipo de tratamento requerido. Sua eficiente remoção exige 100% de coleta e processo de desinfecção.

Extensão dos rios brasileiros comprometidos por DBO, segundo classes de enquadramento*



Considerando a vazão $Q_{95\%}$ e os limites estabelecidos para DBO nas diferentes classes de enquadramento previstas na Resolução CONAMA nº 357/2005, estimou-se que, do total da malha hídrica avaliada na situação atual, cerca de 4,5% (83.450 km) estão com concentração de matéria orgânica equivalente aos limites estabelecidos para a classe 4, o que restringe significativamente as possibilidades de uso dessas águas. Os segmentos comprometidos estão localizados próximos às áreas urbanas mais adensadas ou em trechos com capacidade de diluição muito reduzida.

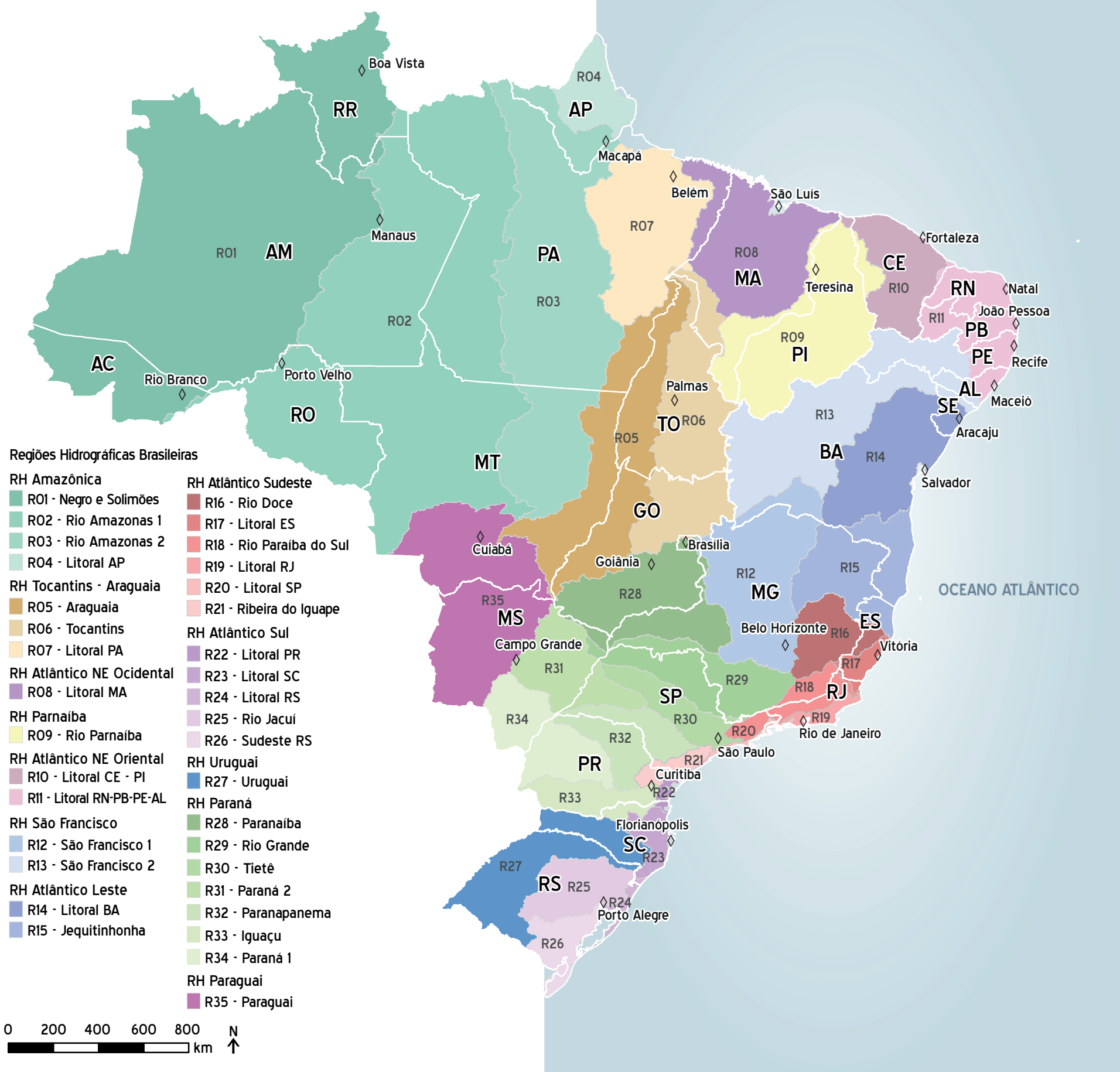
A base de cálculo utilizada na modelagem matemática foi organizada em 35 Unidades de Análise das Regiões Hidrográficas - UARH, estruturadas a partir das 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras - RHs definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH.

A definição dessas unidades teve dois propósitos principais: (i) facilitar a modelagem com a subdivisão das 12 RHs em unidades menores; e, (ii) reproduzir unidades estratégicas utilizadas pela ANA e estados no planejamento de recursos hídricos.

Na análise dos resultados obtidos nas 35 UARHs é possível identificar uma grande ocorrência de trechos de rios em desconformidade principalmente na região semiárida e nas UARHs de maior contingente populacional, notadamente na porção leste do País.

Por outro lado, a menor ocorrência de trechos em desconformidade se dá na Região Hidrográfica Amazônica, que concentra 53% da vazão disponível no Brasil e apenas 13 milhões de habitantes (7% da população brasileira). Para efeito de comparação, o Sudeste concentra uma população 6 vezes maior que a do Norte e dispõe de apenas 4% da disponibilidade hídrica do País. Esta distribuição desigual, afeta diretamente a qualidade dos corpos hídricos.

UNIDADES DE ANÁLISE DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS



Entre as unidades de análise, a que possui, proporcionalmente, maior percentual da extensão de trechos de rios em desconformidade com o enquadramento é a que abrange o Litoral do Rio de Janeiro (R19): 30,7% da extensão dos corpos d’água. Nessa, encontram-se 19 das 21 cidades que compõem a Região Metropolitana da capital do Estado, abrangendo quase 12 milhões de brasileiros. A parcela orgânica remanescente dos esgotos na UARH é de quase 70% da carga gerada pela sua população, demonstrando o baixo nível de remoção de DBO do efluente, que pode alcançar os corpos hídricos e impactar na qualidade de suas águas.

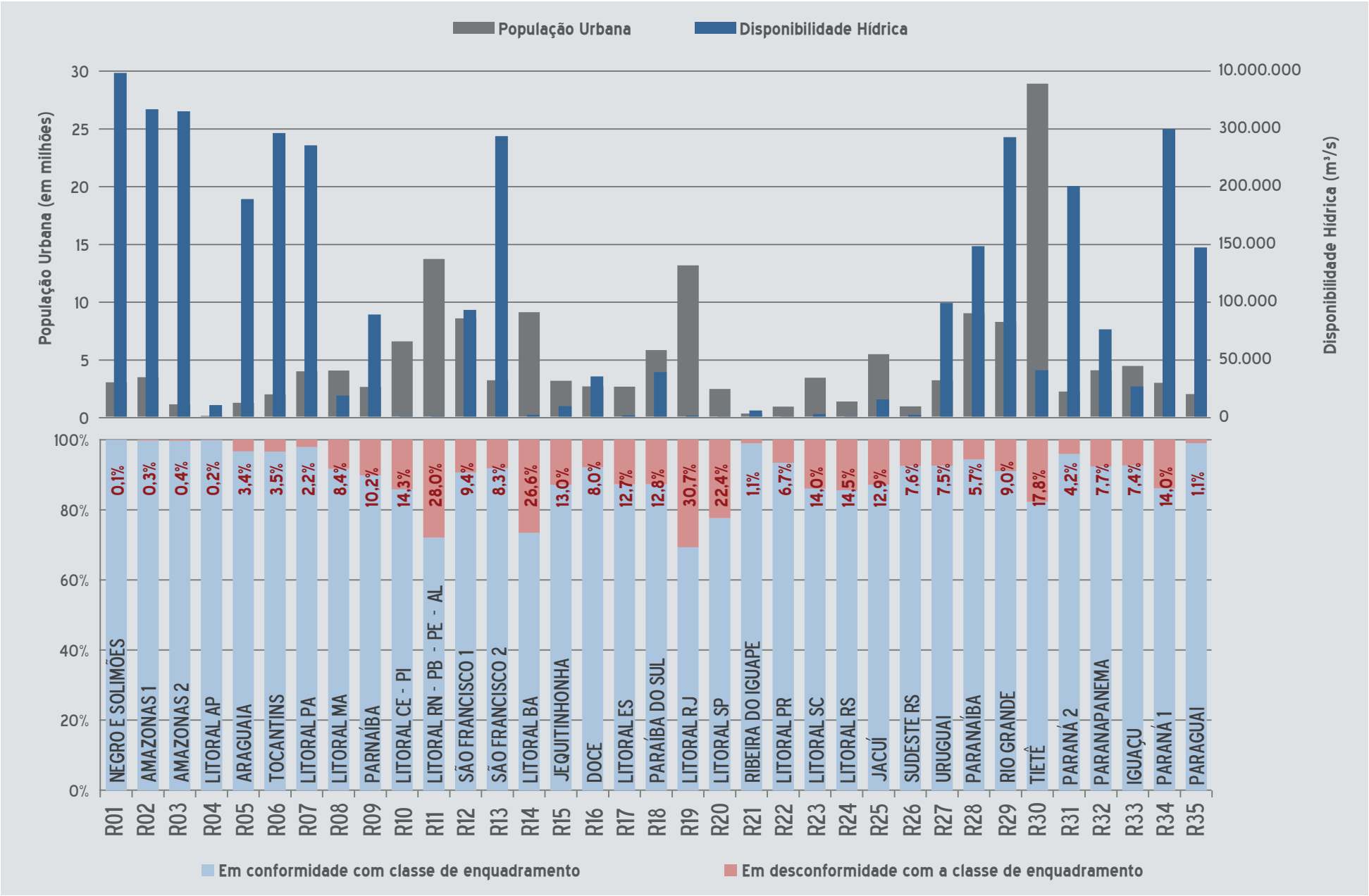
A UARH do Rio Tietê (R30) é a que possui a maior população urbana residente, cerca de 29 milhões de habitantes. Os corpos receptores desconformes com o enquadramento desta UARH (17,8% da extensão dos corpos d’água avaliados) estão localizados principalmente nas proximidades das Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas, onde a vazão dos corpos receptores é insuficiente para assimilar a carga gerada pelo elevado contingente populacional. Ainda no estado de São

Paulo, destaca-se também a unidade R20 - Litoral SP, com desconformidade em 22,4% da extensão dos corpos hídricos. Trata-se de área menos populosa do que a do Rio Tietê, mas com elevado adensamento populacional. Cabe registrar que o estado de São Paulo possui enquadramento contemplando, via de regra, classes menos restritivas nos trechos de rios sob influência dos efluentes dos principais centros urbanos.

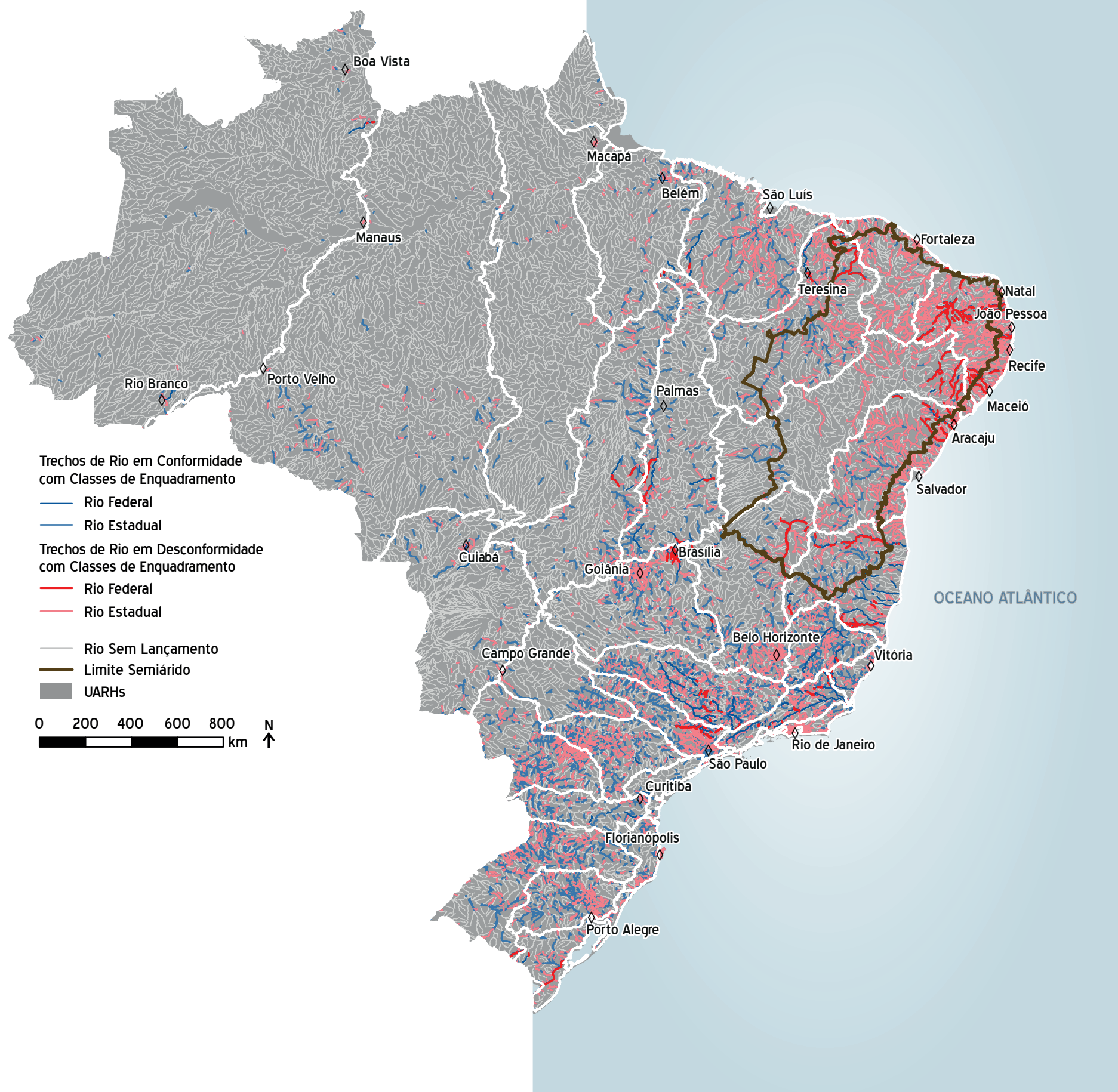
Além das UARHs já mencionadas, elevados níveis de comprometimento também foram observados em bacias litorâneas da região Nordeste e áreas de cabeceiras com grandes aglomerados urbanos.

De forma geral, os resultados da modelagem de qualidade de água mostraram que cerca de 6% da extensão dos trechos de rios avaliados estão com concentração de carga orgânica acima da permitida para seu enquadramento. Destes, 90% referem-se a rios de domínio estadual, ou seja, aqueles cuja gestão dos recursos hídricos cabe às Unidades da Federação.

As maiores populações urbanas não estão localizadas nas UARHs de maior disponibilidade hídrica, ressaltando os desafios a serem enfrentados para resolver a questão do saneamento no Brasil e seu impacto nos corpos receptores.



ANÁLISE DA CONFORMIDADE COM CLASSES DE ENQUADRAMENTO



3.2 | AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS ESGOTOS

Além de compreender o impacto dos esgotos nos corpos receptores, que são função da disponibilidade hídrica e dos requisitos de qualidade das águas, foi importante definir um indicador que sintetizasse a capacidade de diluição dos esgotos em relação à população das cidades, de forma a subsidiar o planejamento do tratamento de esgotos.

De modo a categorizar o principal corpo receptor de cada sede urbana em função de seu potencial para diluir os efluentes sanitários, utilizou-se a relação entre a disponibilidade hídrica e a população urbana residente na área de contribuição de cada

corpo receptor. A disponibilidade hídrica, considerada no âmbito do estudo, se refere à vazão de estiagem com permanência de 95% ($Q_{95\%}$). Para lançamentos a jusante de reservatórios, a vazão considerada foi a vazão mínima defluente ou, na sua ausência, a vazão regularizada.

Na distribuição das categorias de capacidade de diluição foram avaliadas faixas de capacidade de diluição dos corpos receptores em função do potencial de atendimento às classes de enquadramento para água doce, prescritas na Resolução CONAMA nº 357/2005, e da remoção de carga orgânica aplicada ao total gerado pela respectiva população urbana da área de contribuição de cada trecho de rio avaliado.

CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS CORPOS RECEPTORES EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE ENQUADRAMENTO			
CAPACIDADE DE DILUIÇÃO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA / POPULAÇÃO URBANA (L/hab.dia)		DESCRIÇÃO
	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
Ilimitada	Não se aplica		Possibilidade de lançamento no mar
Ótima	> 11.000		Não há problemas para diluição de efluentes
Boa	4.500	11.000	Pode atender classe 2 com remoção de até 60% da carga orgânica
Regular	2.000	4.500	Pode atender classe 2 com 60% a 80% de remoção de carga orgânica
Ruim	300	2.000	Pode atender classe 2 com 90% a 97% de remoção da carga orgânica ou classe 3 com 90% de remoção da carga orgânica gerada
Péssima	< 300		Pode atender classe 4
Nula	Não se aplica		Corpo receptor efêmero ou intermitente sem vazão de diluição

CONDIÇÕES ESPECIAIS DE DILUIÇÃO

Do ponto de vista dos recursos hídricos, as situações extremas que podemos observar em relação à possibilidade de diluir os lançamentos de esgotos são a de inexistência de vazão no corpo hídrico durante longos períodos de tempo no ano ou existir uma vazão infinitamente maior do que a carga lançada.

O primeiro caso pode ocorrer, por exemplo, no semiárido, onde grande parte de seus rios são intermitentes e os açudes são a solução encontrada para armazenar água para usos mais nobres, como o abastecimento humano, e superar os períodos sem chuva, além de ter a função de regularizar as vazões dos corpos d'água da região.

Nesses locais, em função da escassez de água para diluição de efluentes, podem ser requeridas soluções mais complexas, como a utilização de processos com maior eficiência na remoção de patógenos (alternativa para reduzir riscos aos usos da água a jusante) ou o reuso de efluente sanitário (alternativa para remoção de carga de nutrientes afluente aos açudes).

No outro extremo, encontram-se as cidades costeiras, que possuem a alternativa de utilização do oceano para disposição final dos seus esgotos, mas que requerem especial atenção no entendimento da hidrodinâmica local e na forma de disposição do efluente, sempre com foco no atendimento às exigências ambientais.

Cerca de 2.500 sedes urbanas se caracterizam por possuir nas suas proximidades corpos d'água com capacidade de diluição ruim, péssima ou nula, ou seja, não dispõem de corpos receptores que possibilitem diluir os efluentes sanitários, mesmo que tratados, sem resultar em qualidade de água compatível apenas

A categoria de municípios com capacidade de diluição ilimitada foi atribuída aqueles 254 cujas sedes urbanas estão localizadas na região costeira e que atualmente já dispõem seus efluentes no mar ou possuem essa alternativa como potencial para disposição dos efluentes tratados. Nessa categoria encontram-se algumas grandes cidades, como Rio de Janeiro e Salvador, e representam uma população urbana superior a 40 milhões de pessoas.



Com exceção da Região Nordeste, nas demais regiões geográficas há predominância do número de cidades próximas a corpos receptores com ótima, boa ou regular capacidade de diluição. No entanto, em termos populacionais, essa situação só ocorre na Região Norte.

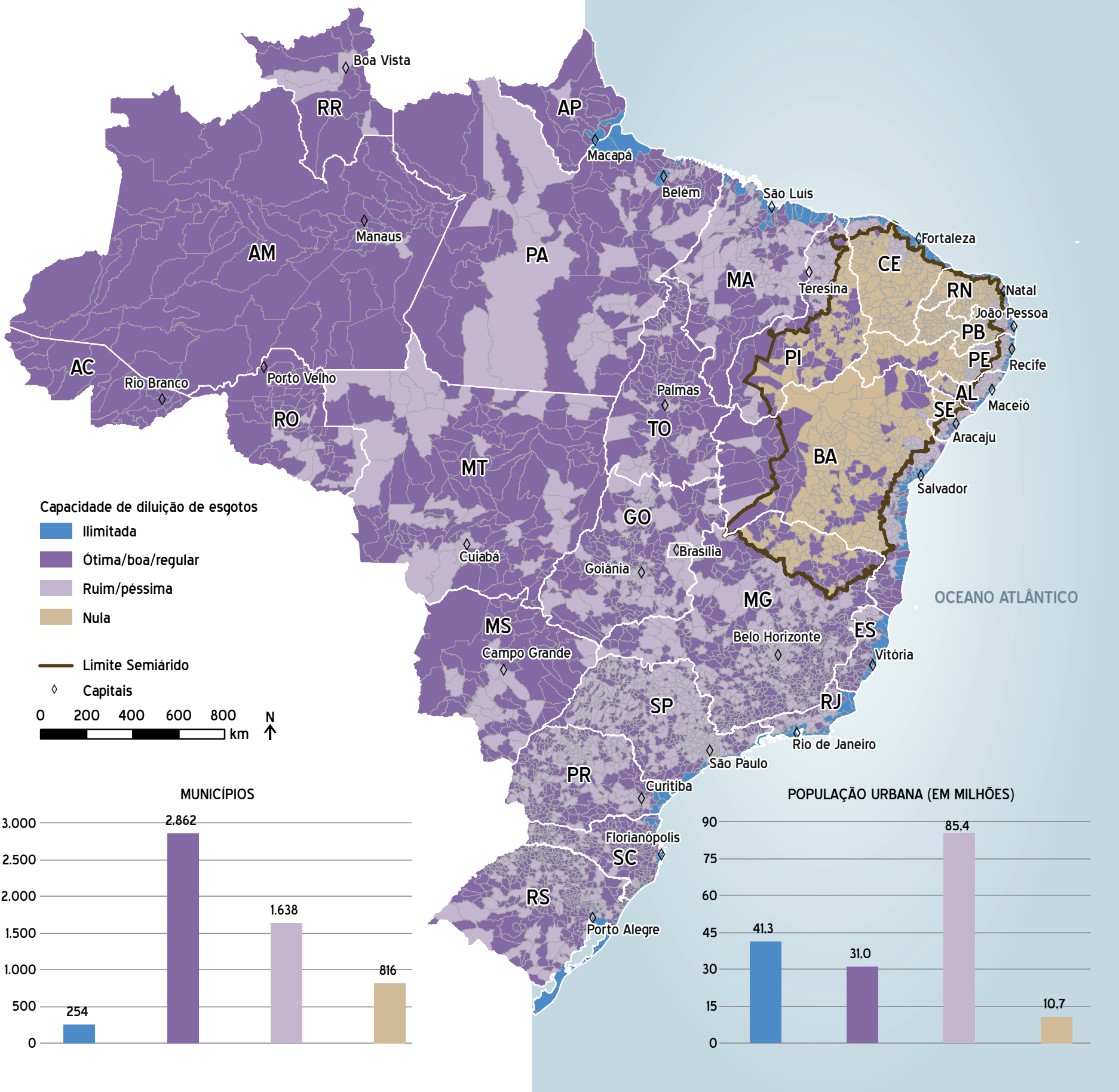
Nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste o maior contingente populacional está nas cidades cujos corpos receptores possuem capacidade de diluição ruim ou péssima. No Sudeste, onde estão localizados os maiores aglomerados urbanos do País,

quase 50 milhões de pessoas encontram-se próximas a corpos receptores com baixa capacidade de diluição (cerca de 60% de sua população urbana).

No Nordeste, com grande parte de sua área no semiárido, quase 800 sedes não dispõem de corpos d'água com vazão suficiente para diluir os esgotos. Nessas cidades estão mais de 10 milhões de pessoas, cerca de 25% da população urbana da região. Ainda em relação ao contingente populacional, mais de 17 milhões de pessoas na Região Nordeste estão nas cidades costeiras, algumas das mais importantes da região, que têm, portanto a possibilidade de disposição final dos efluentes no mar.

SOBRE A CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS ESGOTOS									
REGIÃO GEOGRÁFICA	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	ILIMITADA		ÓTIMA/BOA/REGULAR		RUIM/PÉSSIMA		NULA	
		Municípios	População (em mil hab.)	Municípios	População (em mil hab.)	Municípios	População (em mil hab.)	Municípios	População (em mil hab.)
NORTE	Acre	-	0	22	562,8	-	-	-	-
	Amapá	1	418,6	14	237,4	1	2,8	-	-
	Amazonas	-	0	61	2.999,2	1	15,0	-	-
	Pará	9	2.043,7	92	1.784,7	43	1.782,5	-	-
	Rondônia	-	0	41	1.028,3	11	249,0	-	-
	Roraima	-	0	11	52,9	4	321,2	-	-
	Tocantins	-	0	117	508,8	22	660,5	-	-
	TOTAL	10	2.462,3	358	7.174,1	82	3.031,0	-	-
NORDESTE	Alagoas	16	1.198,1	12	113,6	47	703,1	27	411,6
	Bahia	27	4.201,4	108	1.617,1	88	1.664,6	194	3.381,9
	Ceará	22	3.700,7	6	68,8	22	333,2	134	2.466,5
	Maranhão	22	1.317,9	84	1.280,0	111	1.685,4	-	-
	Paraíba	10	1.089,5	6	57,5	63	547,7	144	1.261,7
	Pernambuco	18	3.745,7	7	85,5	96	2.409,1	64	1.143,4
	Piauí	4	163,9	87	363,7	60	1.206,3	73	362,9
	Rio Grande do Norte	21	1.247,4	3	9,7	19	248,1	124	1.114,5
	Sergipe	6	775,0	9	64,0	42	631,4	18	146,4
	TOTAL	146	17.439,6	322	3.659,9	548	9.428,9	778	10.288,9
SUDESTE	Espírito Santo	12	2.151,9	49	773,2	17	211,5	-	-
	Minas Gerais	0	0	579	4.935,4	236	12.321,2	38	448,4
	Rio de Janeiro	30	13.093,9	33	805,6	29	2.022,5	-	-
	São Paulo	16	2.005,4	311	3.719,7	318	34.796,3	-	-
	TOTAL	58	17.251,2	972	10.233,9	600	49.351,5	38	448,4
SUL	Paraná	6	240	244	2.047,2	149	7.110,3	-	-
	Rio Grande do Sul	14	2.080	387	2.635,7	96	4.761,5	-	-
	Santa Catarina	20	1.833,4	242	2.289,8	33	1.434,1	-	-
	TOTAL	40	4.153,4	873	6.972,7	278	13.305,9	-	-
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	-	-	-	-	1	2.694,3	-	-
	Goiás	-	-	169	1.189,1	77	4.612,9	-	-
	Mato Grosso	-	-	108	1.008,4	33	1.608,9	-	-
	Mato Grosso do Sul	-	-	60	809,4	19	1.361,0	-	-
	TOTAL	-	-	337	3.006,9	130	10.277,1	-	-
BRASIL		254	41.306,5	2.862	31.047,5	1.638	85.394,4	816	10.737,3

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS ESGOTOS



A análise da situação de cada cidade em relação aos seus corpos receptores reforça a atenção que deve ser dada à avaliação da qualidade das águas nas áreas de maior adensamento populacional e no semiárido, visto que são regiões mais críticas e que podem requerer soluções mais complexas para se adequar às exigências normativas.

Além da situação crítica de muitos municípios localizados no semiárido, com vazão nula para diluição de efluentes tratados, os estados de Minas Gerais e São Paulo merecem destaque, uma vez que possuem o maior número de municípios e contingente populacional próximos a corpos hídricos com capacidade de diluição ruim ou péssima.

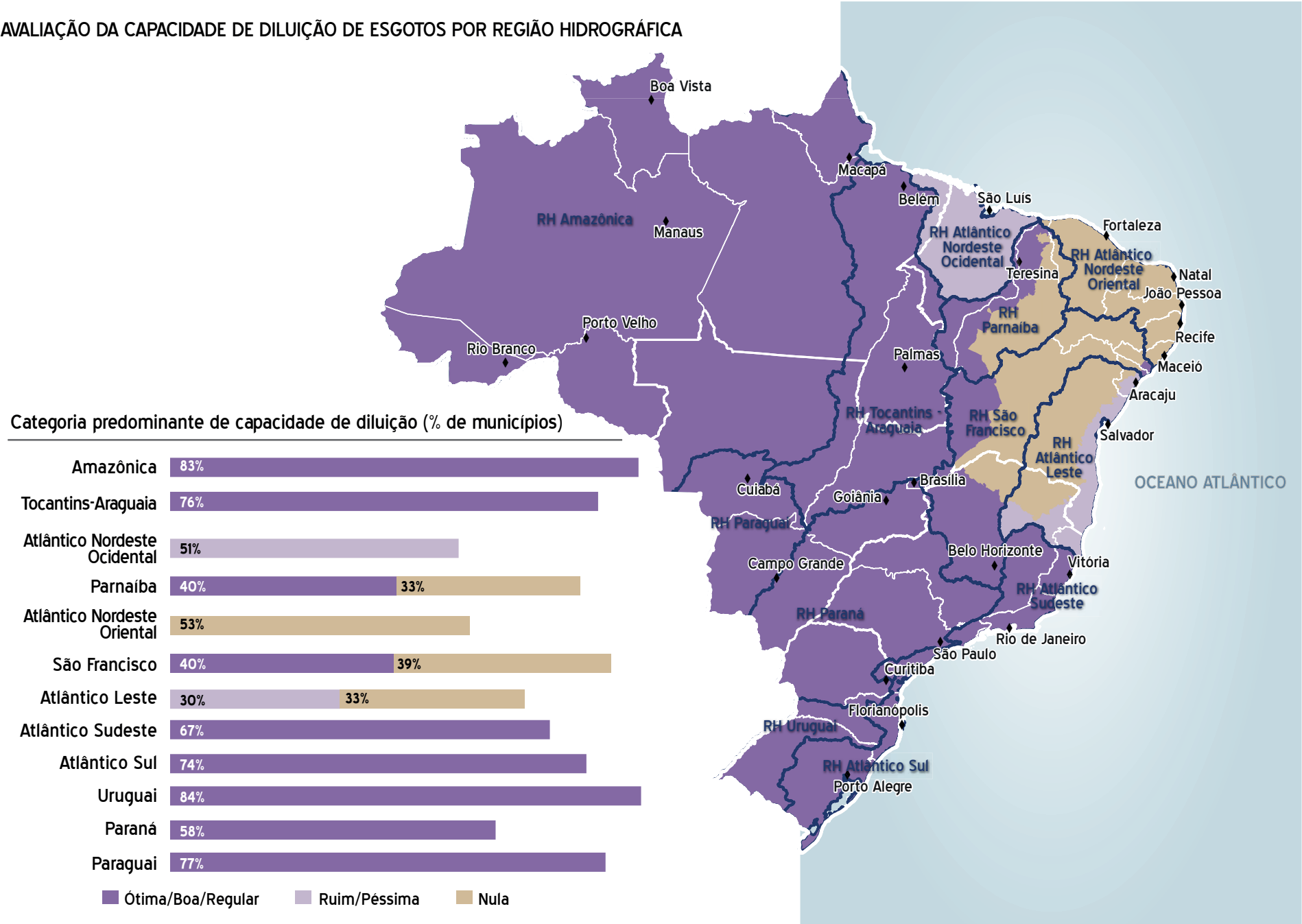
Ao observar as Regiões Hidrográficas, a RH Paraná destaca-se como a de maior número de municípios e maior contingente

populacional com vazão de diluição ruim/péssima. Ou seja, é a RH que revela a maior necessidade de tratamento avançado de esgotos (eficiência superior a 80%) ou de soluções complementares para melhorar a condição de seus recursos hídricos.

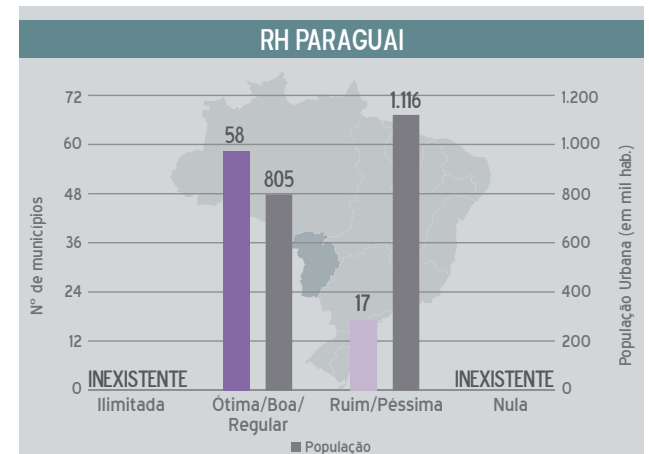
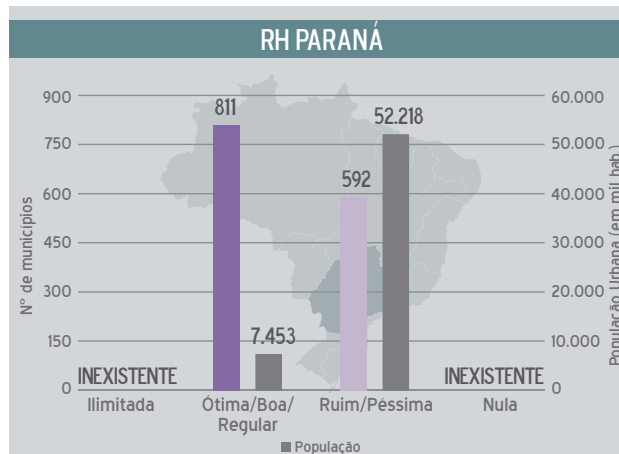
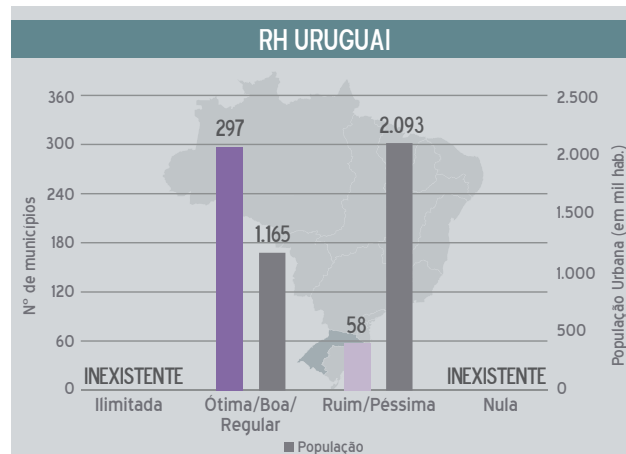
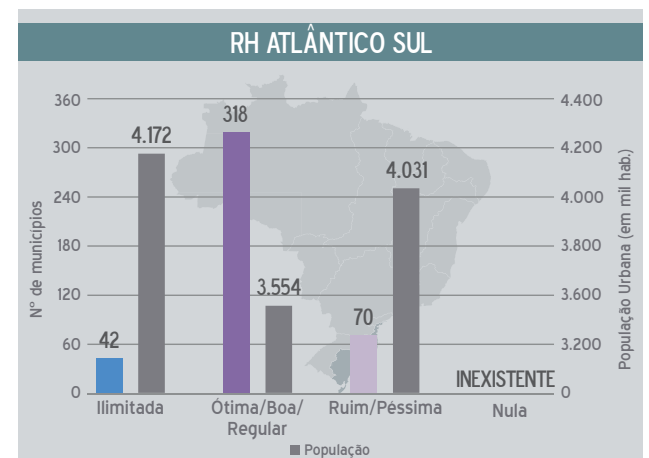
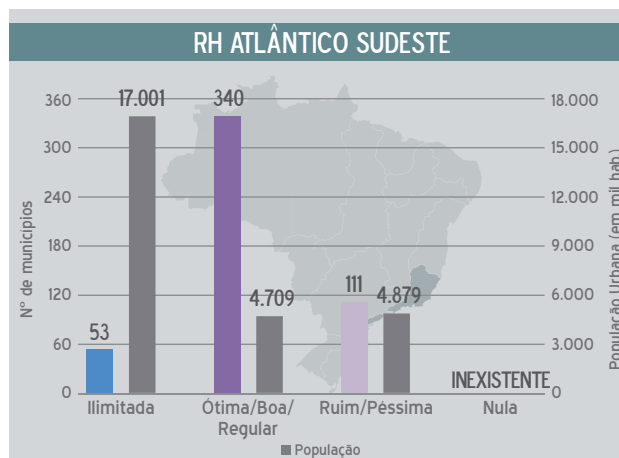
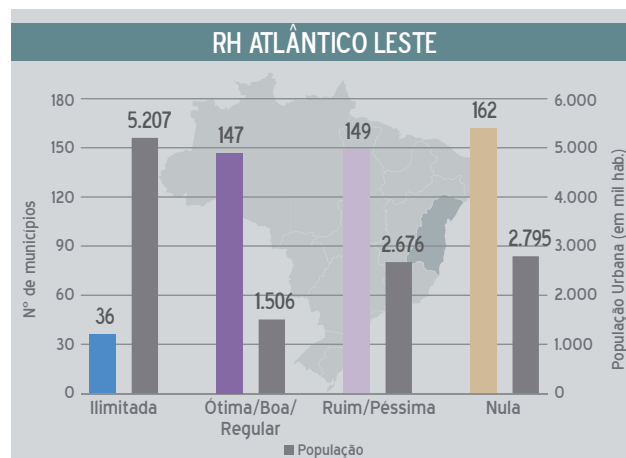
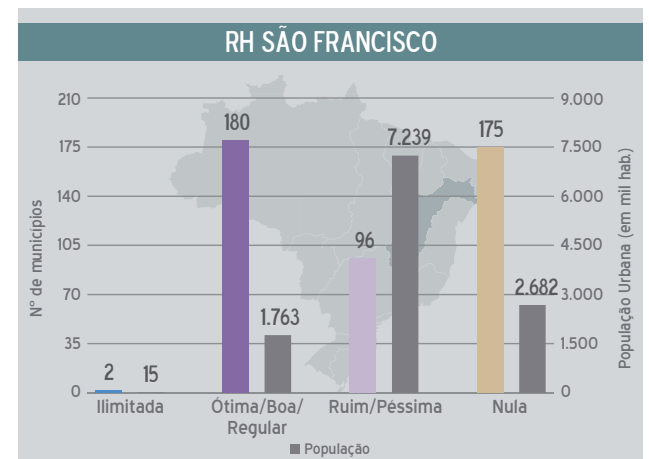
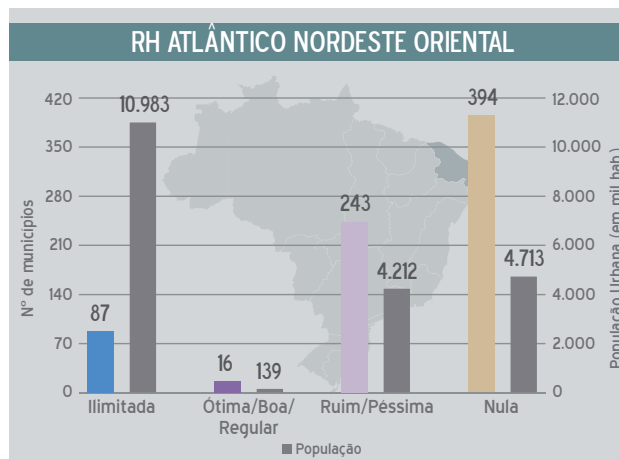
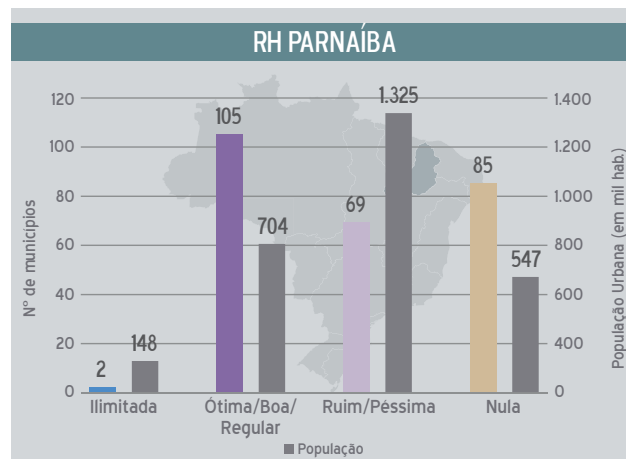
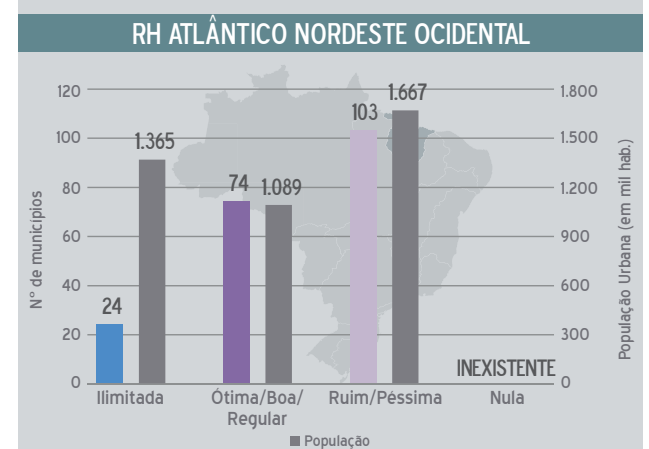
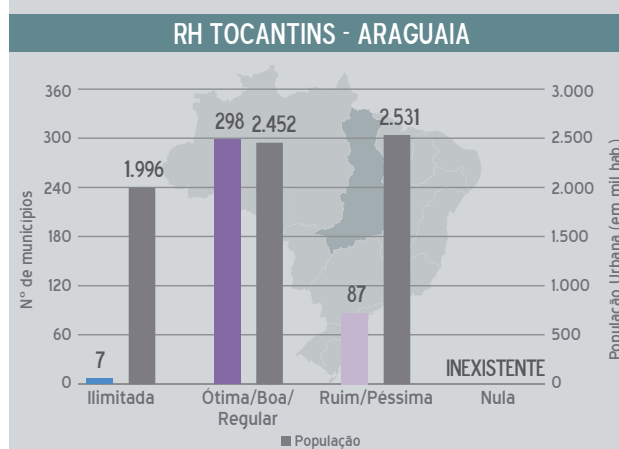
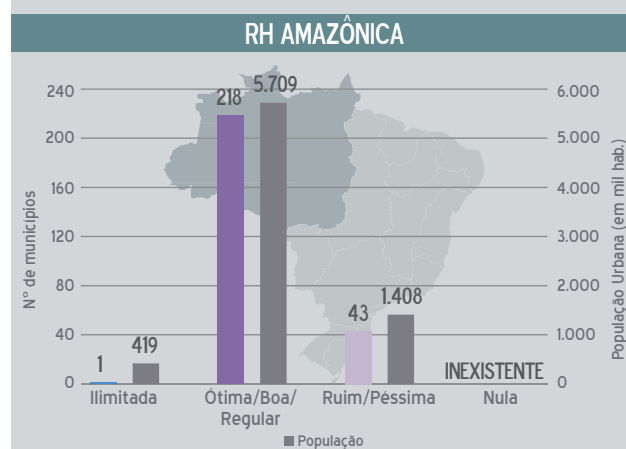
No outro extremo, tem-se a RH Amazônica com elevada disponibilidade hídrica e a maior parte de seus municípios necessitando apenas de tratamento de esgotos convencional para manter seus rios na condição de classe 2 de enquadramento.

Já as RHs Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco e Atlântico Leste têm em comum o fato de possuírem municípios com disponibilidade hídrica nula por estarem localizados na região do semiárido. Esses municípios requerem um tratamento de esgotos com elevada remoção de patógenos ou com disposição no solo, uma vez que o efluente tratado será, em muitos casos, a única água disponível para uso a jusante.

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DE ESGOTOS POR REGIÃO HIDROGRÁFICA



CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DE ESGOTOS POR REGIÃO HIDROGRÁFICA







4 | PLANEJAMENTO DO TRATAMENTO DE ESGOTOS E INVESTIMENTOS

4.1 | AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DO TRATAMENTO REQUERIDO

4.2 | CUSTOS DE COLETA E TRATAMENTO

4.1 | AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DO TRATAMENTO REQUERIDO

A análise dos efeitos dos efluentes sanitários nos corpos hídricos foi também elaborada para o horizonte de 2035, com base na população urbana projetada e na premissa da universalização do atendimento dos serviços de esgotamento sanitário. Os níveis de cobertura por rede coletora e tratamento no horizonte 2035 foram considerados iguais ou superiores a 90%, sendo complementados por soluções individuais (fossas sépticas). Por sua vez, foram utilizados nesse horizonte futuro os mesmos índices de solução individual atualmente observados nos municípios, exceto quando os mesmos forem superiores a 10%.

Os dados da projeção populacional urbana e da estimativa da respectiva carga orgânica remanescente (expressa em termos de DBO) foram utilizados nessa análise futura do impacto do lançamento dos esgotos nos recursos hídricos.

A modelagem de qualidade de água, considerando a interação entre os lançamentos de todas as cidades e utilizando a bacia hidrográfica como unidade de análise, forneceu subsídios para a definição das eficiências requeridas, com base nos limites das classes de enquadramento estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Determinou-se, então, a remoção de DBO necessária para cada ETE existente ou prevista a partir do modelo, organizadas por processos convencionais (60 a 80% de eficiência) ou avançados (acima de 80%). Não foram considerados tratamentos com eficiência inferior a 60%, mesmo quando o corpo receptor possuía elevada disponibilidade hídrica, embora essa flexibilização seja prevista na Resolução CONAMA nº 430/2011. Adicionalmente, a análise foi ampliada contemplando os potenciais efeitos negativos das cargas de Fósforo e de Nitrogênio.

Os resultados da modelagem para DBO, que consideraram o efeito acumulado das cargas de esgoto provenientes de montante, foram confrontados com a solução requerida em cada cidade quando analisada individualmente, sem influência dos demais lançamentos. Quando identificadas divergências entre os resultados do modelo e da análise individual de modo a exigir aumento da eficiência requerida, os municípios foram caracterizados pela necessidade de definição conjunta das soluções. No entanto, como solução adotada para estimativa de custos foram mantidas as eficiências requeridas identificadas a partir da modelagem de qualidade de água.

Nos casos cuja máxima eficiência de remoção de carga orgânica não foi suficiente para atender às limitações legais, os municípios foram caracterizados pela necessidade de soluções complementares, como a disposição no solo ou reuso do efluente. Parte significativa dos municípios do Semiárido Brasileiro encontram-se nessa situação, tendo em vista a condição de intermitência de vazão em grande parte dos corpos receptores.

Por serem considerados como casos extremos da necessidade de soluções complementares, esse grupo de municípios foi caracterizado separadamente.

Como produto dessa análise os municípios foram organizados em função de tipologias de soluções para o tratamento e destinação final do efluente, da seguinte forma:

- **Tipo 1 (Solução com Tratamento Convencional):** Município cujo principal corpo receptor possui capacidade hídrica suficiente para diluir os esgotos, mantendo-se as concentrações de DBO dentro dos limites para a classe 2 com tratamento mínimo (remoção entre 60 a 80%).
- **Tipo 2 (Solução com Tratamento Avançado):** Município cujo principal corpo receptor requer tratamento com elevada remoção de DBO (maior que 80%) para se enquadrar nos requisitos da classe 2. Essa situação ocorre em municípios com corpos receptores com baixa capacidade de diluição para os efluentes lançados, nos quais a solução de ampliação da eficiência de remoção de DBO é suficiente.
- **Tipo 3 (Solução para o Semiárido):** Município cujo principal corpo receptor é intermitente ou efêmero e está localizado no Semiárido Brasileiro. Além dos requisitos de remoção de DBO, é importante considerar a possibilidade de reuso do efluente tratado e/ou priorizar processos de tratamento que resultem em elevada remoção de microrganismos patogênicos. Dada a escassez hídrica, os efluentes podem se converter em fontes alternativas de água, consequentemente, constituindo-se num risco à saúde pública. Portanto, a preocupação com os aspectos de proteção à saúde remete à busca de soluções com maior remoção de patógenos. Outra opção para os municípios localizados no Semiárido é a disposição no solo (subsuperficial ou superficial).
- **Tipo 4 (Solução Conjunta):** Município cujo principal corpo receptor é impactado por lançamentos de efluentes a montante, exaurindo a capacidade de assimilação do corpo receptor e inviabilizando o lançamento de outros efluentes de jusante. Nesse caso, os níveis de tratamento de esgotos a serem adotados em cada município requerem uma discussão mais ampla, sendo conveniente uma discussão entre os municípios envolvidos de modo a alcançar uma solução conjunta considerando as diferentes capacidades institucionais e financeiras.
- **Tipo 5 (Solução Complementar):** Município cujo principal corpo receptor não possui capacidade de diluição devido à baixa relação entre a disponibilidade hídrica e a carga orgânica lançada. Exemplo típico dessa situação são os municípios localizados nas regiões de cabeceiras dos rios. É necessário buscar soluções adicionais, tais como: a escolha de um novo corpo receptor, a disposição do efluente no solo, o reuso do efluente tratado, dentre outras.

Sobre o reuso, o Ministério das Cidades, em parceria com a ANA e com a colaboração do Ministério da Integração e do Ministério do Meio Ambiente, vem conduzindo projeto específico visando propor um plano de ações para a instituição de uma Política de Reuso de Efluentes Sanitários Tratados no Brasil. Algumas das etapas do Projeto são: levantar as potencialidades do reuso, destacando as dificuldades e potencialidades de implementação; definir padrões de qualidade para o reuso de água; avaliar as tecnologias disponíveis; debater sobre aspectos institucionais; e propor modelos de financiamentos e/ou subsídios tarifários.

REGIÕES DE ESPECIAL INTERESSE PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

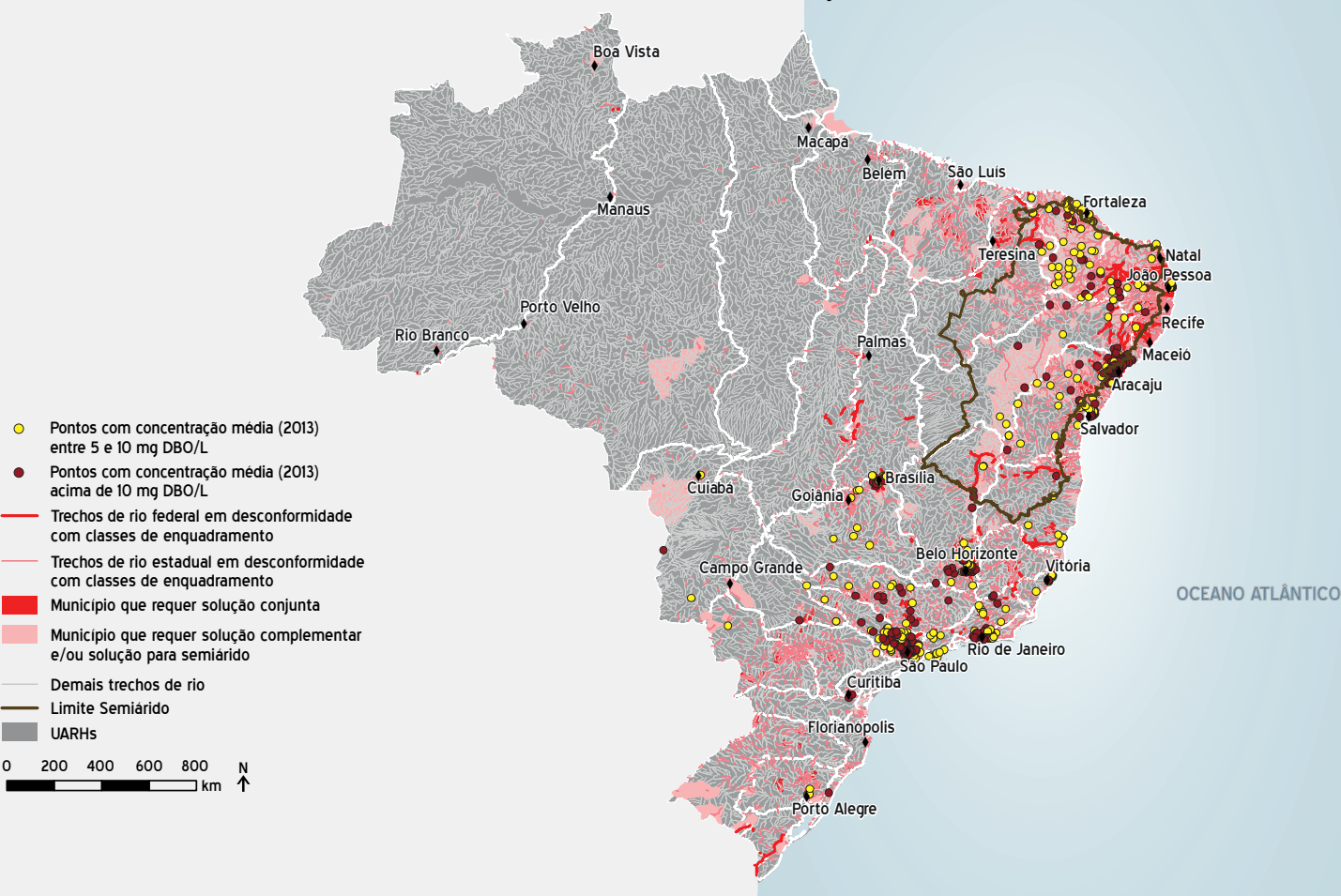
Um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos é a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável. No caso do esgotamento sanitário, o uso racional se dá por meio do lançamento de efluentes tratados em compatibilidade com a capacidade de diluição do corpo receptor e com os usos da água preponderantes no corpo hídrico.

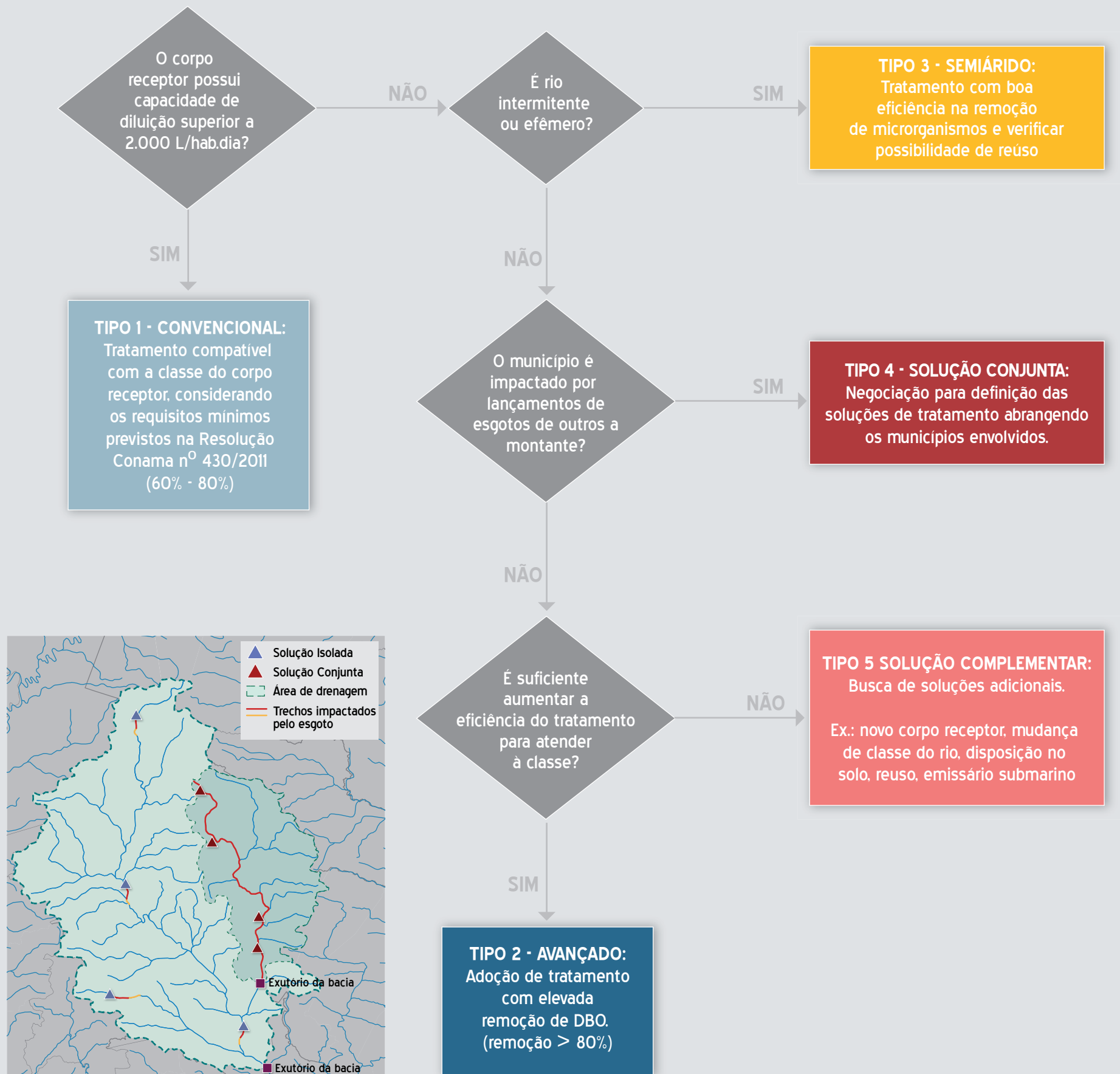
Durante o estabelecimento das tipologias de soluções para o tratamento, foram identificados grupos de municípios que compartilham as mesmas bacias hidrográficas e demandam uma solução conjunta, bacias essas caracterizadas como de especial interesse para a gestão de recursos hídricos. Dentre as bacias com essas características destacam-se algumas com histórica atuação das entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, como as bacias dos rios Tietê, incluindo bacias PCJ (região da capital paulista e Campinas), Sinos (no estado do Rio Grande do Sul), Alto Iguaçu (no estado do Paraná), Paraíba do Sul (na região da divisa dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro), Velhas (em Minas Gerais), Descoberto (arredores de do Distrito Federal), Meia Ponte (no estado de Goiás), Ipojuca (no estado de Pernambuco), entre outras.

Além das soluções de esgotamento sanitário para os municípios dessas bacias, também são de relevante interesse para a gestão de recursos hídricos as discussões de soluções para os municípios localizados nas regiões de cabeceira dos rios (que requerem alguma solução complementar tendo em vista a baixa relação entre população e disponibilidade hídrica) e aquelas voltadas aos municípios do semiárido, em função da elevada ocorrência de rios intermitentes e de açudes.

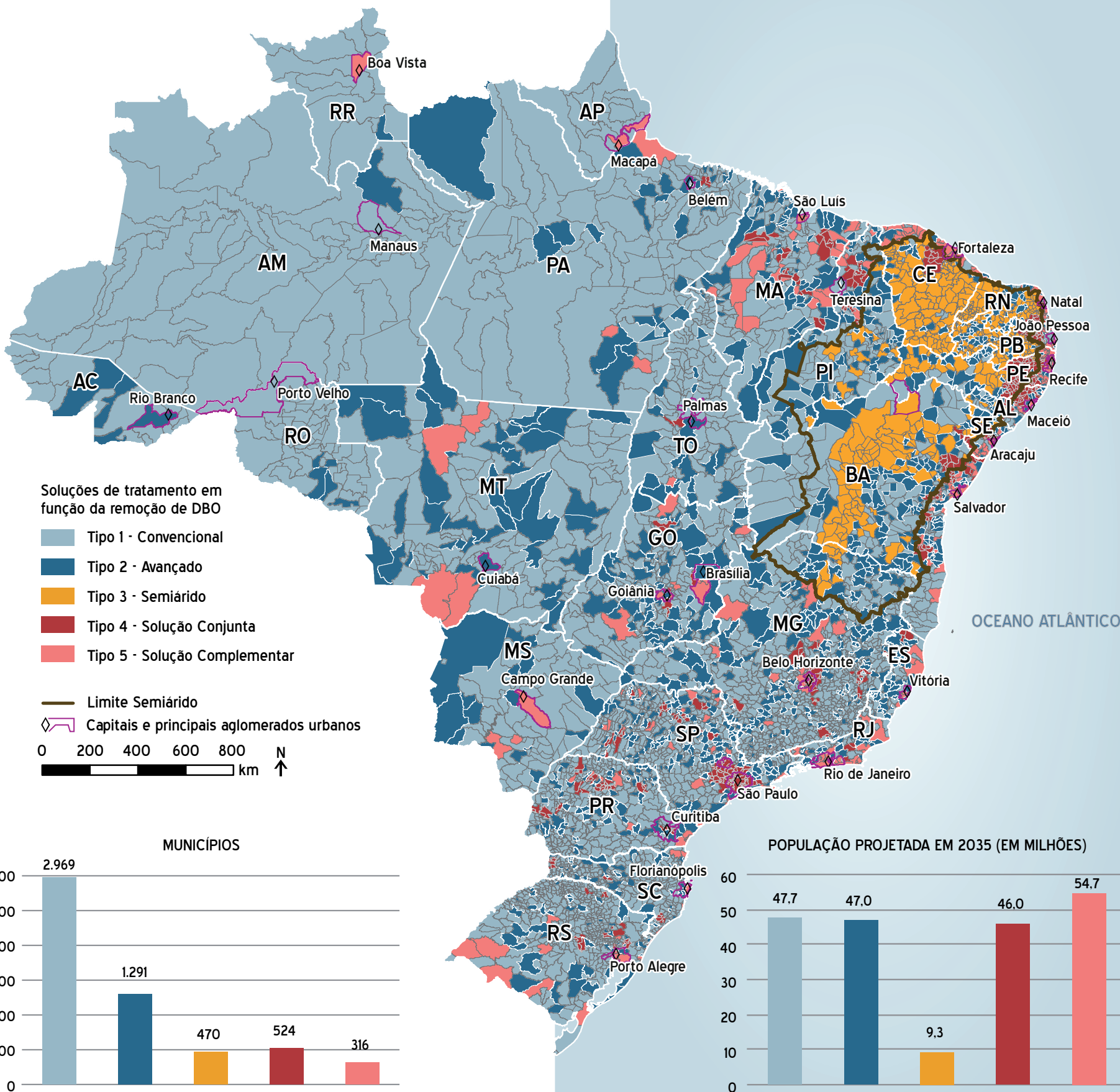
A partir do cruzamento entre a conformidade dos trechos de rio quanto às classes de enquadramento (2013), os dados de monitoramento de DBO (2013) e a complexidade do tratamento de esgotos requerida em função da remoção de DBO (2035), é possível identificar significativa ocorrência de valores elevados de DBO e de trechos de rio em desconformidade ao enquadramento nesses municípios cujas soluções de esgotamento previstas no *ATLAS Esgotos* são mais complexas. Isso reforça a importância do tratamento de esgotos para a qualidade das águas superficiais brasileiras.

IMPACTO DOS ESGOTOS NOS CORPOS D'ÁGUA E COMPLEXIDADE DAS SOLUÇÕES DE TRATAMENTO





COMPLEXIDADE DO TRATAMENTO EM FUNÇÃO DA REMOÇÃO DE DBO



A existência de reservatórios a jusante do lançamento de efluente doméstico requer análise da necessidade de adoção de tecnologias de tratamento que removam Fósforo. As simulações de Fósforo Total foram realizadas para o horizonte de 2035, considerando uma base de informações produzida pela ANA para 854 lagos e reservatórios distribuídos no País. O Fósforo é um importante elemento no processo de eutrofização desses corpos d'água em regiões de clima temperado e a sua concentração em excesso desequilibra o crescimento de algas com consequências negativas na qualidade da água.

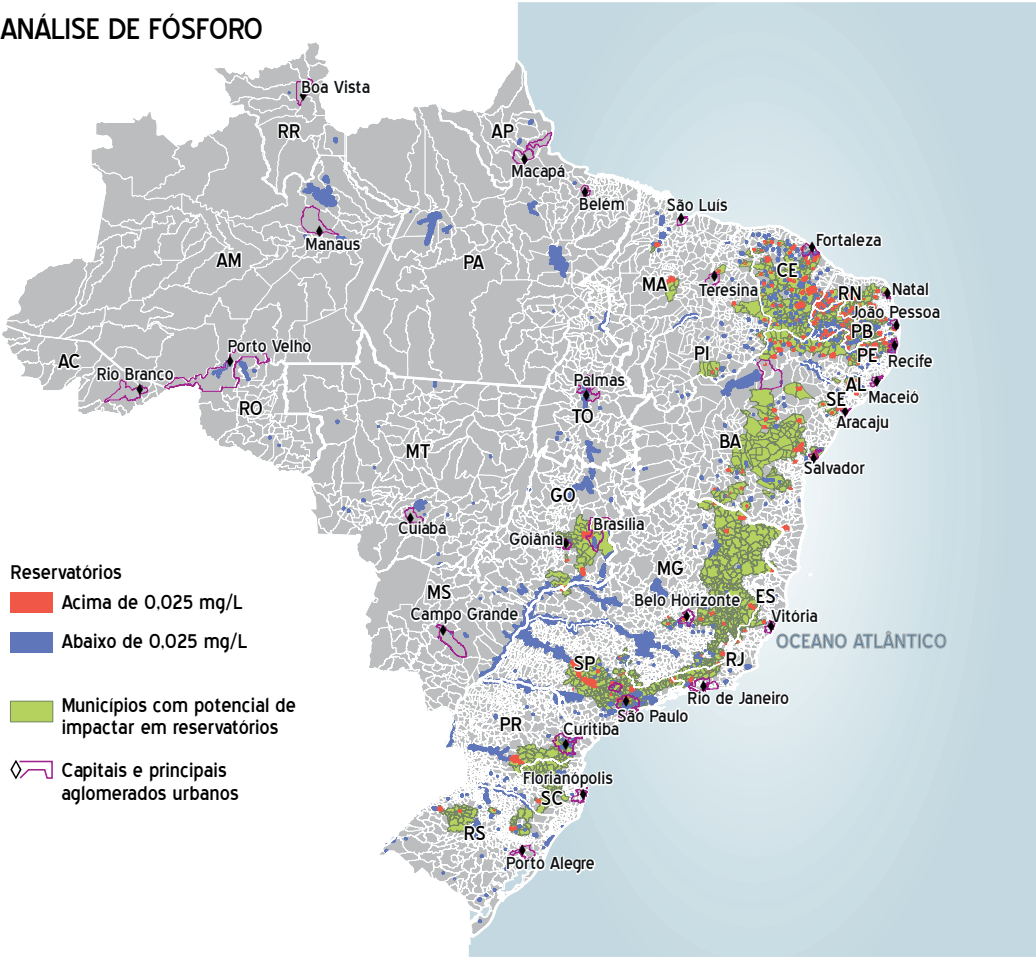
Cerca de 71% dos lagos e reservatórios avaliados apresentaram concentrações de Fósforo abaixo de 0,025 mg P/L, indicando, nesses casos, baixo impacto potencial da carga de Fósforo proveniente dos lançamentos dos esgotos urbanos. Nos cerca de 250 lagos e reservatórios restantes, as concentrações obtidas foram superiores a esse limite. Foram identificados os municípios localizados na área de contribuição de cada reservatório desse grupo, responsáveis pelo aporte de Fósforo. Para esses municípios foi apontada a necessidade de avaliação conjunta de soluções para remoção da carga de Fósforo. Os processos de tratamento de esgotos utilizados para remoção de Fósforo (biológicos ou químicos) requerem, geralmente, maior custo de implantação e maior capacidade técnica operacional. Portanto, é conveniente haver uma negociação entre os municípios que se enquadrem nessa situação, de modo que cada um possa contribuir para a solução global.

Nas simulações do Nitrogênio Total realizadas para o horizonte 2035, foi considerado como enfoque a proteção das captações paraabastecimentopúblico,utilizandoasinformaçõeslevantadas no âmbito do *ATLAS Brasil: Abastecimento Urbano de Água*. A existência de captações a jusante requer investigação que defina a necessidade de utilização de processos de tratamento que incluam a nitrificação e desnitrificação biológica, visando reduzir a concentração de nitratos nas águas de abastecimento público. Além da questão relacionada à indesejada presença de nitrato em águas destinadas ao abastecimento público, o Nitrogênio, assim como o Fósforo, é um nutriente essencial para o crescimento de algas, podendo conduzir, quando em altas concentrações, à eutrofização dos corpos hídricos.

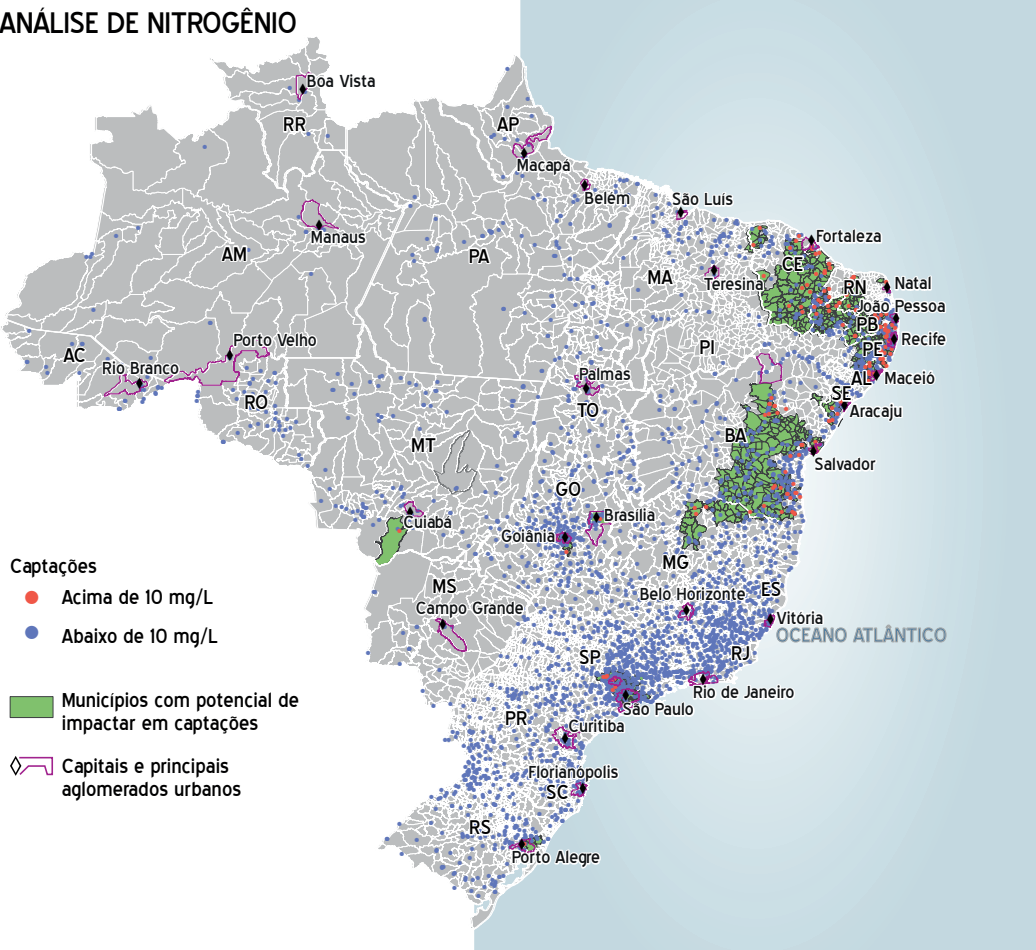
Das 3.277 captações avaliadas, os resultados apontaram 5% com concentrações de Nitrogênio acima do padrão de potabilidade, ou seja, acima de 10 mg N/L. A exemplo do Fósforo, também foram identificados os municípios cujos lançamentos contribuem para que as captações a jusante ultrapasassem a concentração limite de nitrogênio. Para esses municípios foi apontada a necessidade de soluções conjuntas para remoção desse nutriente.

A partir da conjuntura dos três parâmetros analisados pelo *ATLAS Esgotos* (DBO, Fósforo e Nitrogênio), os municípios foram classificados conforme a eficiência de remoção de DBO requerida e a necessidade de atenção quanto à remoção de Fósforo e Nitrogênio. Essa classificação se baseou na busca de soluções que viabilizem a melhoria da qualidade da água e, consequentemente, garantam os demais usos a jusante, levando em conta a capacidade de diluição dos corpos receptores e o potencial impacto dos lançamentos dentro do arranjo espacial da bacia hidrográfica onde estão inseridos.

ANÁLISE DE FÓSFORO



ANÁLISE DE NITROGÊNIO



Um grande número de municípios na Região Nordeste requer soluções de tratamento dos esgotos mais complexas. Isso se deve à característica semiárida da região, com predominância de rios de baixa ou nula capacidade de diluição e muitos açudes. No extremo oposto encontram-se os municípios da Região Norte do País, onde expressiva maioria dos corpos receptores possui elevada capacidade de diluição dos esgotos e, conseqüentemente, requer aos municípios processos de tratamento de menor complexidade.

Na Região Sudeste está a segunda maior concentração de municípios que requerem soluções mais complexas. Merece destaque a grande quantidade

de municípios que demanda a análise integrada na busca de soluções globais para os problemas relacionados ao tratamento dos esgotos gerados. De maneira geral, essa solução é frequentemente demandada em áreas densamente habitadas, como nas capitais e seu entorno.

Nas regiões Sul e Centro-Oeste predominam as soluções de menor complexidade para o tratamento, com ressalva para os municípios localizados em regiões de cabeceira ou de maior adensamento humano.

COMPLEXIDADE DO TRATAMENTO DE ESGOTOS															
REGIÃO GEOGRÁFICA	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	MENOS COMPLEXO		MAIS COMPLEXO								ANÁLISE COMPLEMENTAR DE NUTRIENTES*			
		TIPO 1 - CONVENCIONAL		TIPO 2 - AVANÇADO		TIPO 3 - SEMIÁRIDO		TIPO 4 - SOLUÇÃO CONJUNTA		TIPO 5 - SOLUÇÃO COMPLEMENTAR		ATENÇÃO AO FÓSFORO		ATENÇÃO AO NITRÓGENIO	
		Municípios	População (mil hab.)	Municípios	População (mil hab.)	Municípios	População (mil hab.)	Municípios	População (mil hab.)	Municípios	População (mil hab.)	Municípios	População (mil hab.)	Municípios	População (mil hab.)
NORTE	Acre	18	339,8	4	476,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Amapá	15	348,0	-	0,0	-	-	-	-	1	599,0	-	-	-	-
	Amazonas	61	4.077,8	1	20,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pará	107	4.211,3	32	2.559,8	-	-	2	220,9	3	148,2	-	-	-	-
	Rondônia	47	1.585,0	5	109,6	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-
	Roraima	13	107,9	1	6,1	-	-	-	-	1	413,6	-	-	-	-
	Tocantins	116	853,6	20	592,6	-	-	2	61,8	1	7,7	-	-	-	-
	TOTAL	377	11.523,4	63	3.765,4	-	-	4	282,7	6	1.168,5	-	-	-	-
NORDESTE	Alagoas	12	176,2	37	560,1	10	348,8	33	533,6	10	1.348,1	8	121,4	33	1.745,3
	Bahia	124	2.545,3	123	2.821,4	95	2.300,1	46	681,1	29	4.758,6	117	6.410,5	186	7.900,8
	Ceará	10	156,0	19	464,9	116	2.817,3	10	208,5	29	4.687,4	103	2.611,3	115	2.744,3
	Maranhão	92	2.050,2	77	1.066,3	0	0,0	21	322,2	27	2.060,6	5	175,0	0	0,0
	Paraíba	9	224,0	63	318,0	86	1.275,1	50	467,6	15	1.302,7	150	1.758,6	170	1.865,5
	Pernambuco	8	470,2	39	893,7	31	714,1	73	2.422,3	34	4.327,4	73	1.763,0	85	2.667,5
	Piauí	95	1.509,0	84	442,8	15	236,6	22	197,4	8	96,5	16	164,2	1	3,7
	Rio Grande do Norte	6	345,7	35	259,7	97	1.282,6	14	117,4	15	1.285,9	83	1.693,8	68	571,0
	Sergipe	11	160,4	21	148,9	9	154,6	15	278,7	19	1.378,4	5	215,6	20	441,5
	TOTAL	367	7.637,0	498	6.975,8	459	9.129,2	284	5.228,8	186	21.245,6	560	14.913,4	678	17.939,6
SUDESTE	Espírito Santo	28	604,7	39	2.187,8	-	-	4	40,3	7	1.328,2	11	183,3	-	-
	Minas Gerais	580	7.113,5	204	5.207,3	11	174,6	44	6.087,1	14	1.891,9	286	6.334,3	33	764,9
	Rio de Janeiro	35	1.167,2	28	1.681,4	-	-	4	300,1	25	14.986,8	27	1.712,5	-	-
	São Paulo	351	5.501,9	166	8.428,5	-	-	103	29.537,7	25	4.536,3	193	35.347,5	81	28.482,2
	TOTAL	994	14.387,3	437	17.505,0	11	174,6	155	35.965,2	71	22.743,2	517	43.577,6	114	29.247,1
SUL	Paraná	275	3.751,6	74	4.542,9	-	-	40	2.128,9	10	1.140,8	37	4.094,8	-	-
	Rio Grande do Sul	405	3.405,5	54	2.285,1	-	-	20	1.135,9	18	3.694,1	37	1.457,8	8	2.893,3
	Santa Catarina	230	2.732,1	46	2.821,6	-	-	12	405,6	7	1.464,5	38	698,0	-	-
	TOTAL	910	9.889,2	174	9.649,6	-	-	72	3.670,4	35	6.299,4	112	6.250,6	8	2.893,3
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	0	0,0	1	3.860,0	-	-	-	-	0	0,0	1	3.860,0	1	3.860,0
	Goiás	162	1.317,3	64	3.353,3	-	-	9	858,0	11	1.922,4	44	4.660,4	8	2.650,3
	Mato Grosso	98	1.752,8	39	1.458,7	-	-	-	-	4	201,7	-	-	1	24,8
	Mato Grosso do Sul	61	1.233,3	15	468,4	-	-	-	-	3	1.148,0	-	-	-	-
	TOTAL	321	4.303,4	119	9.140,4	-	-	9	858,0	18	3.272,1	45	8.520,4	10	6.535,1
BRASIL		2.969	47.740,3	1.291	47.036,2	470	9.303,8	524	46.005,1	316	54.728,8	1.234	73.262,0	810	56.615,1

* Municípios e população já contemplados nas tipologias anteriores.

4.2 | CUSTOS DE COLETA E TRATAMENTO

Com o intuito de contribuir para o equacionamento dos problemas relacionados ao lançamento de esgotos urbanos nos corpos hídricos, de maneira articulada e não pontual, o *ATLAS Esgotos* verificou alternativas para as 5.570 cidades brasileiras, que abrangem desde a ampliação nas eficiências de tratamento de sistemas já existentes, quando necessário, à proposta de solução para as cidades que ainda não possuem tratamento de seus esgotos.

Para tais alternativas, foram levadas em consideração as peculiaridades das cidades ou regiões e os enquadramentos vigentes nos corpos receptores dos efluentes. Além disso, sempre foi considerada a universalização dos serviços no horizonte de 2035 e proposto tratamento com eficiência mínima de 60% de remoção de matéria orgânica, mesmo quando o rio apresentava vazão suficiente para diluir os efluentes sanitários sem tratamento.

A partir da identificação das eficiências de remoção requeridas e do conjunto de municípios que impactam captações e reservatórios, foram elaboradas curvas de custos de coleta e tratamento de esgotos, com o intuito de estimar os recursos financeiros necessários para universalizar os serviços de esgotamento sanitário. Ressalta-se que a estimativa do valor requerido para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário não considerou os custos associados aos seguintes aspectos:

- Construção e manutenção das fossas sépticas, utilizadas nas soluções individuais;
- Reposição de redes coletoras antigas que não poderão ser aproveitadas em novos projetos dos sistemas de esgotamento sanitário ou substituição de sistemas coletores mistos ou unitários por sistemas do tipo separador absoluto;
- Adequação do tratamento em função de esgotos combinados (águas pluviais e esgotos sanitários);
- Aproveitamento e/ou processamento de subprodutos, como o lodo e o biogás.

A análise dos custos, tanto de coleta quanto de tratamento, envolveu o levantamento de projetos existentes para que fossem obtidas curvas que fornecessem o custo médio por habitante para o serviço desejado.

No caso do tratamento, foram selecionadas as alternativas técnicas mais representativas para cada faixa de remoção adotada pelo *ATLAS Esgotos*, para que as mesmas fossem utilizadas na estimativa de custo para cada município. Ressalta-se, entretanto, que existem vários tipos de tratamento disponíveis para uma mesma faixa de eficiência de remoção e que a escolha do processo a ser utilizado deve ser compatível com a realidade local.

Para os municípios que requerem uma solução conjunta para o tratamento de seus efluentes, foram adotados os custos

referentes à eficiência de tratamento requerida em função dos resultados da modelagem de qualidade de água, considerando a lógica de montante para jusante, sem levar em conta o que seria o melhor arranjo possível encontrado após a discussão entre os municípios da bacia.

A estimativa dos custos de coleta representa uma aproximação mais complexa em função de todas as variáveis que influenciam na determinação de um custo médio por habitante. Fatores como adensamento populacional, topografia, tipo de solo e número médio de pessoas por residência podem influenciar substancialmente no custo para implantação de rede coletora de esgotos. Em razão da diversidade observada em todo o Brasil, tais fatores apresentam grandes variações regionais. Os resultados obtidos devem ser tratados com cautela uma vez que o *ATLAS Esgotos* se constitui em um instrumento de planejamento.

AÇÕES COMPLEMENTARES

Algumas ações não foram consideradas no cálculo dos custos necessários para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil:

- **Construção e manutenção de fossas sépticas:** o uso de fossas sépticas é uma boa solução nos locais onde a instalação de redes coletoras é inviável. Esse sistema, se bem construído (fossa séptica e filtros biológicos ou sumidouros) e operado, gera um efluente com qualidade compatível com o produzido pelos processos de tratamento secundário das ETEs. Por isso, esse tipo de solução é considerado adequado. As estações de tratamento analisadas ou propostas no âmbito do *ATLAS Esgotos* possuem capacidade de tratar os efluentes da limpeza das fossas sépticas, embora o custo de construção e manutenção dessas fossas não tenha sido considerado.
- **Reposição de redes coletoras antigas ou substituição de sistemas coletores mistos:** muitas cidades possuem redes coletoras antigas ou sistemas mistos que podem ser utilizados em uma estratégia de transformação gradual da situação atual na desejada. O custo desse arranjo, incluindo a construção de uma nova rede coletora, não foi computado pelo *ATLAS Esgotos*.
- **Tratamento de esgotos combinados:** algumas cidades possuem sistemas coletores mistos (água de chuva e esgotos na mesma tubulação) cujos esgotos combinados podem ser tratados como uma solução intermediária até a construção do sistema separador absoluto. As adequações necessárias ao processo de tratamento para esses casos não foram consideradas nos custos.
- **Aproveitamento e/ou processamento de subprodutos:** o aproveitamento desses subprodutos, como o lodo e o biogás, contribui para a sustentabilidade ambiental e econômica das estações de tratamento de esgotos. Não foram considerados os custos de tecnologias de aproveitamento e/ou processamento dos mesmos, pois dependem de uma avaliação mais específica para cada unidade. Em relação ao lodo proveniente do tratamento de esgotos, sua disposição final deve ser cuidadosa e considerar o risco potencial de contaminação do meio ambiente.

CURVAS DE CUSTO

A avaliação dos custos e orçamentos das intervenções propostas no âmbito do *ATLAS Esgotos* foi efetuada para todas as unidades componentes dos sistemas de esgotamento sanitário. Foram considerados os custos de projetos existentes atualizados pelo Índice Nacional de Custo da Construção - INCC (2015) e regionalizados para a coleta e transporte pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI.

Custos de Coleta e Transporte de Esgoto:

A partir dos custos de rede coletora, estações elevatórias de esgoto, linhas de recalque e interceptores, foram realizadas simulações para portes variados de municípios, com um acréscimo proporcional de população de acordo com o tamanho de cada um deles. O objetivo da simulação foi calcular um custo médio per capita para coleta e transporte de esgotos, para permitir a construção de curvas de custo.

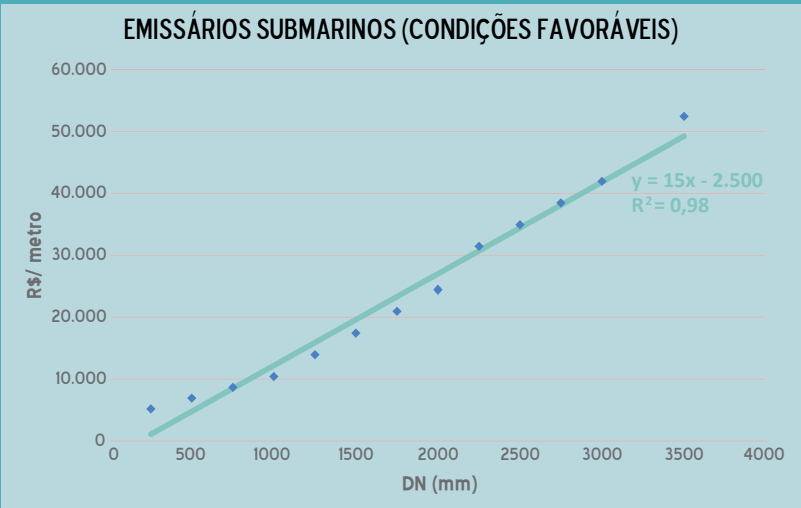
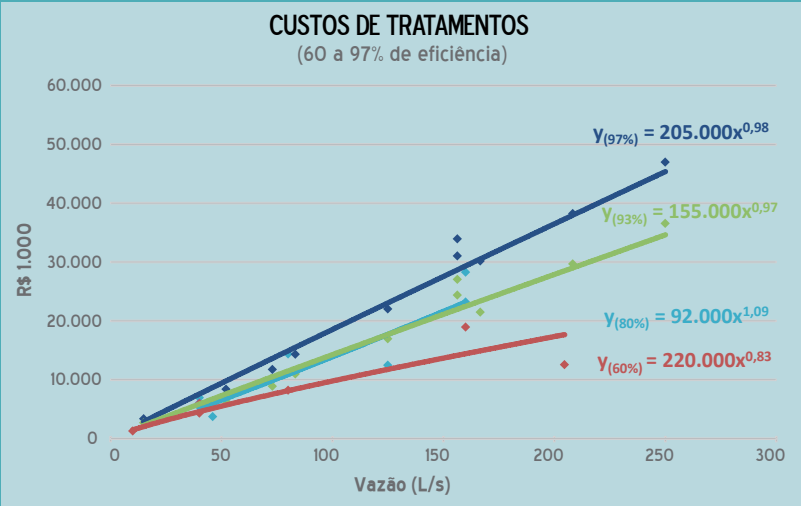
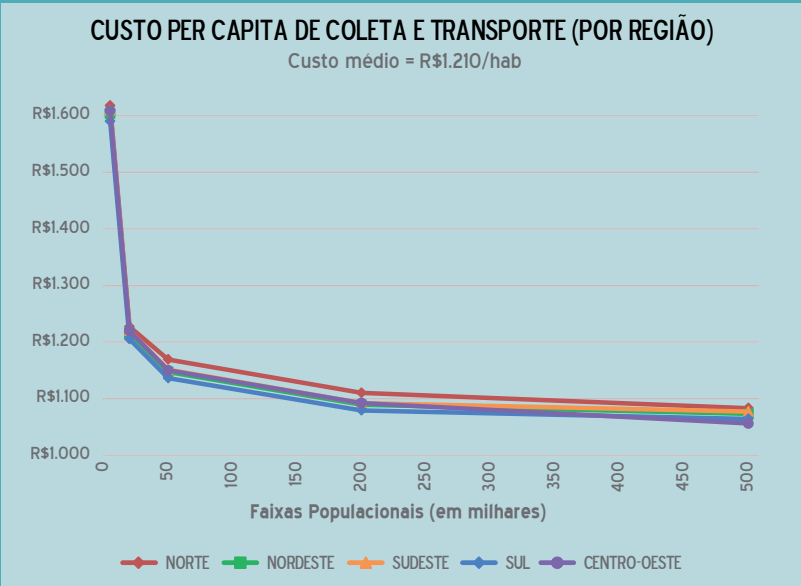
Custos das Soluções de Tratamento de Esgoto:

A metodologia para a determinação dos custos das estações de tratamento considerou quatro processos de tratamento com diferentes percentuais de eficiência de remoção de DBO. Para cada processo de tratamento foi apresentada uma curva de custo, adotada em função da eficiência requerida para atender os limites do corpo receptor.

Quando as soluções requeridas implicaram em processos de elevada eficiência de remoção de carga orgânica, foram avaliados complementarmente os custos de alternativas que levassem em conta o lançamento do efluente tratado em trecho de rio mais a jusante ou em outro corpo receptor. Nesses casos foram computados os custos de implantação de emissário para conduzir o esgoto tratado até o ponto de lançamento alternativo, adicionados ao custo da nova eficiência de remoção de carga requerida e selecionada a solução de menor custo total.

Custos de Emissários Submarinos:

Para os municípios costeiros, cujos rios não tinham disponibilidade hídrica suficiente para a diluição dos efluentes lançados, foi considerada como solução a implantação de emissários submarinos, precedidos de tratamento com eficiência de remoção de carga orgânica entre 60 e 80%. Para a determinação dos custos destes emissários foram atualizados os custos de literatura, considerando as condições normais de marés (amplitudes de ondas, profundidades e zona de arrebenção).



CAPITAIS E PRINCIPAIS AGLOMERADOS URBANOS



A quase totalidade dos principais aglomerados urbanos necessita de adequações nos sistemas de esgotamento sanitário. Os R\$ 57,4 bilhões previstos para essas regiões (cerca de 38% do total do País) beneficiarão 182 sedes urbanas, onde, juntas, reside quase metade da população urbana brasileira (46%).

Do total de recursos previstos em intervenções de esgotamento sanitário nesses aglomerados urbanos, mais de 80% (R\$ 47,5 bilhões) estão associados a municípios atendidos por Companhias Estaduais.

A universalização da coleta de efluentes urbanos soma R\$ 29 bilhões nestas regiões. O montante de R\$ 18,5 bilhões previstos para investimentos em melhorias ou implantações de Estações de Tratamento de Esgotos requerem uma eficiência mínima de 80% na remoção de DBO em 146 dos 182 municípios.

SEMIÁRIDO



Os recursos previstos em esgotamento sanitário para os municípios do semiárido brasileiro totalizam R\$ 15 bilhões (cerca de 10% do total previsto para o País), com destaque para os Estados da Bahia e do Ceará, que concentram mais da metade desse montante.

Na região semiárida foram identificados 470 municípios cujo corpo receptor é intermitente ou efêmero e, apesar de terem sido considerados nas estimativas de custos apenas processos baseados na remoção de DBO, com eficiência de 80%, é importante que para o projeto das ETEs sejam avaliados processos com alta remoção de patógenos e as possibilidades de disposição no solo ou reuso do efluente.

Os municípios atendidos por companhias estaduais abrangem 70% (R\$ 10,5 bilhões) dos investimentos previstos para a região semiárida. Outros R\$ 3,1 bilhões estão associados a municípios com população urbana inferior a 50 mil habitantes e sem delegação desse serviço.

O montante de investimentos necessários para universalizar os serviços de esgotamento sanitário no Brasil, no horizonte de planejamento de 2035, foi estimado em cerca de R\$ 149,5 bilhões. No PLANSAB, as estimativas de investimentos em esgotamento sanitário para o período 2014-2033 foram de R\$ 181,9 bilhões, sendo R\$ 47,6 bilhões (26,2% do valor total) previstos em expansão das instalações hidrossanitárias, reposição da coleta e interceptação dos esgotos ou reposição no tratamento de esgotos, custos estes não incorporados às estimativas realizadas pelo ATLAS Esgotos. Sem essa parcela, o valor previsto pelo PLANSAB resulta num montante de R\$ 134,3 bilhões.

Dos investimentos estimados pelo *ATLAS Esgotos* para o País, aqueles destinados a coleta dos esgotos sanitários representaram mais que o dobro do montante previsto para o tratamento. Valores similares são encontrados no PLANSAB, cujo montante destinado à expansão da coleta e interceptação foi estimado em R\$ 102,1 bilhões. O PLANSAB prevê ainda R\$ 30,8 bilhões para a reposição de rede coletora e de interceptores de dos esgotos.

A obra para implantação de rede coletora é uma etapa que requer investimento inicial mais elevado e a realidade encontrada no País corrobora os elevados valores demandados, uma vez que 3.301 municípios possuem menos de 50% da população com rede coletora de esgotos.

O valor estimado para tratamento dos esgotos no *ATLAS Esgotos* foi de R\$ 47,6 bilhões, enquanto no PLANSAB o montante previsto foi de R\$ 32,3 bilhões. Mesmo com um custo de reposição do tratamento de esgotos de R\$ 5,3 bilhões adicionais previstos no PLANSAB, o valor superior estimado no *ATLAS Esgotos* justifica-se pela análise da capacidade de diluição dos corpos receptores, da acumulação de cargas na bacia hidrográfica de montante para jusante e, conseqüentemente, no detalhamento das eficiências de tratamento requeridas em cada sede municipal.

A maior parcela dos investimentos foi estimada para a região Nordeste, onde cerca de 70% dos investimentos foram previstos para implantação de rede coletora. Os estados de Pernambuco, Bahia e Ceará, juntos, representam 56% dos recursos necessários para a região.

No Sudeste o valor estimado representa cerca de 29% do total para o País. Quase R\$ 7 bilhões foram previstos para as quatro capitais, mais de 15% do total para a região. Com grande número de aglomerados urbanos densamente habitados na região, 612 cidades precisam tratar seus esgotos com eficiência superior a 80% de remoção de carga e demandam R\$ 30,1 bilhões dos R\$ 43,5 bilhões totais estimados.

A região Sul foi a de terceiro maior montante estimado. A intervenção em rede coletora representou 71% desse valor, distribuídos em porções similares nos três estados da região. Na região, 940 cidades demandam investimentos em soluções com eficiência de remoção inferior a 80%.

No Norte, os estados do Amazonas e do Pará somam 67% dos investimentos da região, com destaque para as capitais Manaus e Belém, que juntas representam mais de um terço dos investimentos necessários nos dois estados (R\$ 4,2 bilhões). Cerca de R\$ 14,8 bilhões foram previstos para cidades cuja solução requer até 80% de remoção da carga de DBO.

No Centro-Oeste, o Estado de Goiás abrange o maior volume de investimentos previstos para a região, 44% do total. Na região predominam sedes urbanas com necessidade de remoção inferior a 80% da carga de DBO, porém estas representam apenas 31% dos investimentos (R\$ 5,4 bilhões para 328 municípios).

INVESTIMENTOS REQUERIDOS NO BRASIL POR ESTADO E POR REGIÃO GEOGRÁFICA						
REGIÃO GEOGRÁFICA	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO URBANA (em mil hab.)	INVESTIMENTO REQUERIDO (Milhões de R\$)		
				Coleta	Tratamento	Total
NORTE	Acre	22	562,8	697	144	841
	Amapá	16	658,8	904	232	1.136
	Amazonas	62	3.014,2	3.390	916	4.306
	Pará	144	5.611,0	6.804	1.798	8.602
	Rondônia	52	1.277,3	1.706	367	2.073
	Roraima	15	374,1	517	59	577
	Tocantins	139	1.169,2	1.328	275	1.603
	TOTAL	450	12.667,4	15.346	3.792	19.138
NORDESTE	Alagoas	102	2.426,3	2.355	761	3.116
	Bahia	417	10.865,0	6.760	2.836	9.596
	Ceará	184	6.569,3	5.676	2.545	8.221
	Maranhão	217	4.283,4	4.947	1.724	6.671
	Paraíba	223	2.956,4	1.920	987	2.907
	Pernambuco	185	7.383,6	6.116	3.774	9.890
	Piauí	224	2.096,9	2.484	542	3.027
	Rio Grande do Norte	167	2.619,7	2.650	1.096	3.745
	Sergipe	75	1.616,8	1.647	926	2.573
	TOTAL	1794	40.817,4	34.555	15.191	49.746
SUDESTE	Espírito Santo	78	3.136,5	2.215	1.008	3.222
	Minas Gerais	853	17.705,0	5.370	4.177	9.547
	Rio de Janeiro	92	15.922,1	5.729	5.455	11.185
	São Paulo	645	40.521,4	11.497	8.031	19.528
	TOTAL	1668	77.285,0	24.811	18.671	43.482
SUL	Paraná	399	9.397,5	5.221	2.021	7.242
	Rio Grande do Sul	497	9.477,2	5.517	2.784	8.301
	Santa Catarina	295	5.557,4	5.847	1.794	7.641
	TOTAL	1191	24.432,1	16.584	6.599	23.183
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	1	2.694,3	1.305	398	1.702
	Goiás	246	5.801,9	4.447	1.744	6.191
	Mato Grosso	141	2.617,2	2.908	757	3.665
	Mato Grosso do Sul	79	2.170,4	1.905	484	2.389
	TOTAL	467	13.283,8	10.565	3.383	13.947
BRASIL		5.570	168.485,7	101.862	47.635	149.496

Nas regiões hidrográficas, os maiores investimentos requeridos estão na RH Paraná (cerca de 23% do total). Apesar do maior nível de atendimento por coleta e tratamento de esgotos existente nessa região, o contingente populacional é muito elevado e os índices de cobertura são insuficientes para alcançar a remoção de carga necessária para atender aos limites de capacidade de diluição dos corpos receptores.

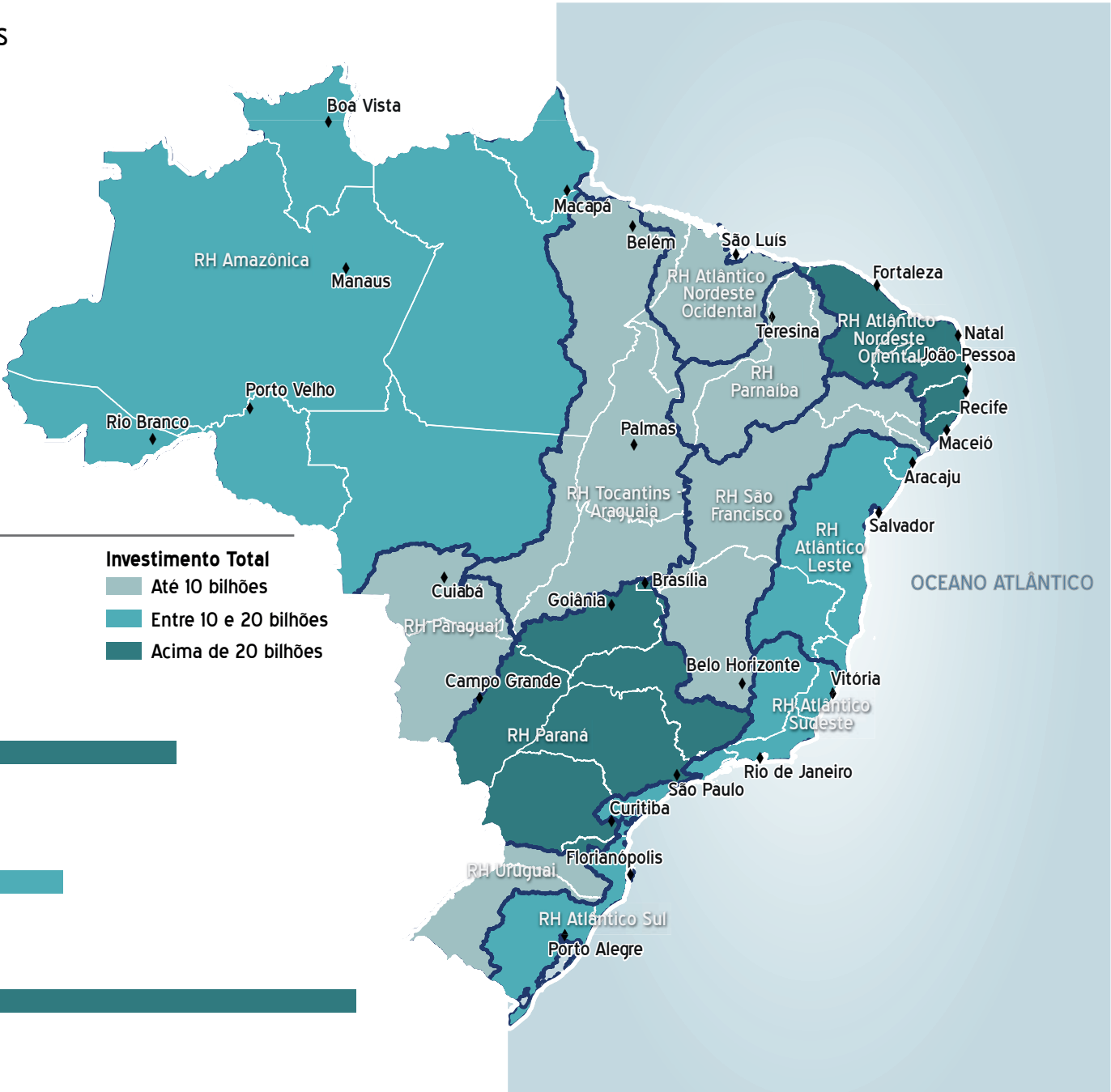
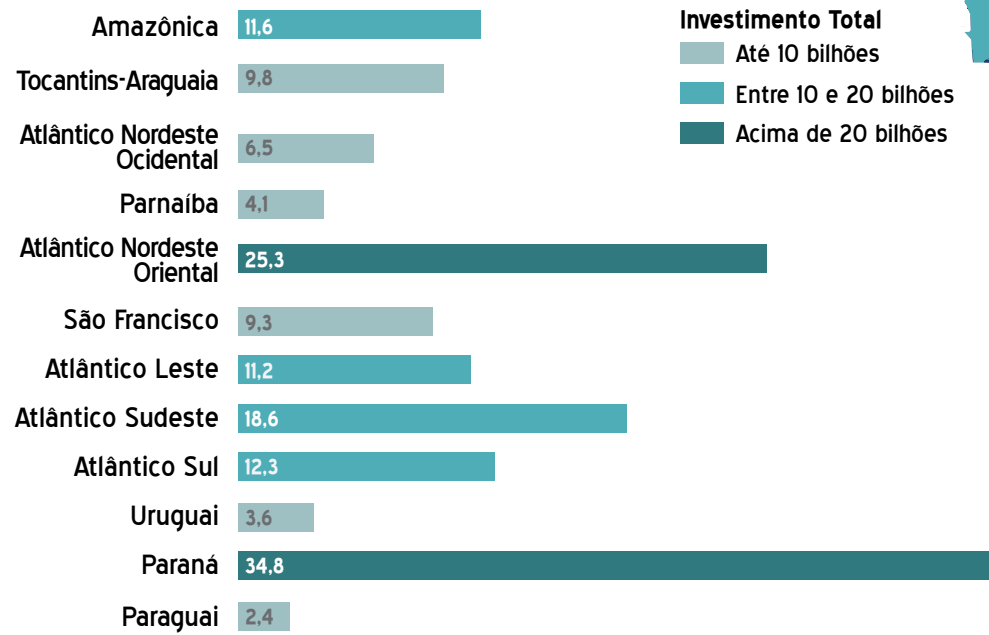
Nessa região hidrográfica, os investimentos estimados para tratamento de esgoto considerando processos de maior complexidade (eficiência superior a 80%) representam 77,9% do total previsto. Esse alto percentual decorre da maior concentração de capitais e aglomerados urbanos. As regiões Atlântico Leste e Atlântico Sudeste possuem características similares a essa.

A RH Atlântico Nordeste Oriental é a segunda em investimento requerido. Nessa região hidrográfica predominam trechos de rios intermitentes e cidades com baixo nível de atendimento por coleta e tratamento de esgoto. Apesar dos custos estimados apontarem para maiores investimentos em processos com eficiências entre 60 e 80%, é fundamental que se observe na região soluções compatíveis com a realidade do semiárido.

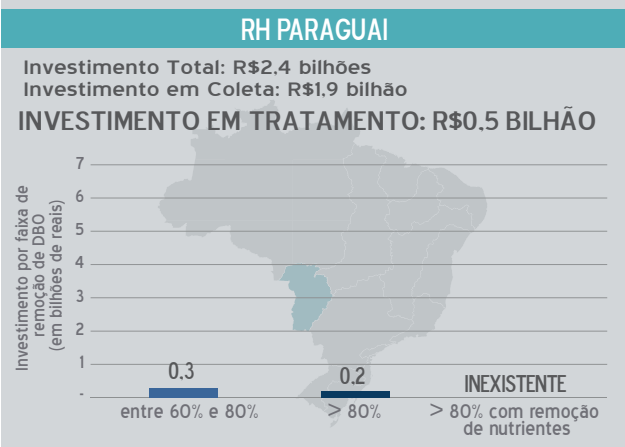
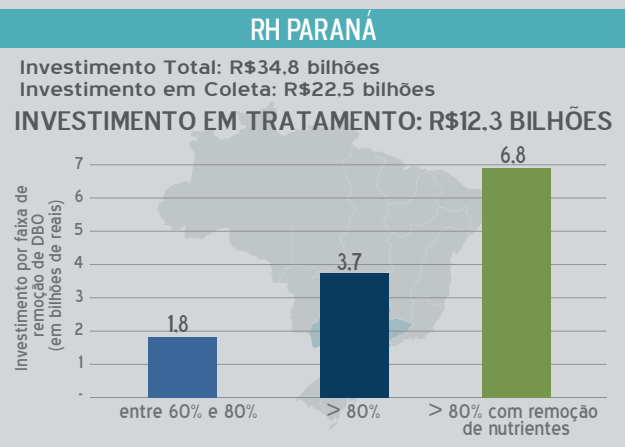
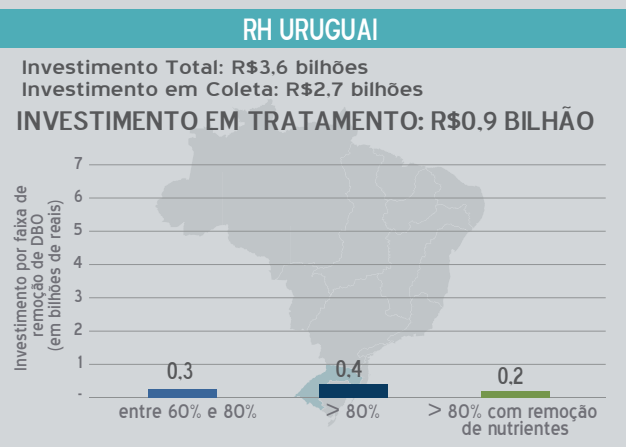
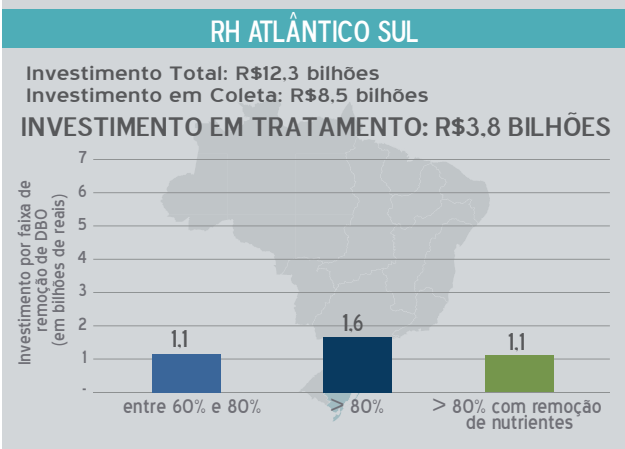
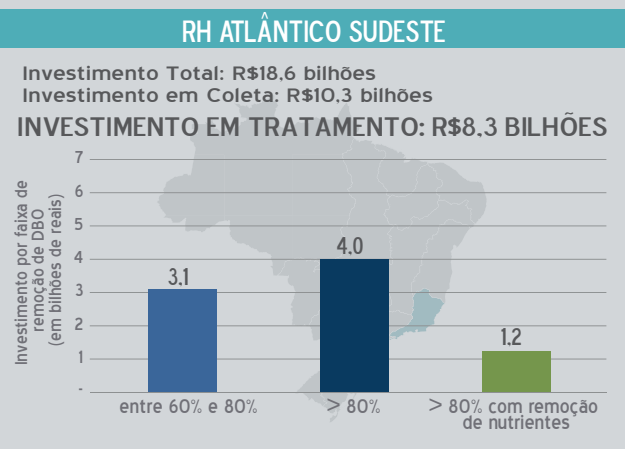
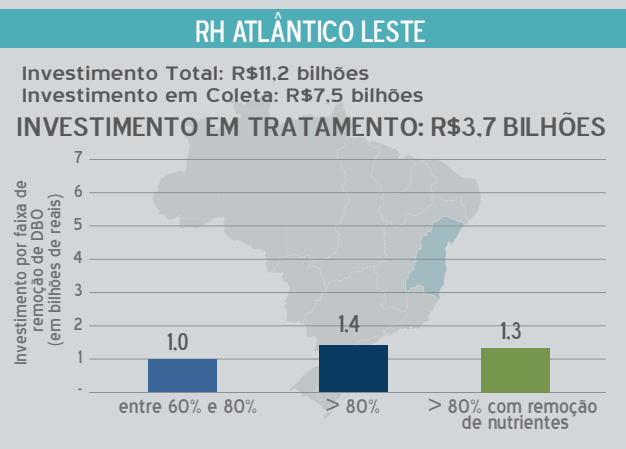
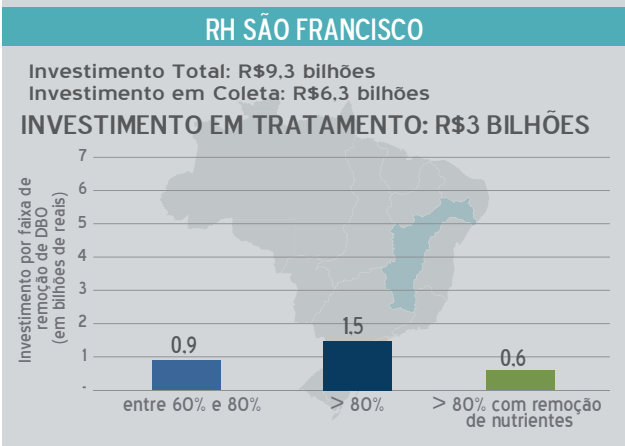
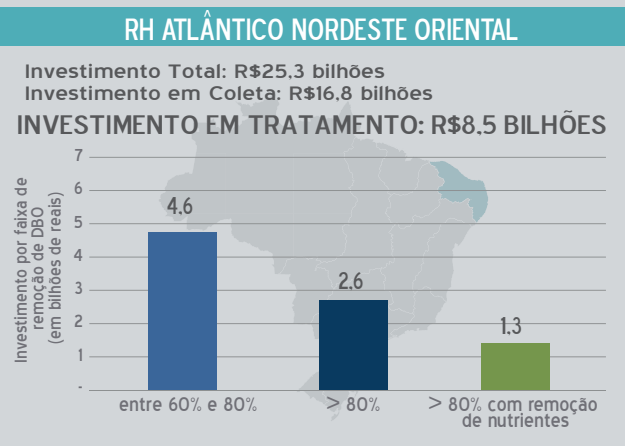
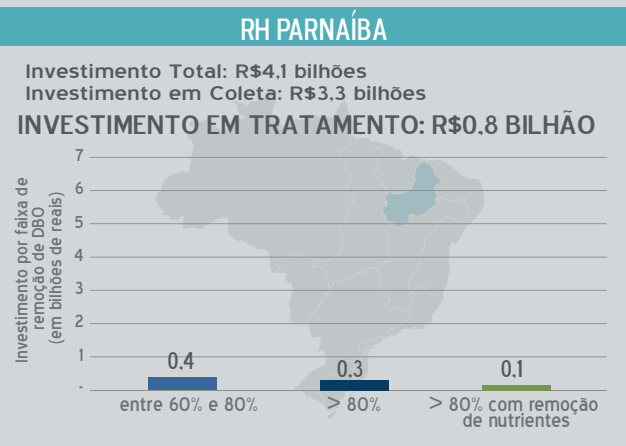
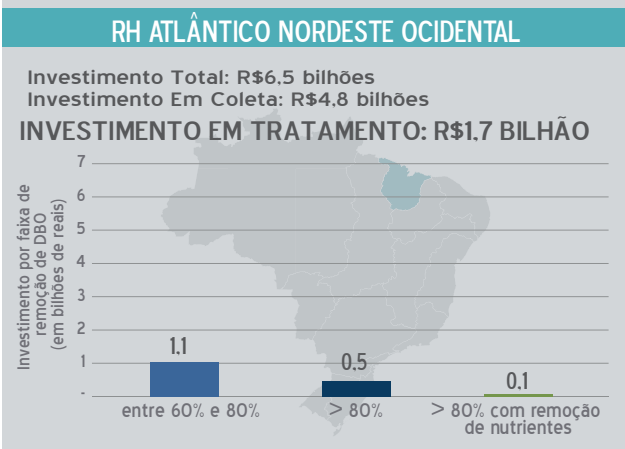
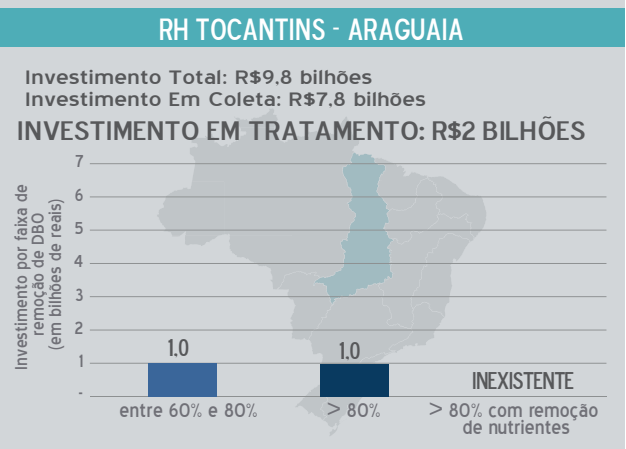
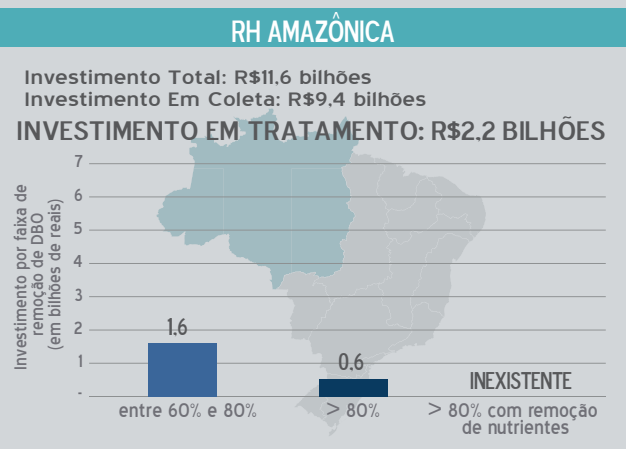
No extremo oposto, a RH Paraguai é a que requer menor montante de investimento, por ser uma região de pequeno contingente populacional e com boa capacidade de diluição nos corpos receptores. Situações similares a essa são encontradas na RH Amazônica e na RH Tocantins-Araguaia. No entanto, nessas regiões os investimentos estimados são elevados por serem compostas predominantemente por cidades com baixo nível de atendimento por coleta e tratamento de esgotos.

INVESTIMENTOS POR REGIÕES HIDROGRÁFICAS

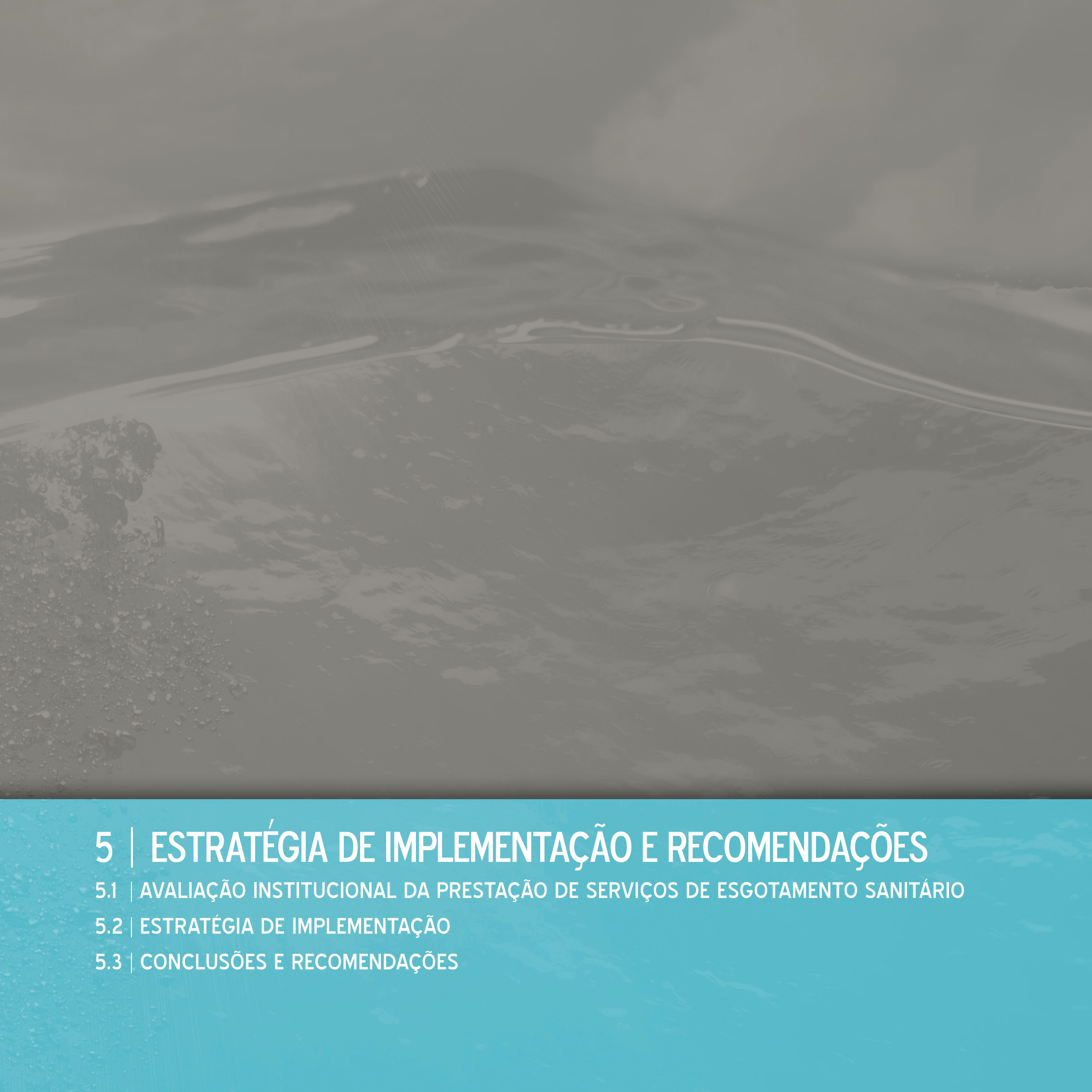
Valor em bilhões de R\$



INVESTIMENTO TOTAL NO BRASIL 149,5 BILHÕES





An aerial photograph of a river delta, showing a network of water channels and land. The image is in grayscale and has a teal-colored overlay at the bottom. The text is white and positioned on the teal background.

5 | ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 | AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

5.2 | ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO

5.3 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 | AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Historicamente, a organização institucional e a provisão da infraestrutura de saneamento ganharam peso nas décadas de 1960 e 1970. Nessa época, o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, apoiado no então Banco Nacional de Habitação – BNH e nos recursos do FGTS, estipulou metas para o atendimento de 70% da população urbana brasileira com abastecimento de água e 30% com sistemas de esgotamento sanitário.

Programas e ações governamentais, como o Projeto de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS (1992) e o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC (desde 2007) orientaram ações e destinaram recursos para a redução dos déficits em esgotamento sanitário mantendo-se, contudo, ainda distantes da almejada universalização dos serviços.

Mais recentemente, o PLANSAB (2014) definiu um conjunto substantivo de macrodiretrizes, estratégias, metas e investimentos, tornando-se uma das principais referências técnicas e políticas para o setor.

Se por um lado esse conjunto de esforços acentua a importância do aporte e da continuidade de investimentos em esgotamento sanitário, por outro expõe a necessidade de considerar outros aspectos estratégicos para alcançar a universalização dos serviços.

Além dos recursos financeiros, os avanços político-institucionais, a regulação e a modernização operacional, tecnológica e da gestão são questões igualmente fundamentais e indissociáveis de um progresso consistente dos índices de cobertura de coleta e tratamento de esgotos e, por decorrência, de uma efetiva melhoria das condições sanitárias e ambientais.

É preciso considerar o conjunto de variáveis jurídicas, administrativas, econômicas, socioambientais e técnicas para que as soluções sejam escolhidas de forma adequada, tendo em vista as peculiaridades regionais, a capacidade de assimilação de cargas poluidoras nos corpos hídricos, a viabilidade técnica e econômica e, especialmente o quadro institucional da prestação de serviços nos municípios brasileiros. Ignorar esse conjunto de aspectos pode prejudicar a efetividade dos investimentos ou das perspectivas de equacionamento definitivo da questão.

É sob esse enfoque integrado que o *ATLAS Esgotos* propõe caminhos para o enfrentamento dos problemas e impactos relativos aos esgotos, por meio da avaliação institucional da prestação de serviços de esgotamento sanitário.

O quadro institucional da prestação de serviços de esgotamento sanitário revela que pouco mais da metade dos municípios delegaram esses serviços a alguma companhia estadual, empresa privada ou autarquia municipal, nos quais estão 89% da população urbana brasileira. Os demais não contam com o prestador de serviços de esgotos institucionalizados.

Embora a maior parte desses prestadores demonstre longo tempo de atuação, há um universo considerável de órgãos e entidades com estrutura insuficiente, desprovidos de recursos ou, ainda, carentes de suporte regulatório, político-administrativo, financeiro e de mecanismos que apoiem ações e investimentos no setor.

Tais questões, em conjunto, definem a situação institucional dos prestadores de serviço, as quais condicionam a sua capacidade e determinam o ritmo de implementação das soluções e investimentos propostos. Em função dessas condições, o *ATLAS Esgotos* estabeleceu as seguintes categorias:

- **Grupo A - Situação Institucional Consolidada:** nesse grupo incluem-se os municípios mais estruturados, com serviços de esgotamento sanitário institucionalizados, geralmente dotados de boas condições administrativas e financeiras, existência de recursos materiais, humanos e organizacionais e melhores condições técnicas e operacionais, resultando em serviços oferecidos com boa qualidade. Pelo histórico de suas realizações e pelo fato de demonstrarem menor dificuldade para a implementação de ações e investimentos, considera-se que as propostas indicadas no *ATLAS Esgotos* encontrariam, nesse grupo, maior facilidade na viabilização das soluções para a coleta e o tratamento de esgotos.
- **Grupo B - Situação Institucional Intermediária:** inclui municípios que possuem prestadores de serviços com razoáveis condições institucionais, mas demandando em alguma medida adequações em sua capacidade de gestão técnica e operacional, estruturação administrativa e melhorias relativas à situação econômico-financeira. Desse modo, os investimentos em obras nesse grupo devem estar acompanhados de ações de desenvolvimento institucional.
- **Grupo C - Situação Institucional Básica:** corresponde ao conjunto de municípios em condições menos favoráveis do ponto de vista institucional, sem prestador de serviço de esgotamento sanitário institucionalizado ou com prestador pouco estruturado, com baixa capacidade operacional ou financeira. Geralmente demonstram um histórico de investimentos insuficientes e uma baixa ou nula capacidade de viabilização de planos, projetos e obras de coleta e tratamento de esgotos, o que dificulta a superação de problemas e a melhoria dos déficits existentes.

METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO INSTITUCIONAL

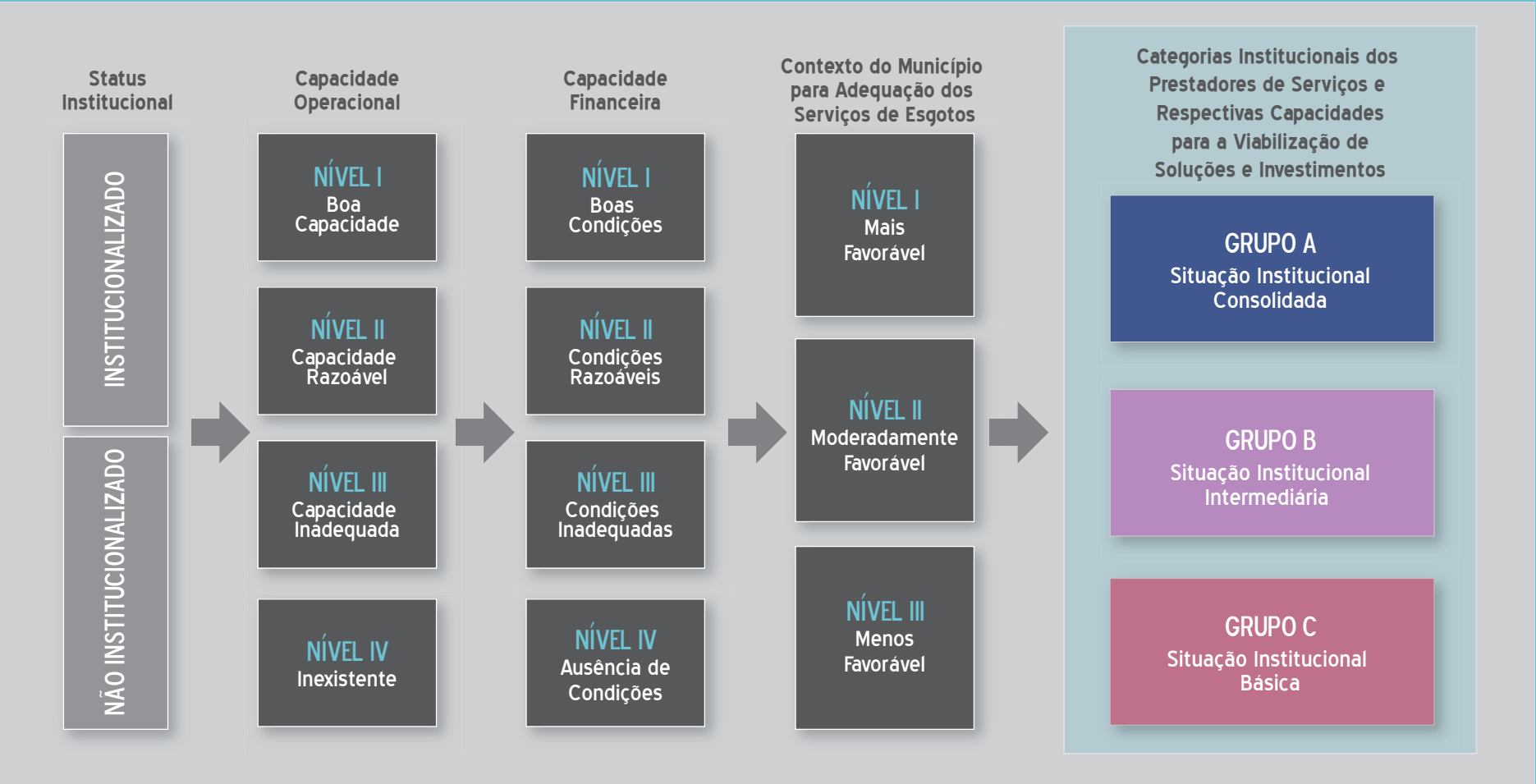
Para avaliar as condições institucionais dos prestadores de serviços de saneamento foram coletadas e analisadas informações pertinentes aos dispositivos legais e normativos de criação das entidades e órgãos; estrutura física, administrativa e organizacional; situação da operação dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário; aspectos comerciais, fiscais e patrimoniais (quando disponíveis); representatividade interinstitucional (como, por exemplo, atuação em foros colegiados, conselhos, comitês, etc.); capacidade técnica e financeira; passivos existentes; entre outros aspectos.

Os dados foram obtidos por meio de consultas diretas aos prestadores de serviços e, também, a partir de fontes secundárias, incluindo-se o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, IBGE, entidades setoriais (Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais – AESBE, Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto – ABCON, Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento- ASSEMAE e Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias

de Base – ABDIB), sindicatos, associações de classe, entre outras.

Com base no extenso conjunto de informações obtidas, foram selecionados 4 critérios principais, que pudessem exprimir a situação institucional e a respectiva capacidade para a viabilização de soluções e investimentos, quais sejam: (i) Status Institucional; (ii) Capacidade Operacional; (iii) Capacidade Financeira; e (iv) Contexto do Município para Adequação dos Serviços de Esgotos (se necessário).

A combinação desses 4 critérios gerou múltiplas tipologias institucionais, que foram organizadas em três Grupos: A – Situação Institucional Consolidada; B – Situação Institucional Intermediária; e C – Situação Institucional Básica, conforme ilustrado a seguir.

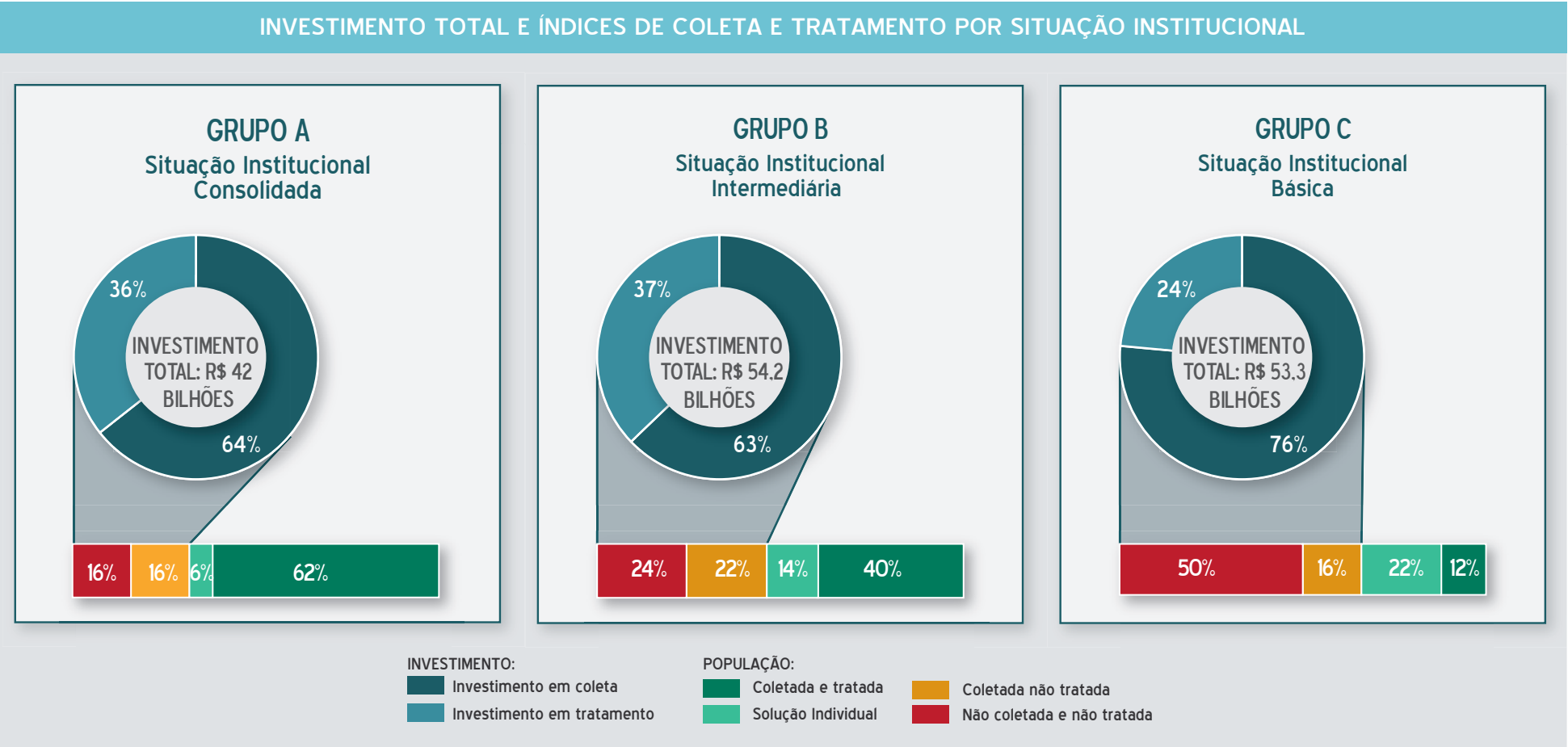


O grupo de municípios com Situação Institucional Consolidada abriga o maior contingente populacional e contempla 80 cidades em regiões metropolitanas, sendo 6 delas com mais de 1 milhão de habitantes. Além do Distrito Federal, esses municípios estão localizados, predominantemente nos estados da Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. O Grupo A apresenta os melhores índices de atendimento, com 79% de cobertura de coleta de esgotos e 62% de tratamento coletivo mas, ainda sim, elevada necessidade de investimentos. Ao todo, para o pleno atendimento das demandas no horizonte de 2035, são necessários R\$ 42 bilhões em investimentos, dos quais R\$ 27 bilhões destinados à coleta e cerca de R\$ 15 bilhões para o tratamento de esgotos.

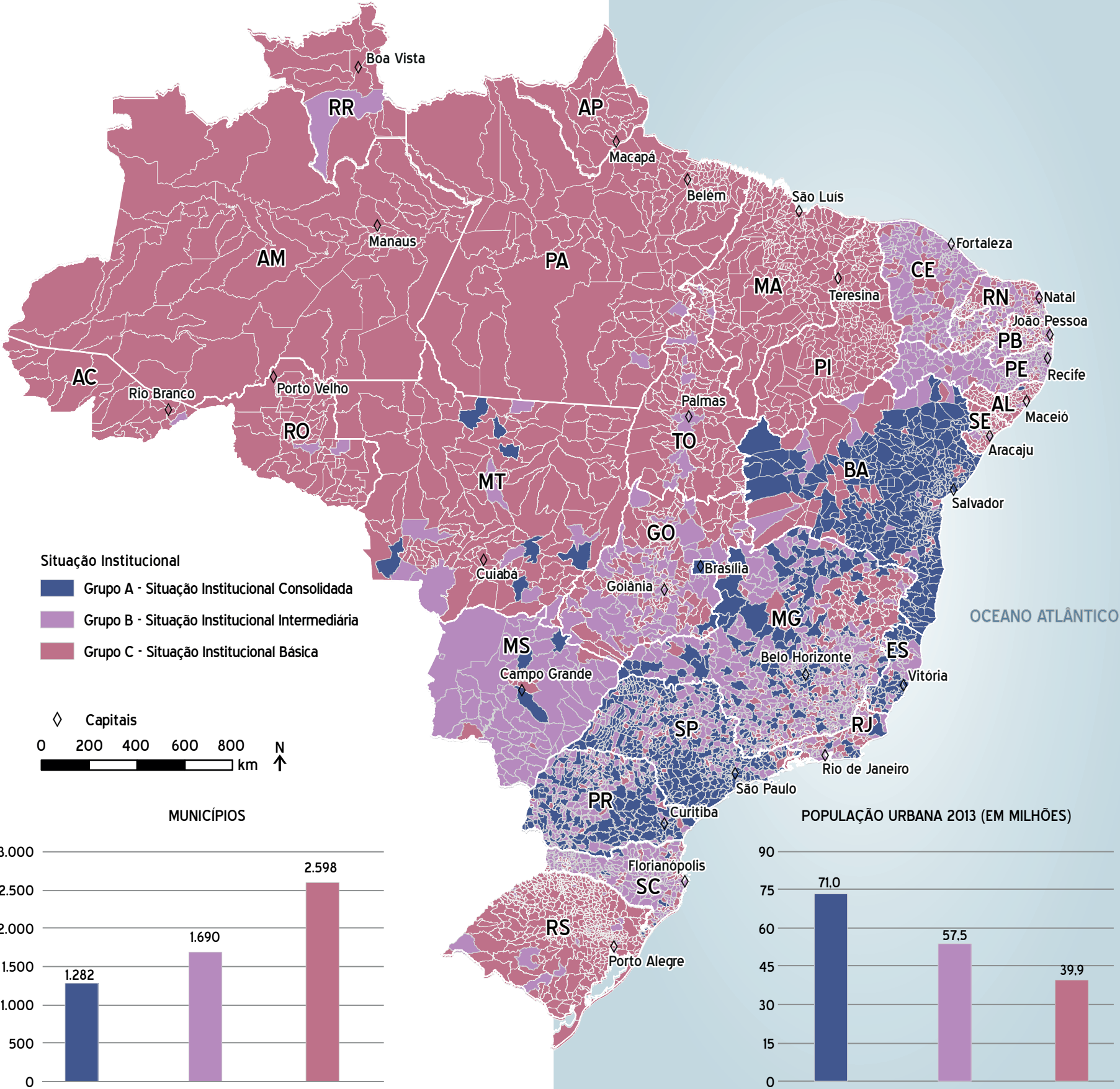
O grupo de municípios com Situação Institucional Intermediária concentra número considerável de cidades situadas em regiões metropolitanas (65 sedes municipais), ainda que a maior parte dos municípios seja de pequeno porte, com 1.239 sedes com menos de 20 mil habitantes. Nesse grupo, cerca de 62% da população possui coleta de esgotos e 40% possui tratamento coletivo, níveis muito próximos à média do País. São previstos R\$ 54,2 bilhões em investimentos para esse conjunto de

municípios, sendo R\$ 34,1 bilhões para coleta e R\$ 20,1 bilhões para tratamento de esgotos. Os municípios do Grupo B estão bastante dispersos no País quando comparados aos demais grupos, com presença nas regiões Nordeste (Ceará, Rio Grande Norte, Paraíba, Pernambuco), Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

O grupo de municípios com Situação Institucional Básica corresponde ao maior número de municípios (47% do universo), com 37 deles inseridos em regiões metropolitanas. Como esperado, grande parte desse grupo (86%) está representado por municípios de pequeno porte, com população menor que 20.000 habitantes. Em termos de população, no entanto, representam o universo com menor número de habitantes (39,9 milhões de habitantes). Também é nesse conjunto que estão as maiores demandas devido aos menores índices de cobertura, com 28% de coleta de esgotos e somente 12% de tratamento dos esgotos sendo disponibilizados à população. Em função dessas características, esse agrupamento apresentou os maiores montantes de investimentos requeridos em coleta de esgotos, perfazendo R\$ 40,7 bilhões. Essa situação não se reflete no montante exigido para o tratamento de esgotos, em função de demandarem, predominantemente, soluções mais simplificadas associadas a condições mais favoráveis quanto aos recursos hídricos disponíveis, necessários à diluição dos efluentes. Do ponto de vista espacial, há maior concentração de municípios na região Norte, e principalmente nos estados do Mato Grosso, Maranhão, Piauí, Tocantins, Rio Grande do Sul e ao norte de Minas Gerais.



SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESGOTO



5.2 | ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO

O enfoque por bacia hidrográfica, associando o tratamento de esgotos a uma visão sistêmica dos recursos hídricos é o foco do *ATLAS Esgotos* e reflexo de atuação integrada entre a ANA e a SNSA/MCidades, e destes com as diversas partes envolvidas nas questões de esgotamento sanitário e gestão das águas.

Ainda assim, as discussões técnicas ocorridas durante a elaboração do estudo evidenciaram a percepção de que, mesmo que as soluções de coleta e tratamento de esgotos sejam dimensionadas em consonância com os princípios da gestão de recursos hídricos, o aporte financeiro sem a devida capacidade institucional instalada no município pode não surtir o efeito almejado. Há muitos exemplos pelo País de sistemas de esgotamento sanitário que foram abandonados ou sequer entraram em operação devido a problemas associados a essa questão.

Dessa forma, buscou-se estabelecer uma estratégia que considerasse a diversidade institucional existente na prestação dos serviços de esgotamento sanitário no País, bem como a complexidade das soluções de tratamento de esgoto requeridas, com foco na universalização do esgotamento sanitário e na mitigação dos impactos nos recursos hídricos.

Como parte da estratégia, foram estabelecidas as seguintes etapas:

i. Estruturação do prestador (apenas para municípios com Situação Institucional Básica - Grupo C): proposta como etapa prévia à implementação de qualquer outra ação. Seja qual for o modelo escolhido pelo município, é fundamental que o mesmo disponha de prestador de serviço institucionalizado, com definição clara de atribuições e com um nível mínimo de estruturação suficiente para elaborar ou ao menos avaliar as soluções de esgotamento para o município.

ii. Desenvolvimento institucional (municípios com Situação Institucional Básica e Intermediária - Grupos B e C): etapa importante para alavancar a capacidade operacional e financeira dos prestadores. Prevista no PLANSAB, essa ação é necessária para garantir a melhoria na qualidade dos serviços prestados e assegurar a continuidade da operação dos sistemas de esgotamento sanitário.

iii. Investimentos em obras (todos os municípios - Grupos A, B e C): recursos financeiros necessários para a execução dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, que devem estar condicionados a um prestador de serviço com capacidade institucional.

Conforme apontado pelas etapas, a questão institucional é fundamental para a efetividade das obras de coleta e tratamento de esgotos, sendo importante o estabelecimento de metas de gestão associadas aos indicadores físicos na programação dos investimentos.

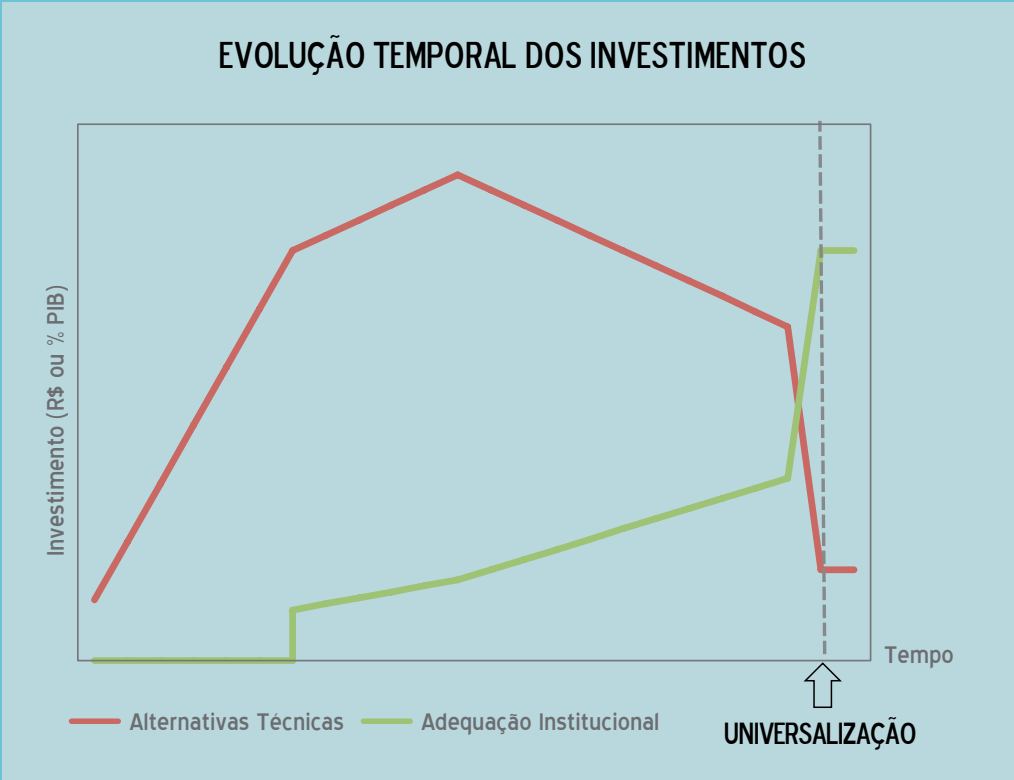
A IMPORTÂNCIA DA ADEQUAÇÃO INSTITUCIONAL SEGUNDO O PLANSAB

O PLANSAB caracteriza o adequado balanceamento entre as medidas estruturantes e estruturais, denominadas no *ATLAS Esgotos* de Desenvolvimento institucional e Investimentos em obras (em coleta e tratamento de esgotos), respectivamente, como a premissa central para a lógica dos investimentos planejados no âmbito do Plano.

Conforme apresentado no PLANSAB, defende-se que as medidas estruturais sejam importantes até a universalização do esgotamento sanitário, porém com o crescente fortalecimento das medidas estruturantes que lhe darão sustentação.

Após a universalização do atendimento populacional, as alternativas técnicas seriam necessárias, principalmente para substituição de sistemas obsoletos ou adequação de sistemas a novos padrões de qualidade sanitária e ambiental.

O apoio à gestão pública dos serviços de saneamento visa criar condições de sustentabilidade para o adequado atendimento populacional, incluindo a qualificação da participação social e seu controle sobre os serviços.



Fonte: Adaptado de PLANSAB.

Além das etapas citadas, a estratégia proposta contempla a possibilidade de implementação das soluções de esgotamento e investimentos associados de forma gradual, respeitando as eficiências de remoção necessárias para o cumprimento das exigências aplicáveis aos corpos receptores.

Esse gradualismo, considerando o estabelecimento de metas progressivas em consonância com as Políticas de Saneamento e de Recursos Hídricos, deve ser observado nos Planos Municipais de Saneamento Básico e Planos de Bacias Hidrográficas.

Para as soluções de tratamento de esgoto de menor complexidade, a progressividade pode ser limitada à ampliação gradual das áreas a serem atendidas, por exemplo, em função das bacias de esgotamento do município.

Para soluções mais complexas, propõe-se que também seja avaliado, caso a caso, a possibilidade de implantação por etapas dos processos complementares de tratamento, quando a tecnologia selecionada assim permitir, necessários para se alcançar eficiências mais elevadas de remoção de carga associadas às metas finais de qualidade de água.

Outras particularidades podem ser consideradas, como a definição pelo reúso não potável de efluente ou a discussão conjunta da solução de tratamento envolvendo vários municípios de uma bacia.

ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO EM FUNÇÃO DA SITUAÇÃO INSTITUCIONAL E DA COMPLEXIDADE DO TRATAMENTO				
GRUPOS DE PRESTADORES	MENOS COMPLEXO	MAIS COMPLEXOS		
		GERAL	SEMIÁRIDO	SOLUÇÃO CONJUNTA
GRUPO A SITUAÇÃO INSTITUCIONAL CONSOLIDADA	 	 	 	 
GRUPO B SITUAÇÃO INSTITUCIONAL INTERMEDIÁRIA	 	 	 	 
GRUPO C SITUAÇÃO INSTITUCIONAL BÁSICA	 	 	 	 
 Investimentos em obras  Desenvolvimento institucional  Estruturação do prestador  Tratamento simplificado  Tratamento convencional  Tratamento avançado  Reuso  Arranjo técnico (em bloco)				

A partir da definição da estratégia apresentada, com análise integrada da situação institucional e da complexidade do tratamento, pode-se inferir que, de uma forma geral, os municípios com Situação Institucional Consolidada ou intermediária estão, predominantemente, em regiões com baixa capacidade de diluição dos esgotos. Desse modo, requerem tratamento mais complexo e, em muitos casos, a discussão de solução conjunta entre os municípios de uma mesma bacia ou solução complementar.

Por outro lado, a maior parte dos municípios que demandam atenção à estruturação e ao desenvolvimento institucional está em regiões com elevada disponibilidade hídrica e que chegariam à universalização com tratamento convencional de seus efluentes sanitários.

Em um cenário tendencial dos esforços empreendidos em esgotamento sanitário no Brasil, é de se esperar que os municípios com situação institucional consolidada sejam os primeiros a alcançar a universalização desse serviço. Isso equivale a uma remoção de 1.105 toneladas de DBO/dia e um investimento estimado em R\$ 42,0 bilhões.

Em seguida, espera-se que os municípios com Situação Institucional Intermediária adquiram o desenvolvimento

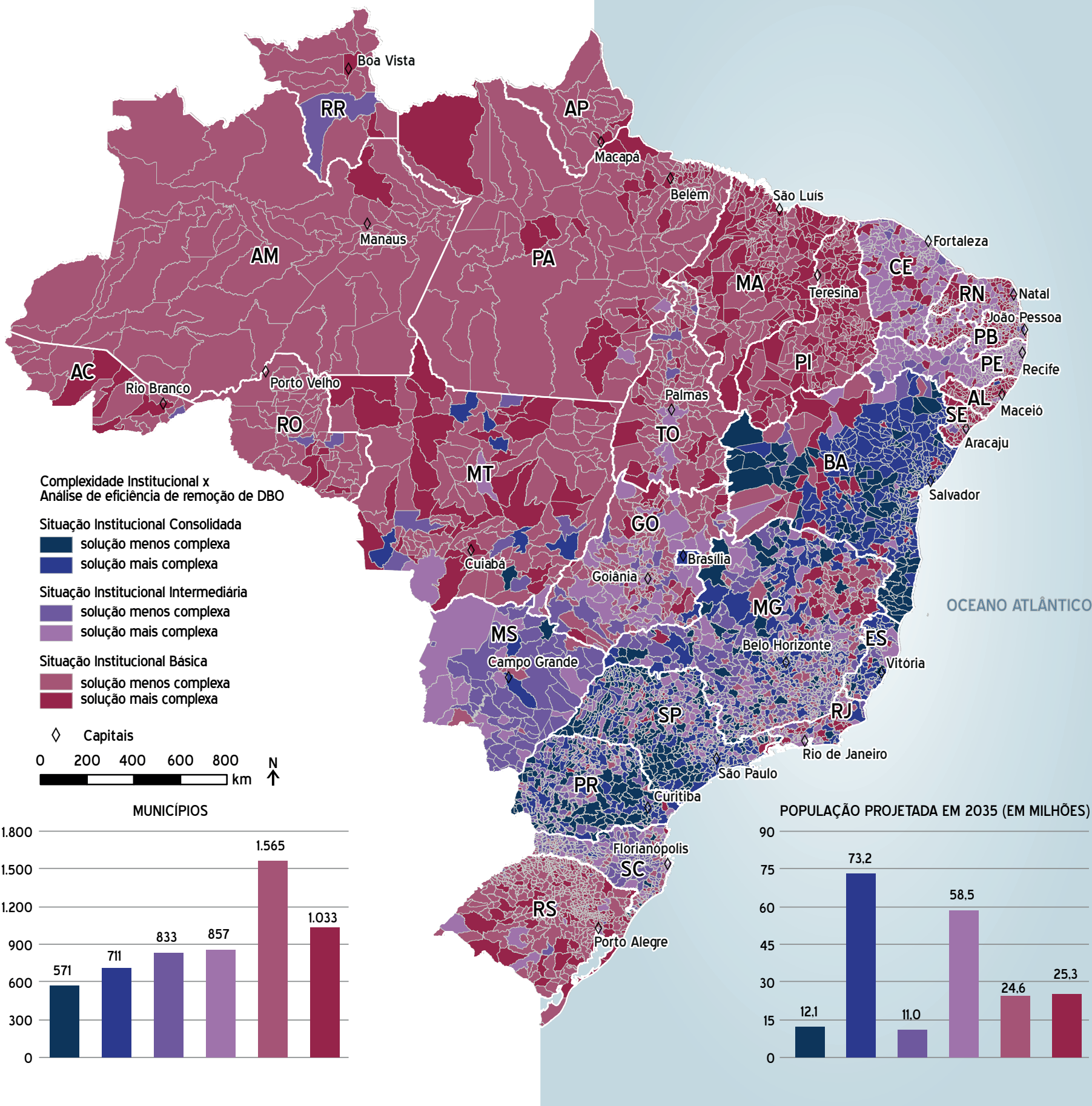
institucional necessário para alavancar e gerenciar recursos financeiros da ordem de R\$ 54 bilhões em prol da construção e manutenção de sistemas de esgotamento sanitário que removam 1.197 toneladas de DBO/dia.

Por fim, seguindo o cenário tendencial, estariam os municípios com Situação Institucional Básica, que necessitam ainda definir um prestador para o serviço de esgotamento sanitário e/ou dotá-lo de capacidade operacional e financeira para gerenciar os respectivos sistemas de esgotamento sanitário. Esses municípios alcançariam a universalização do esgotamento sanitário por meio da remoção de 1.298 toneladas de DBO/dia e da aplicação de R\$ 53,3 bilhões. Ressalta-se que nesse grupo, mais do que recursos financeiros, é necessário um esforço de articulação e indução para que estes municípios estruturem seus serviços, avaliando dentre as alternativas possíveis, qual modelo seria o mais adequado para o município e para as metas a serem alcançadas.

Em termos de resultados para a qualidade da água dos corpos receptores, ressalta-se que os investimentos nas situações mais complexas, consequentemente com maior impacto sobre os recursos hídricos e independente da situação institucional (Grupos A, B e C), ocorrem em um número equivalente de municípios (2.601), mas demandam investimentos 2,5 vezes maiores (R\$ 107,7 bilhões). Além dos benefícios ambientais, é importante ter claro que os avanços na universalização do esgotamento sanitário, independente da estratégia adotada, são fundamentais em função dos reflexos positivos na saúde pública.

COMPLEXIDADE DE TRATAMENTO E SITUAÇÃO INSTITUCIONAL				
SITUAÇÃO INSTITUCIONAL	COMPLEXIDADE NO TRATAMENTO REQUERIDO (REMOÇÃO DE DBO) 2035	DADOS GERAIS 2035	CARGA A SER REMOVIDA PARA A UNIVERSALIZAÇÃO 2035 (T DBO/DIA)	INVESTIMENTO NECESSÁRIO 2035 (R\$)
GRUPO A CONSOLIDADA	Menos complexo (entre 60 e 80%)	571 municípios População 12.1 milhões habitantes (2035) População média por município: 21.191 hab	145	6,8 bilhões
	Mais complexo (acima de 80%, solução conjunta ou complementar)	711 municípios População 73.2 milhões habitantes (2035) População média por município: 102.953 hab	960	35.2 bilhões
GRUPO B INTERMEDIÁRIA	Menos complexo (entre 60 e 80%)	833 municípios População 11.0 milhões habitantes (2035) População média por município: 13.205 hab	249	8,4 bilhões
	Mais complexo (acima de 80%, solução conjunta ou complementar)	857 municípios População 58.5 milhões habitantes (2035) População média por município: 68.261 hab	948	45,8 bilhões
GRUPO C BÁSICA	Menos complexo (entre 60 e 80%)	1.565 municípios População 24.6 milhões habitantes (2035) População média por município: 15.719 hab	652	26,6 bilhões
	Mais complexo (acima de 80%, solução conjunta ou complementar)	1.033 municípios População 25.3 milhões habitantes (2035) População média por município: 24.492 hab	646	26,7 bilhões

COMPLEXIDADE DE TRATAMENTO E SITUAÇÃO INSTITUCIONAL DOS MUNICÍPIOS



5.3 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O *ATLAS Esgotos* é o resultado de um trabalho conjunto, desenvolvido sob a coordenação da ANA em parceria com a SNSA/MCidades e com a colaboração de instituições federais, estaduais e municipais de todo o Brasil. Trazendo o olhar da gestão dos recursos hídricos, este estudo reúne e apresenta informações, diagnósticos e propostas de soluções para todas as 5.570 sedes urbanas do País, amparados na avaliação da situação da coleta e tratamento dos esgotos e do impacto do lançamento desses efluentes nos corpos hídricos, com uma visão sistêmica por bacia hidrográfica. As propostas de soluções foram elaboradas para o horizonte de 2035, com foco na proteção dos recursos hídricos, no seu uso sustentável para depuração de efluentes urbanos e na racionalização dos investimentos.

Ao abranger a totalidade dos municípios brasileiros, o primeiro desafio apresentou-se logo na obtenção das informações, que deveriam subsidiar a avaliação do impacto dos lançamentos de esgotos, tratados ou não, nos corpos receptores. Foi então definida uma abordagem que contemplou visitas a 472 órgãos autônomos municipais (SAAE ou similar) ou privados, responsáveis pela prestação dos serviços de esgotamento sanitário, além de reuniões técnicas com as 25 companhias estaduais que atuam no País. Foram também visitados os municípios com população acima de 50 mil habitantes e que não possuíam a prestação dos serviços delegada. Em 2013, esse universo alcançava 157,7 milhões de habitantes, representando cerca de 90% da população urbana brasileira.

A avaliação da situação atual do esgotamento sanitário e dos respectivos corpos receptores evidenciou a relevância dessa carga poluente quanto ao comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, em especial próximo aos grandes aglomerados urbanos e áreas de baixa disponibilidade hídrica, destacando-se os seguintes aspectos:

- 55% da população brasileira possui atendimento adequado de esgotamento sanitário à luz dos conceitos do PLANSAB (solução individual ou coleta e tratamento dos esgotos). Entretanto, apenas 39% de toda a carga orgânica gerada no Brasil é removida, resultando em 5,5 mil t DBO/dia que podem alcançar os corpos receptores.
- Há um predomínio de baixos níveis de remoção da carga orgânica nas sedes urbanas (cerca de 3,9 mil cidades apresentam níveis de remoção de DBO inferior a 30%) e, consequentemente, situação similar nas parcelas totais das UFs. Somente as UFs do Distrito Federal, São Paulo e Paraná removem mais de 50% da carga orgânica gerada em seu território.
- Além do significativo déficit existente em coleta e tratamento dos esgotos, somente 1/3 das estações de tratamento de esgotos identificadas utilizam processos com remoção de DBO superior a 80%, estando concentradas na região Sudeste.
- A elevada carga orgânica proveniente dos esgotos, tratados

ou não, que afluí aos corpos receptores, implica numa grande ocorrência de trechos de rios com qualidade da água compatível com classes de enquadramento 3 ou 4 (concentrações de DBO superior a 5 mg/L), somando cerca de 110 mil quilômetros de cursos d'água, notadamente na porção leste do País. Assim, 57% da população brasileira reside em municípios que não possuem vazão suficiente para a diluição da carga orgânica sem recorrer a processos de tratamento mais eficientes ou resultar numa condição de qualidade de água compatível apenas com os usos da água previstos nas classes de enquadramento 3 ou 4.

- As piores condições de diluição estão próximas aos grandes aglomerados urbanos e na região semiárida, onde a relação entre a população e a disponibilidade hídrica nos corpos receptores é desfavorável. No semiárido a situação requer atenção adicional, tendo em vista a elevada ocorrência de rios intermitentes ou efêmeros e o elevado número de açudes utilizados para abastecimento humano, potencial destino final da carga orgânica dos esgotos resultantes da lavagem do solo pelas chuvas.

A avaliação dos déficits de atendimento dos serviços de esgotamento e de seus impactos nos corpos hídricos, buscando soluções que atendessem aos requisitos de qualidade da água para garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, subsidiou a construção de uma abordagem estratégica, complementada com estimativa de custos, sendo os aspectos principais:

- A grande heterogeneidade na disponibilidade hídrica dos corpos d'água do País demanda soluções igualmente diversas de remoção de carga poluidora. Além da adoção de processos de tratamento mais avançados para municípios cujos corpos receptores possuem capacidade de diluição menos favorável, são necessárias abordagens diferenciadas com maior envolvimento do setor de recursos hídricos nas áreas críticas de qualidade de água, sendo elas a região semiárida, as áreas com cidades localizadas em cabeceira de rios e, principalmente, regiões muito adensadas de uma mesma bacia hidrográfica.
- Os resultados da modelagem de qualidade de água, corroborados pelos dados de monitoramento da qualidade de água, apontam a relevância das ações de esgotamento nessas áreas críticas. Também é desejável nessas áreas o envolvimento do setor de recursos hídricos nas discussões da implementação das soluções, em especial naquelas regiões mais adensadas e que já possuam comitês de bacia instituídos, como as bacias dos rios Sinos, Tietê, Velhas, Paraíba do Sul, Doce, Meia Ponte, Piracicaba, Capivari e Jundiá (bacias PCJ), Mogi-Guaçu, entre outras.
- A análise da necessidade de remoção de Fósforo e Nitrogênio dos esgotos para 2035 revelou que 29% dos reservatórios apresentam concentração de Fósforo acima do desejado (até 0,025 mg/L) e 5% das captações apresentam concentração de Nitrogênio acima do padrão de potabilidade (até 10 mg/L), sendo apontados os municípios que devem estar atentos, no tratamento dos seus esgotos, quanto à remoção de nutrientes.
- O investimento necessário para universalizar os serviços de esgotamento sanitário no Brasil, no horizonte de 2035, foi estimado em R\$ 149,5 bilhões, sendo as regiões Nordeste e Sudeste as maiores demandantes, seja pelos baixos níveis de cobertura e alta ocorrência de rios intermitentes ou efêmeros (caso do Nordeste), seja pelo grande número de aglomerados urbanos densamente habitados (caso do Sudeste). Do investimento total no País, 44% foram previstos para aplicação em 840 municípios que requerem solução conjunta ou solução complementar. A população associada a esses municípios soma mais de 100 milhões de habitantes.

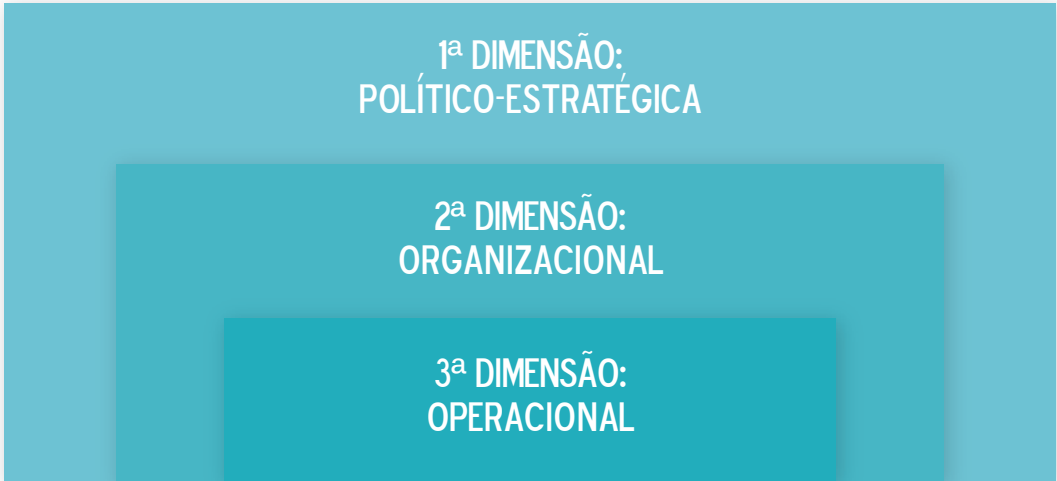
- Os investimentos em coleta e tratamento estimados no *ATLAS Esgotos* não consideraram os custos associados à construção e manutenção das fossas sépticas, à reposição de redes coletoras antigas ou substituição de sistemas coletores mistos, ao tratamento de esgotos combinados ou ao aproveitamento e/ou processamento de subprodutos, como o lodo e o biogás. No PLANSAB os investimentos estimados para o período 2014-2033 em esgotamento sanitário foram de R\$ 181,9 bilhões, incorporando ações em expansão das instalações hidrossanitárias, reposição da coleta e interceptação dos esgotos e reposição no tratamento de esgotos.

O PLANSAB como instrumento federal de planejamento do saneamento no País, além do diagnóstico dos serviços, traz também as diretrizes para o setor, metas a serem alcançadas e instrumentos que deverão ser utilizados para o seu alcance. Resguardada a importância de todos os aspectos constantes no PLANSAB, destaca-se a preocupação nele colocada, relativa ao fortalecimento institucional, regulatório e de capacidade de execução e gestão dos prestadores de serviço de saneamento, os quais figuram, por certo, entre os principais entraves para a concretização de intervenções em todas as regiões do País.

Com base nos resultados e nas discussões técnicas realizadas ao longo do período de execução do estudo, fica evidente e reforçada a preocupação já trazida pelo PLANSAB de que as ações de coleta e tratamento de esgotos apresentadas podem não surtir o efeito almejado caso o aporte financeiro em infraestrutura seja realizado sem a devida competência institucional instalada no município e sem considerar as particularidades das soluções requeridas em função da capacidade de diluição dos corpos receptores.

Todos esses pontos considerados, as premissas adotadas no *ATLAS Esgotos* pautaram a definição de uma estratégia de implementação, considerando a diversidade institucional existente na prestação dos serviços de esgotamento sanitário no País e das soluções de tratamento de esgoto requeridas. Essa estratégia deve orientar os processos de planejamento, regulação, financiamento e tomada de decisão no âmbito do SINGREH e do setor de saneamento e também está alinhada com os esforços para o cumprimento das metas de acesso ao saneamento e melhoria da qualidade da água, estabelecidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Agenda 2030 dos Países-Membros da ONU.

Nesse contexto, são apresentadas as seguintes recomendações, agrupadas em três dimensões: (i) dimensão político-estratégica; (ii) dimensão organizacional (gestão e prestação dos serviços de esgotamento sanitário); e (iii) dimensão operacional.



Dimensão político-estratégica:

- Um dos principais desafios a serem enfrentados na dimensão político-estratégica inclui a ampla discussão acerca da reorganização do setor de saneamento, cujas ações hoje são realizadas de forma dispersa, por múltiplos agentes (Ministério das Cidades/SNSA, Ministério do Planejamento, Ministério do Meio Ambiente/SRH/ANA, Ministério da Saúde/FUNASA, Ministério da Integração Nacional, Ministério da Ação Social, Caixa, BNDES, Ministério da Defesa, Codevasf, entre outros). Ainda que o comando da política de saneamento esteja a cargo do Ministério das Cidades e a coordenação da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos seja efetuada pela ANA, para que a estratégia de implementação sugerida no *ATLAS Esgotos* oriente, de fato, as ações e os investimentos em tratamento de esgotos no nível federal, é imprescindível que haja uma instância interministerial que garanta a articulação entre todos esses agentes envolvidos e a racionalidade na tomada de decisões.
- No que se refere ao planejamento, o *ATLAS Esgotos*, por oferecer um detalhamento da situação do esgotamento sanitário por município, considerando arranjos regionais e de bacia hidrográfica, deve ser tomado como instrumento complementar ao PLANSAB, subsidiando suas revisões e orientando ações de fomento à universalização e qualidade dos serviços, incluindo a aplicação de recursos financeiros.
- O *ATLAS Esgotos* estabelece também um referencial técnico para estudos, diagnósticos e prognósticos que venham a integrar os planos municipais e microrregionais de saneamento e os planos de recursos hídricos (nacional, estaduais e de bacias hidrográficas), constituindo-se como ponto de partida e base mínima para o tema esgotamento sanitário.
- Algumas das alternativas técnicas apontadas ainda carecem de linhas norteadoras para sua aplicação, por meio da elaboração de referenciais técnicos e normativos, dentre outros. Isso se aplica, por exemplo, para o caso de reúso de efluentes, estratégia que hoje conta com uma proposta de plano de ações para instituir uma política específica no Brasil, em andamento no âmbito do Programa Interágua.
- O estabelecimento de metas progressivas em consonância com as Políticas de Saneamento e de Recursos Hídricos, conforme estratégia desenhada no *ATLAS Esgotos*, deve ser observado nos planos municipais de saneamento, planos de bacia e propostas de enquadramento de corpos d'água. Essas metas contemplam a implementação das soluções de esgotamento e investimentos associados de forma gradual, respeitando as eficiências de remoção necessárias para o cumprimento das exigências aplicáveis aos corpos receptores e requisitos de qualidade da água dos diversos usos.

- São igualmente importantes os esforços para o aprimoramento de processos e mecanismos de regulação do setor de saneamento, bem como do arcabouço legal dos processos de emissão de outorgas de direito de uso da água e licenças ambientais, que considerem a análise integrada efetuada no *ATLAS Esgotos*, contemplando a visão da bacia hidrográfica e a diversidade institucional e das soluções de tratamento de esgotos requeridas. Essa análise evidencia a necessidade de uma abordagem uniforme para a definição do gradualismo das ações, compatibilizando as metas progressivas de expansão e qualidade dos serviços com as metas de atendimento dos objetivos de qualidade de água dos corpos hídricos, além de decisões que independam da dominialidade dos recursos hídricos, que devem ser assumidas e pactuadas pelos entes reguladores, órgãos de meio ambiente e de controle.

Dimensão organizacional:

- Nessa dimensão prevalecem questões relativas à organização dos prestadores de serviços, onde verificou-se lacunas nos arranjos institucionais de gestão e operação vigentes. Nesse sentido, a base de dados e os resultados do *ATLAS Esgotos*, somados a outros instrumentos, podem subsidiar a discussão sobre modelos institucionais mais adequados para a prestação dos serviços de esgotamento sanitário, levando-se em conta os aspectos técnicos por ele trazidos, assim como a ampla diversidade dos municípios do País com relação a suas capacidades técnicas, financeiras e de recursos humanos.
- Essa organização da prestação dos serviços de esgotos, que inclui a institucionalização da gestão e ações de desenvolvimento institucional, é fundamental para garantir a efetividade dos investimentos em obras estimados no *ATLAS Esgotos* e, quando necessária, pode ser utilizada como condicionante para a aplicação dos recursos públicos.

Na dimensão operacional:

- No âmbito de uma dimensão operacional, destacam-se os aspectos relativos ao funcionamento e à operação dos sistemas de esgotamento sanitário, em particular da garantia da eficiência das estações de tratamento de esgotos. Nesse sentido, experiências como a do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas - PRODES, criado e mantido pela ANA desde 2001, podem servir de modelo, com uma forma de atuar no monitoramento do resultado da ação de saneamento (esgoto coletado e tratado) e não na execução física (ETE construída), além do foco na mitigação dos impactos nos recursos hídricos.
- O PRODES e outras ações dessa natureza, devido à sua potencial contribuição para melhoria operacional e

garantia da efetividade na remoção de cargas poluidoras, devem considerar prioritariamente as bacias com maior criticidade de qualidade de água e que demandem soluções mais complexas de tratamento, conforme apontado no *ATLAS Esgotos*.

- É importante também que os indicadores de eficiência de tratamento sejam incorporados definitivamente no estabelecimento de metas e no acompanhamento da implementação das ações, para que a métrica de avaliação não se baseie apenas na execução de obras e na evolução da cobertura dos serviços de esgotamento sanitário, mas também na eficiência operacional das ETEs e na melhoria da qualidade da água dos corpos receptores.

Além das recomendações citadas, há algumas ressalvas importantes a serem elencadas e que não estão contempladas nas dimensões abordadas:

- Com relação à opção realizada no *ATLAS Esgotos* de indicar prioritariamente como solução sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgotos, cabe relembrar que as fossas sépticas também podem ser consideradas soluções apropriadas, desde que executadas e operadas de forma adequada. Alguns estudos apontam, inclusive, que em determinadas condições são uma alternativa de maior economicidade frente a sistemas coletivos. No entanto, é fundamental que se avance na regulamentação desta solução, definindo com clareza as responsabilidades sobre a sua manutenção e a disposição final dos resíduos, e no estabelecimento de diretrizes para sua utilização como uma alternativa de política pública para universalização do esgotamento sanitário.
- Com relação à utilização do *ATLAS Esgotos* para a tomada de decisões, é importante ter claro que as alternativas técnicas que compõem o documento não são projetos de sistemas de coleta e tratamento de esgotos para os municípios, mas uma indicação de soluções possíveis em relação às eficiências requeridas quando avaliados os corpos receptores identificados na base geográfica utilizada. Apesar de contemplar proposições baseadas em informações robustas para essa escala de planejamento, a elaboração de projetos de sistemas de esgotamento sanitário requer informações mais detalhadas, considerando uma série de outras variáveis, como disponibilidade e custo de terreno, topografia, entre outras, além de um olhar mais apurado sobre as tecnologias disponíveis e sua adequabilidade à realidade local.

A publicação deste Resumo Executivo simultaneamente à divulgação dos resultados do *ATLAS Esgotos* no portal da ANA na internet (www.ana.gov.br), torna acessível à sociedade um amplo conjunto de informações de todas as cidades brasileiras, representando uma contribuição preciosa para o planejamento e para o processo decisório nacional, regional ou local. Portanto, é importante que essas informações sejam atualizadas permanentemente, de modo que as análises realizadas e o planejamento proposto possam ser aprimorados e acompanhados quanto aos seus progressos e novos desafios.

Por fim, espera-se que o *ATLAS Esgotos* fortaleça o processo de planejamento e gestão de recursos hídricos e do saneamento, motivando o estabelecimento de parcerias e de uma ampliada cooperação intergovernamental, comprometida com os investimentos em esgotamento sanitário necessários para a melhoria das condições de saúde, ambientais e urbanas do País.



APOIO:

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
Setor Água



GRUPO BANCO MUNDIAL



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DAS
CIDADES



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-8210-050-9



9 788582 100509