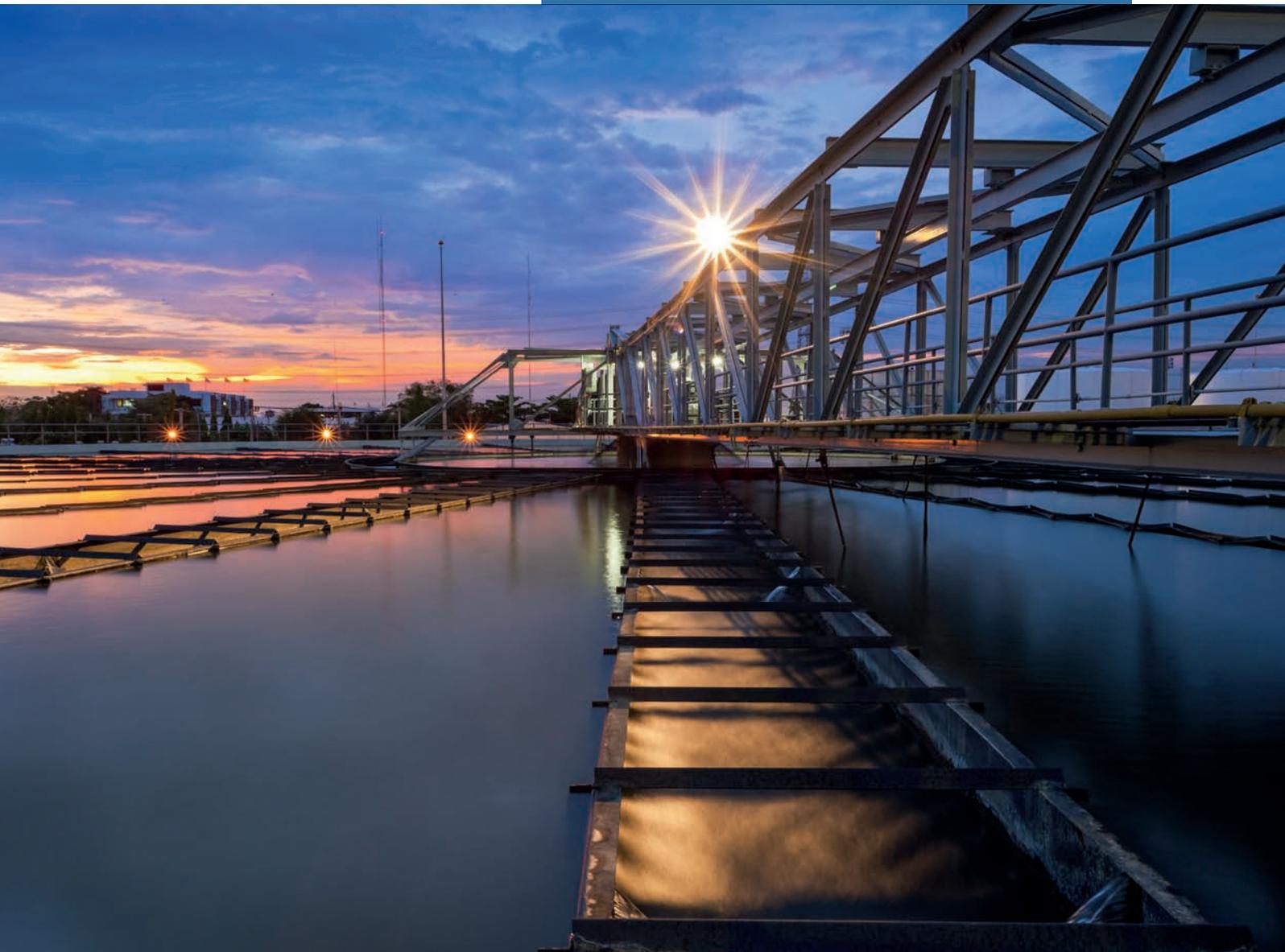


REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO ESTADO DA PARAÍBA



Federação das Indústrias do Estado da Paraíba



Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

REÚSO DE EFLUENTES
PARA ABASTECIMENTO
INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO
DA OFERTA E DA
DEMANDA NO ESTADO
DA PARAÍBA

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade

Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Carlos Eduardo Abijaodi

Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Mônica Messenberg Guimarães

Diretora

Diretoria de Serviços Corporativos

Fernando Augusto Trivellato

Diretor

Diretoria Jurídica

Hélio José Ferreira Rocha

Diretor

Diretoria de Comunicação

Ana Maria Curado Matta

Diretora

Diretoria de Educação e Tecnologia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor

Diretoria de Inovação

Gianna Cardoso Sagazio

Diretora

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA - GESTÃO 2015/2019

Presidente

Francisco de Assis Benevides Gadelha

1º Vice-Presidente

Magno Cesar Rossi

Vice-Presidentes

Romualdo Farias de Araújo

Manoel Gonçalves dos Santos Neto

José William Montenegro Leal

Fernando Luiz da Costa Araújo

Eduardo Ribeiro Coutinho

Péricles Felinto de Araújo

1º Secretário

Maurício Clóvis de Almeida

2º Secretário

Everaldo de Miranda Araújo

3º Secretário

Birk Reibel

1º Tesoureiro

Marccone Tarradt Rocha

2º Tesoureiro

José Edivaldo Sousa

3º Tesoureiro

Luiz Magno Leite de Almeida

Diretores

Celso Maia Duarte

José Carlos da Silva Junior

Pedro Abrantes Neto

Clodoaldo Soares de Oliveira Neto

Ivan Farias Filho

Gilvan Celso Cavalcanti de Moraes Sobrinho

Lamir Motta Filho

Washington Guilherme Queiroga Estrela

Renato Castro do Lago

Eduardo Almeida de Souto

Raimundo Gilson Vieira Frade

Carlos Antonio Vilar Campos

Altamir Cavalcanti Sobrinho

João Batista Sales Porto

Conselho Fiscal

Efetivos

Suplentes

Sebastião Severo Acioly

Alberto Pires Ferreira

Eliane Julieta Cunha Carvalho

Edson de Sousa do O Filho

João Fernandes Queiroz

Geraldo Ribeiro Dias Filho

Delegado-Representantes junto ao Conselho da Confederação Nacional da Indústria - CNI

Efetivos

Suplentes

Francisco de Assis Benevides Gadelha

Magno Cesar Rossi

Roberto Cavalcanti Ribeiro

Ernesto Reibel

REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO ESTADO DA PARAÍBA



Brasília, 2019



Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

© 2019. CNI – **Confederação Nacional da Indústria**

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

FICHA CATALOGRÁFICA

C748r

Confederação Nacional da Indústria.

Reúso de efluentes para abastecimento industrial : avaliação da oferta e da demanda no estado da Paraíba / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2019.

93 p. : il.

ISBN 978-85-7957-231-9

1.Reúso de Água. 2. Regulamentação. 3. Sustentabilidade I. Título.

CDU: 628.1

CNI
Confederação Nacional da Indústria
Sede
Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC
Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992
sac@cni.org.br

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 – AGRUPAMENTO DE PROCESSOS DE TRATAMENTO..... | 20 |
| TABELA 2 – SEÇÕES CNAE 2.0 CONTEMPLADAS NO ESTUDO..... | 23 |
| TABELA 3 – FONTES DE DADOS – SÍNTESE..... | 24 |
| TABELA 4 – PRINCIPAIS ÍNDICES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS DO ESTADO DE ACORDO COM SNIS 2016..... | 29 |
| TABELA 5 – FONTE DE DADOS – DEMANDAS..... | 32 |
| TABELA 6 – FILTRO DE DADOS – OUTORGAS ESTADUAIS CONSTANTES NO REGLA..... | 33 |
| TABELA 7 – FILTRO DE DADOS – OUTORGAS FEDERAIS CONSTANTES NO REGLA..... | 34 |
| TABELA 8 – NÚMERO DE OUTORGAS E VAZÕES OUTORGADAS POR CONCEDENTE..... | 35 |
| TABELA 9 – PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO OUTORGADA DE CAPTAÇÃO INDUSTRIAL..... | 38 |
| TABELA 10 – DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS POR TIPO DE MANANCIAL..... | 39 |
| TABELA 11 – OUTORGAS INDUSTRIAIS POR DIVISÃO DA CNAE 2.0..... | 40 |
| TABELA 12 – FONTE DE DADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS..... | 41 |
| TABELA 13 – ETES E VAZÕES DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS..... | 41 |
| TABELA 14 – ETES POR TIPO DE PROCESSO DE TRATAMENTO..... | 42 |
| TABELA 15 – MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO..... | 43 |
| TABELA 16 – MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR PROCESSO..... | 45 |
| TABELA 17 – ETES DO ESTADO POR MUNICÍPIO, VAZÃO E PROCESSO..... | 47 |
| TABELA 18 – DEZ MAIORES VALORES DE DÉFICIT DE TRATAMENTO POR MUNICÍPIO..... | 48 |
| TABELA 19 – PIB INDUSTRIAL E VARIAÇÃO (2002-2014) POR MUNICÍPIO..... | 50 |
| TABELA 20 – PRINCIPAIS CLASSES DA CNAE 2.0 EM NÚMEROS DE EMPREGOS..... | 50 |
| TABELA 21 – NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO..... | 51 |
| TABELA 22 – DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGOS POR DIVISÃO CNAE 2.0 E MUNICÍPIO..... | 54 |
| TABELA 23 – ETES E VAZÃO INDUSTRIAL OUTORGADA NAS PROXIMIDADES..... | 56 |
| TABELA 24 – DEMANDA INDUSTRIAL E TRATAMENTO DE ESGOTO AGREGADOS POR MUNICÍPIO..... | 61 |
| TABELA 25 – CENÁRIOS PARA ESTIMATIVAS DE CUSTOS..... | 76 |
| TABELA 26 – DADOS DE BASE PARA ESTIMATIVA DE CAPEX EM FUNÇÃO DA VAZÃO..... | 77 |
| TABELA 27 – ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA OBRAS LINEARES..... | 80 |
| TABELA 28 – VALORES UTILIZADOS PARA COMPOSIÇÃO DE TARIFA MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA..... | 81 |
| TABELA 29 – DADOS DE BASE PARA ESTIMATIVA DE OPEX EM FUNÇÃO DA VAZÃO..... | 82 |
| TABELA 30 – CUSTOS ESTIMADOS RELATIVOS AO SISTEMA DE REÚSO COMPLETO..... | 84 |
| TABELA 31 – RESUMO DOS CUSTOS ESTIMADOS DE CAPEX E OPEX PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS..... | 86 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DE CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DE Q_R (VAZÃO DE REFERÊNCIA) DAS ETES | 21 |
| FIGURA 2 – MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO NO ESTADO POR MUNICÍPIO..... | 28 |
| FIGURA 3 – MAPA DO BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO POR OTTOBACIA..... | 29 |
| FIGURA 4 – MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR CONCEDENTE | 36 |
| FIGURA 5 – MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO | 37 |
| FIGURA 6 – MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO E TOTALIZAÇÃO POR MUNICÍPIO | 38 |
| FIGURA 7 – MAPA DAS ETES EXISTENTES POR VAZÃO | 42 |
| FIGURA 8 – MAPA DAS ETES EXISTENTES POR PROCESSO DE TRATAMENTO ADOTADO | 43 |
| FIGURA 9 – MAPA DAS ETES EXISTENTES POR PROCESSO, ÍNDICES DE ATENDIMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS E PROPORÇÃO ENTRE ESGOTO TRATADO E NÃO TRATADO POR MUNICÍPIO..... | 46 |
| FIGURA 10 – MAPA DAS ETES EXISTENTES POR PROCESSO, DÉFICIT DE TRATAMENTO DE ESGOTOS E PROPORÇÃO ENTRE ESGOTO TRATADO E NÃO TRATADO POR MUNICÍPIO..... | 49 |
| FIGURA 11 – MAPA DO NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO..... | 52 |
| FIGURA 12 – MAPA DO PIB INDUSTRIAL POR MUNICÍPIO | 53 |
| FIGURA 13 – MAPA COM RAIO DE 10 KM EM TORNO DAS ETES EXISTENTES E OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO | 55 |
| FIGURA 14 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE REÚSO POR ETE E VAZÃO INDUSTRIAL OUTORGADA TOTAL POR MUNICÍPIO – PRINCIPAIS REGIÕES | 57 |
| FIGURA 15 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE REÚSO POR ETE E ÍNDICE DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (IN046) POR MUNICÍPIO – PRINCIPAIS REGIÕES | 58 |
| FIGURA 16 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE REÚSO POR ETE E DÉFICIT DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (EM VAZÃO) – PRINCIPAIS REGIÕES..... | 59 |
| FIGURA 17 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE REÚSO POR ETE E BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO POR OTTOBACIA – PRINCIPAIS REGIÕES..... | 60 |
| FIGURA 18 – CUSTOS PRIMÁRIOS E MARGINAIS ASSOCIADOS AO REÚSO..... | 74 |
| FIGURA 19 – GRÁFICO DOS CUSTOS DE CAPITAL CORRESPONDENTES À ADAPTAÇÃO DE ETES EXISTENTES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO (R\$/M ³) | 78 |
| FIGURA 20 – GRÁFICO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO CORRESPONDENTES À ADAPTAÇÃO DE ETES EXISTENTES PARA PRODUZIR ÁGUA DE REÚSO (R\$/M ³) | 82 |
| FIGURA 21 – GRÁFICO DOS CUSTOS ESTIMADOS RELATIVOS AO SISTEMA DE REÚSO COMPLETO | 85 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 9 |
| APRESENTAÇÃO..... | 11 |
| INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1 METODOLOGIA | 17 |
| 1.1 Aspectos gerais | 17 |
| 1.2 Demandas industriais | 18 |
| 1.3 Ofertas de esgoto tratado..... | 19 |
| 1.3.1 Processos de tratamento | 19 |
| 1.3.2 Vazão de referência (Q)..... | 20 |
| 1.4 Indústria | 22 |
| 1.5 Identificação de oportunidades..... | 23 |
| 1.6 Fontes de dados – síntese | 24 |
| 2 PARAÍBA | 27 |
| 2.1 Caracterização geral do estado | 27 |
| 2.1.1 Disponibilidade hídrica, saneamento básico e indústria..... | 27 |
| 2.1.2 Legislação..... | 30 |
| 2.1.3 Iniciativas de reúso | 31 |
| 2.2 Reuniões presenciais e solicitação de informações..... | 31 |
| 2.3 Identificação das demandas industriais..... | 32 |
| 2.4 Identificação das ofertas..... | 40 |
| 2.5 Perfil da indústria | 49 |
| 2.6 Oportunidades de reúso | 55 |
| 2.7 Análise e comentários | 70 |
| 3 CUSTOS ATRIBUÍDOS A SISTEMAS DE REÚSO | 73 |
| 3.1 Considerações iniciais..... | 73 |
| 3.2 Concepção do projeto genérico | 75 |
| 3.3 Estimativas de Capex | 77 |
| 3.3.1 Adaptação das estações de tratamento de lodos ativados | 77 |
| 3.3.2 Sistema elevatório e obras lineares | 78 |
| 3.3.3 Reservatórios de distribuição..... | 80 |
| 3.4 Estimativas de Opex..... | 81 |
| 3.4.1 Energia elétrica..... | 81 |
| 3.4.2 Adaptação das estações de tratamento de lodos ativados | 82 |
| 3.4.3 Sistema elevatório | 83 |
| 3.5 Plano de negócio..... | 83 |
| 3.6 Resultados | 84 |
| 3.7 Resumo e comentários | 85 |
| REFERÊNCIAS | 89 |
| ANEXO A - RESULTADOS POR ETE..... | 93 |

APRESENTAÇÃO

“Assegurar o acesso sustentável à água de qualidade, em quantidade adequada à manutenção dos meios de vida, ao bem-estar humano e ao desenvolvimento socioeconômico. Garantir proteção contra a poluição hídrica e os desastres relacionados à água. Preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.” Essa é a definição de segurança hídrica dada pela Organização das Nações Unidas (ONU), que explicita a preocupação atual com os conflitos em bacias hidrográficas nacionais e transfronteiriças.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) reconhece a necessidade de prevenir e minimizar os desentendimentos decorrentes do uso da água, assegurando, em especial, meios para reduzir os efeitos da sua falta na indústria, seja em função das mudanças climáticas, seja em razão da má gestão do insumo. O equacionamento desses aspectos é importante para manter o desenvolvimento das atividades do setor.

Em 2017, a CNI analisou o potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), considerando que as águas servidas ou residuais podem ser transformadas em matéria-prima para a diversificação da matriz de oferta de água no setor industrial. O estudo foi realizado em parceria com o Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo e com a empresa InfinityTech.

Graças à parceria, foi possível chegar a valores de oferta de efluentes em relação à demanda industrial e fazer estimativas financeiras para viabilizar a utilização desse recurso. O estudo-piloto¹ identificou o potencial de ofertas de esgoto tratado por meio das Estações de Tratamento localizadas na RMSP e disponibilizadas pela Companhia Estadual de Saneamento Básico (Sabesp). O levantamento da demanda de água das indústrias considerou as unidades que se encontravam na área de até 10 km² em torno das estações.

Em função da situação crítica, especialmente com a severidade da escassez de água que confirma a baixa segurança hídrica atual, decidiu-se desenvolver a segunda etapa do estudo. Para isso, foram selecionados os seguintes estados: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Espírito Santo. Além deles, o Rio de Janeiro se dispôs a realizar o trabalho em parceria com a CNI, prevenindo-se quanto a eventuais riscos da falta d'água.

¹ Reúso de Efluentes: Metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/9/reuso-de-efluentes-metodologia-para-analise-do-potencial-do-uso-de-efluentes-tratados-para-abastecimento-industrial/>

Neste momento, temos a satisfação de apresentar os resultados obtidos na Paraíba. Com isso, esperamos contribuir para que tanto o setor industrial como o governo do estado possam desenvolver estratégias que promovam o acesso sustentável à água e o desenvolvimento socioeconômico.

Boa leitura.

Robson Braga de Andrade

Presidente da Confederação Nacional da Indústria

APRESENTAÇÃO

No Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2017), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) reafirma a importância das águas residuais, aquelas já utilizadas em atividades humanas e que podem ser reaproveitadas. O relatório destaca a crescente demanda por Recursos Hídricos e a premente necessidade de modificar a gestão das águas.

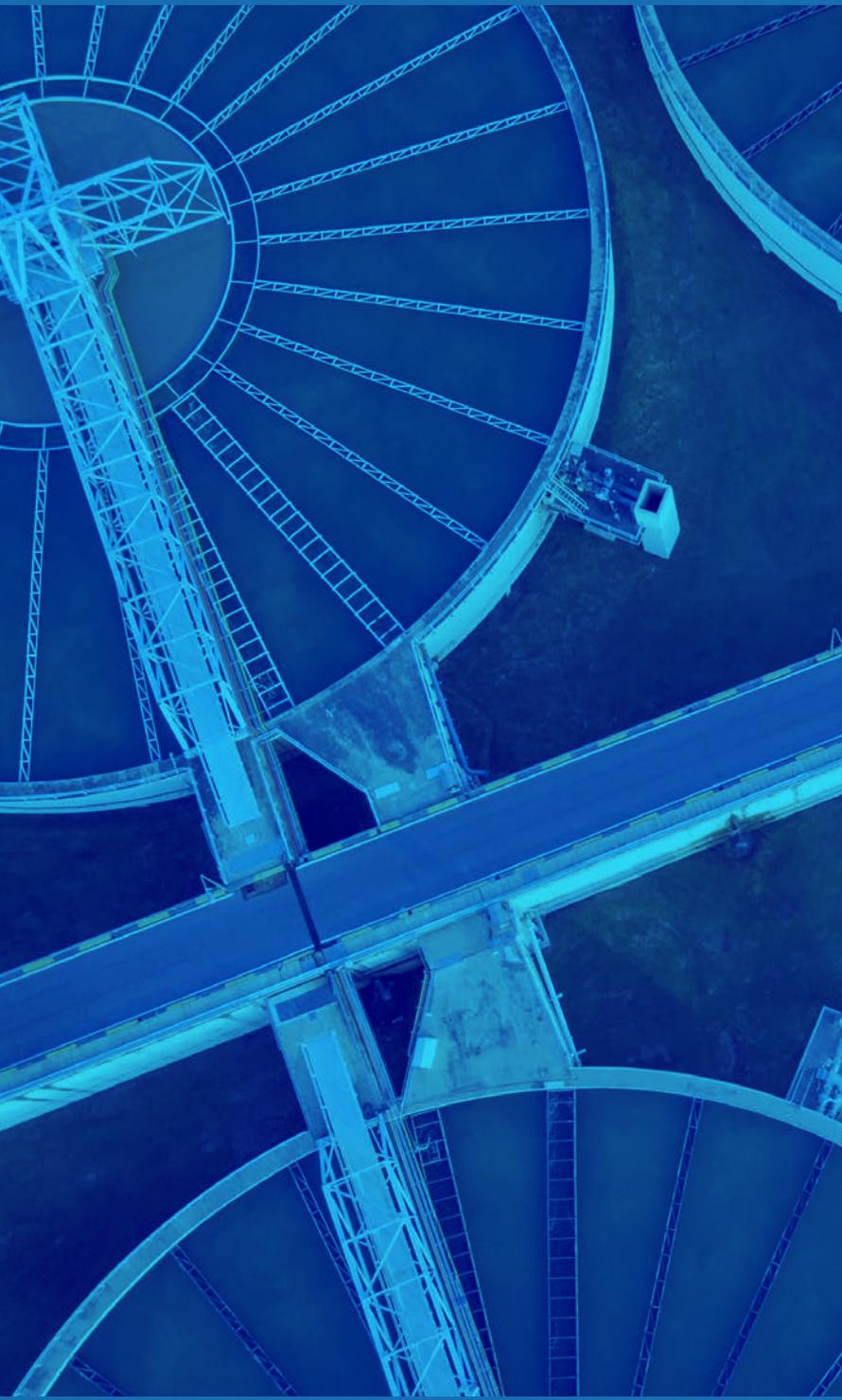
O modelo de tratar e eliminar precisa ser substituído pelo modelo de reutilizar, reciclar e recuperar.

Infelizmente no Brasil temos sérias dificuldades em aproveitar as águas residuais. Em um estado como a Paraíba, que sente as dificuldades de escassez da água, medidas precisam ser tomadas com a finalidade de superar os desafios impostos com o intuito de harmonizar o equilíbrio natureza e a produção. Neste contexto, a Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP) teve a honra de participar de um estudo realizado pela CNI em parceria com o Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo e com a empresa InfinityTech, com o objetivo de analisar o potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial.

A UNESCO reconhece a pouca ou nenhuma legislação sobre os padrões de qualidade para esses produtos, o que cria incertezas de mercado que podem desencorajar os investimentos. Entretanto, a FIEP assume o compromisso de articular e estimular as iniciativas na área, vislumbrando os benefícios sociais para a saúde pública e o meio ambiente.

Contem conosco! Boa Leitura!

Federação das indústrias do Estado da Paraíba



INTRODUÇÃO



A segunda etapa do estudo **Avaliação de lacunas e alternativas para impulsionar o reúso de água no Brasil e desafios de regulação** contempla avaliações mais profundas de cinco estados brasileiros selecionados na primeira etapa, a saber: Ceará, Rio Grande do Norte, Espírito Santo, Pernambuco e Paraíba. A seleção dos estados foi realizada pela CNI com base em correlações entre características de escassez hídrica, estado da infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos e possibilidade de atendimento a demandas industriais por água de reúso proveniente de estações de tratamento de esgotos municipais.

Como resultado da primeira etapa, a CNI lançou a publicação **Reúso de efluentes: metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial** (CNI, 2017)², a qual sumariza os principais resultados obtidos nessa etapa. Nesta segunda etapa pretende-se, a partir dos aprendizados obtidos com o estudo anterior, ampliar e refinar a metodologia de identificação de oportunidades de reúso de efluentes sanitários tratados para abastecimento de demandas não potáveis industriais.

A identificação das oportunidades de reúso industrial foi realizada por meio de ferramentas de geoprocessamento e análise de bancos de dados obtidos via solicitação aos principais atores estaduais e federais pertinentes, buscando-se compreender quais são, para cada uma das regiões de estudo, as principais intersecções entre demandas industriais, ofertas

² Disponível para download em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2017/9/reuso-de-efluentes-metodologia-para-analise-do-potencial-do-uso-de-efluentes-tratados-para-abastecimento-industrial/>.

potenciais de água de reúso e escassez hídrica, produzindo-se material de subsídio à tomada de decisão referente ao planejamento casado nas áreas de recursos hídricos, saneamento básico e desenvolvimento industrial.

Este volume aborda, sob os aspectos acima mencionados, o estado da Paraíba.



An aerial photograph of a wastewater treatment plant. The image is split vertically into two halves. The left half is tinted with a blue color, while the right half shows the original colors. Several large circular aeration tanks are visible, arranged around a central circular structure. The water in the tanks has different colors, ranging from dark blue to greenish-yellow. There are walkways, railings, and some industrial equipment around the tanks. A tall, thin light pole stands in the middle of the facility. The surrounding area is grassy with some trees and buildings in the background.

O estado da Paraíba foi visitado pela equipe de consultoria em maio de 2017 e foram realizadas reuniões presenciais com os principais atores relevantes ao tema para apresentação dos resultados da primeira etapa e solicitação de informações necessárias ao prosseguimento do estudo

1 METODOLOGIA



1.1 ASPECTOS GERAIS

O estado da Paraíba foi visitado pela equipe de consultoria em maio de 2017 e foram realizadas reuniões presenciais com os principais atores relevantes ao tema para apresentação dos resultados da primeira etapa e solicitação de informações necessárias ao prosseguimento do estudo. Em linhas gerais, foram solicitadas reuniões com os seguintes atores:

- Federação estadual da indústria;
- Concessionária de saneamento;
- Agência ou companhia responsável por concessão de outorgas de uso de água;
- Órgão responsável pelo licenciamento ambiental;
- Secretaria de recursos hídricos.

Na primeira etapa do estudo avaliaram-se todos os estados brasileiros e utilizou-se o estado de São Paulo como referência para determinação de uma metodologia de identificação de oportunidades. Essencialmente, a metodologia é composta por quatro etapas:

- 1) **Identificação das demandas:** caracterização dos potenciais consumidores industriais de água de reúso, georreferenciamento e quantificação das vazões demandadas;
- 2) **Identificação das ofertas:** caracterização quali-quantitativa dos sistemas de tratamento de esgotos já existentes e georreferenciamento das plantas;
- 3) **Caracterização da indústria:** levantamento do perfil da indústria e sua distribuição espacial;

- 4) **Identificação das oportunidades:** avaliação conjunta dos dados das três etapas anteriores e identificação das áreas que apresentem maior viabilidade de aplicação da prática de reúso.

Diferentemente dos estudos elaborados para outras Unidades da Federação (UFs), no estado da Paraíba a equipe de consultoria não obteve sucesso no contato junto aos principais órgãos estaduais pertinentes. Portanto, e como será melhor abordado nos próximos tópicos, para a estimativa de demandas e de ofertas foram utilizados exclusivamente dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Uma vez que o estudo contempla, além da Paraíba, outros estados, fez-se necessária a homogeneização das informações, considerando que os bancos de dados são substancialmente diferentes entre si e abrangem universos de informações muito distintos. Por isso, foram necessárias a seleção das informações e a criação de métricas únicas para estabelecimento de linguagem comum ao longo do estudo.

1.2 DEMANDAS INDUSTRIAIS

A identificação das demandas foi realizada por meio dos registros de outorgas de captação subterrâneas e superficiais concedidas pela ANA para o setor industrial. Frisa-se que são conhecidas as limitações da utilização de tais dados para detecção das demandas, uma vez que é comum a prática de captações ilegais (isto é, não outorgadas) principalmente de águas subterrâneas, além do fato de a vazão outorgada ser geralmente superior à de fato demandada pelo usuário. No entanto, constatadas as limitações da utilização dos registros de outorgas, a opção por sua utilização é sustentada por:

- As vazões outorgadas, por serem superiores às reais retiradas, correspondem às potenciais demandas máximas de cada usuário e região. Portanto, este estudo, em razão de seu caráter de planejamento estratégico entre expansão/adequação da infraestrutura de saneamento básico, gestão de recursos hídricos e desenvolvimento industrial, utilizou dados de outorgas para estimativa do potencial de reúso.
- As outorgas são instrumentos de gestão de recursos hídricos utilizados por todos os estados brasileiros (águas subterrâneas e rios estaduais) e pela União (rios federais) e apresentam informações como vazão outorgada, tipo de usuário e coordenadas geográficas de cada ponto de captação, aspectos fundamentais para o georreferenciamento dos dados e identificação, de acordo com a metodologia proposta, de oportunidades de reúso industrial.

Especificamente para o estado da Paraíba, não foram obtidas as outorgas estaduais diretamente pelo órgão local (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA). Foram utilizadas, na ausência de dados estaduais, as outorgas federais e estaduais constantes no Sistema Nacional de Regulação de Uso (REGLA) da ANA, conforme será melhor detalhado no item 2.3

Em 2017, a ANA publicou o estudo Água na indústria: uso e coeficientes técnicos (ANA, 2017a), o qual apresenta estimativas de vazões demandadas e consumidas pelo setor industrial por município e por classe da CNAE 2.0. Em suma, o cálculo é realizado com base em coeficientes técnicos que relacionam demanda de água por funcionário por dia aplicados aos registros de número de empregos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Uma vez que a ANA optou pela utilização de dados de número de empregos industriais de acordo com o RAIS, o qual os apresenta agregados por município, as vazões estimadas não cumprem os objetivos deste estudo, visto que se pretende realizar análise por ponto de consumo, e não em escala municipal somente. Ainda assim, as informações da ANA serão discutidas ao decorrer do estudo quando houver pertinência.

1.3 OFERTAS DE ESGOTO TRATADO

As potenciais ofertas de esgoto foram identificadas por meio de registros de bancos de dados de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) existentes e futuras fornecidos pela ANA. Foram principalmente analisadas as informações de processo de tratamento, vazões e localização.

1.3.1 PROCESSOS DE TRATAMENTO

De modo a se homogeneizar a linguagem adotada para análise das estações de tratamento de esgotos, realizou-se agrupamento dos distintos processos registrados pela ANA. O critério utilizado foi a semelhança de infraestrutura requerida e a qualidade do efluente final tratado. Não há dúvidas de que a qualidade dos efluentes tratados resultantes, por exemplo, de sistema australiano (lagoa anaeróbia seguida de facultativa) é diferente daquela de lagoas anaeróbias somente, ou lodos ativados com nitrificação e desnitrificação e lodos ativados convencional precedido de reator *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB). No entanto, o agrupamento tem como objetivo simplificar a categorização dos mais de trinta processos apresentados nos bancos de dados e permitir a classificação do estágio de desenvolvimento de infraestrutura de tratamento de esgotos de cada município e do estado como um todo. Adotou-se critério conforme a Tabela 1, na qual estão listados os agrupamentos e os principais processos contemplados.

TABELA 1 – Agrupamento de processos de tratamento

| Agrupamento | Processos |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Lodos ativados | Convencional |
| | Aeração prolongada |
| | Com nitrificação e desnitrificação |
| | Lodos ativados precedido de UASB |
| UASB + polimento | UASB + lagoas |
| | UASB + filtro biológico percolador |
| | UASB + biofiltro aerado submerso |
| | UASB + filtro aerado submerso |
| Lagoas | Aeróbia + decantação + maturação |
| | Aeróbia + decantação |
| | Anaeróbia + facultativa + maturação |
| | Anaeróbia + facultativa |
| | Facultativa + maturação |
| | Facultativa |
| | Anaeróbia |
| UASB | Somente reator UASB |
| | Reator UASB + cloração |
| Fossa séptica + filtro anaeróbio | Fossa séptica + filtro anaeróbio |
| | Decanto-digestor + filtro anaeróbio |
| Preliminar/primário | Estação de pré-condicionamento |
| | Decantação primária |
| | Tanque Imhoff |
| Outros | Não especificados/não informados |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

1.3.2 VAZÃO DE REFERÊNCIA (Q_r)

De maneira a se trabalhar com uma variável única para estimativa das ofertas de esgoto tratado, optou-se pela criação da grandeza **vazão de referência**, expressa por Q_r . O banco de dados da ANA apresenta tanto dados de vazão de projeto como de afluente, mas a análise mais detida dos dados revela que diversas ETEs constam com vazão de projeto nula e afluente diferente de zero, ou por vezes vazão afluente superior à de projeto. Sendo assim, a Q_r para cada ETE foi determinada segundo as seguintes etapas:

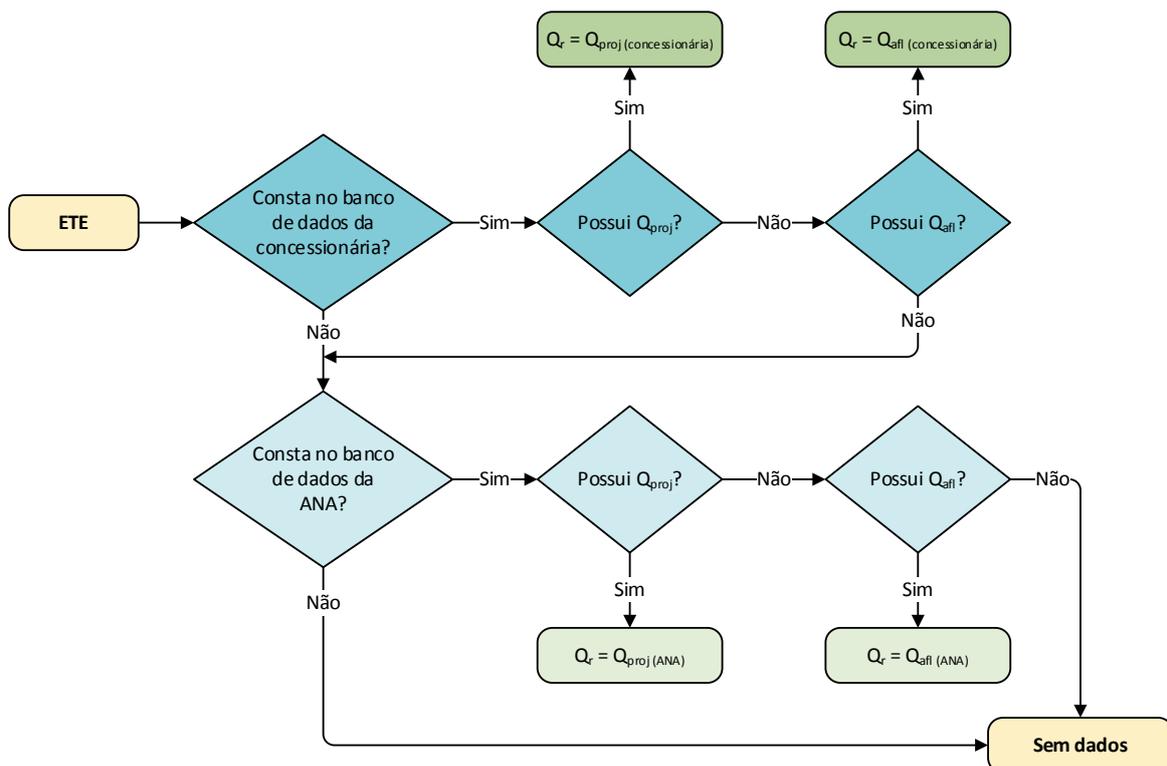
- 5) Foram utilizados, prioritariamente, os dados de vazão de projeto fornecidos pela concessionária³;

³ Não obtidos para o estado da Paraíba.

- 6) Para ETEs que constam somente no banco de dados da ANA, foram utilizadas as vazões de projeto desta;
- 7) Para as ETEs do banco de dados da ANA em que a vazão de projeto é nula e a afluyente é diferente de zero, $Q_r = Q_{\text{afluyente}}$;
- 8) Para as ETEs listadas em ambos os bancos de dados, foram usados prioritariamente os dados da concessionária, conforme critério 1. Caso não houvesse indicação de vazão pela concessionária, foram utilizados os valores do banco de dados da ANA, conforme critério 3.

O fluxograma a seguir exemplifica os critérios acima listados.

FIGURA 1 – Fluxograma de critérios para determinação de Q_r (vazão de referência) das ETEs



Elaboração: Fukasawa (2017).

Optou-se pelo uso prioritário da vazão de projeto e não da afluyente pelo fato de a vazão de projeto representar as capacidades máximas de tratamento das ETEs, o que, assim como no caso das outorgas, é mais aderente ao escopo de planejamento estratégico do presente estudo.

1.4 INDÚSTRIA

A caracterização do perfil da indústria foi realizada com base em critérios de distribuição de empregos por município de acordo com as divisões da CNAE 2.0 e o PIB industrial de cada município. Buscou-se, junto ao IBGE, a obtenção de dados de produção industrial provenientes da Pesquisa Industrial Mensal (PIM). No entanto, foi afirmado pelo instituto que não é possível a cessão de dados desagregados (isto é, por município ou indústria), dado que são confidenciais. Por isso, optou-se por utilização de dois bancos de dados, ambos disponíveis ao público, a saber:

- Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios, do IBGE;
- Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), do Ministério do Trabalho.

Os dados de PIB dos municípios são disponibilizados na plataforma Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA⁴), sendo possível a solicitação de envio de arquivos digitais das informações necessárias. Foram requeridos somente os dados referentes ao PIB total municipal (Produto Interno Bruto a preços correntes) e ao PIB industrial (valor adicionado bruto a preços correntes da indústria), ambos expressos em R\$ 1.000. As informações são enviadas por e-mail em arquivo formato xls.

Os dados do RAIS foram obtidos a partir do servidor ftp de microdados⁵ do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Em razão da quantidade de registros, as informações foram analisadas e filtradas em *softwares* específicos de banco de dados. Foram selecionados somente os dados referentes às divisões da CNAE 2.0 pertinentes e vínculos empregatícios ativos até 31/12/2015, última data disponível no registro.

O MTE também disponibiliza arquivos com resultados agregados do RAIS por estado⁶. No entanto, para cada estado, o nível de detalhamento das informações agregadas é distinto, não havendo caracterização por município para todas as Unidades da Federação. Adicionalmente, são apresentados somente o número de empregos industriais por seção da CNAE 2.0 (indústrias extrativas, indústrias de transformação etc.), sem detalhamento das divisões. Portanto, optou-se pela utilização dos microdados supracitados em detrimento das informações agregadas publicadas pelo Ministério do Trabalho.

Para contabilização dos empregos industriais foram consideradas todas as atividades das seguintes seções CNAE 2.0.

4 Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>.

5 Disponível em: <ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados/>.

6 Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/rais>.

TABELA 2 – Seções CNAE 2.0 contempladas no estudo

| Seção CNAE 2.0 | Descrição |
|----------------|-----------------------------|
| B | Indústrias extrativas |
| C | Indústrias de transformação |
| D | Eletricidade e gás |

Fonte: adaptado de IBGE (2017c).

1.5 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES

Com base nas informações analisadas nos itens anteriores, as oportunidades de reúso industrial no estado foram identificadas a partir dos seguintes procedimentos:

- 1) Georreferenciamento das demandas por água com base nas vazões outorgadas, classificação de acordo com a tipologia da CNAE 2.0 e as coordenadas geográficas.
- 2) Georreferenciamento das ofertas de esgoto por ETE, considerando-se a Q_r (vazão de referência), o tipo de tratamento e as coordenadas geográficas.
- 3) Georreferenciamento, por município, do índice de atendimento de esgoto de acordo com informações do SNIS 2016.
- 4) Delimitação de área de influência de raio de 10 km em torno das ETEs e cômputo das outorgas dentro da área.
- 5) Sobreposição dos resultados de oferta de esgoto e demandas industriais a informações de índice de atendimento de tratamento de esgotos do SNIS 2016 (SNSA/MCIDADES, 2018) e balanço hídrico quantitativo (ANA, 2017d).

Para avaliação do potencial de reúso no entorno de cada ETE, foi utilizada a relação **vazão proporcional**, representada pela razão entre a vazão total outorgada dentro da área (Q_{out}) e a vazão de referência da ETE (Q_r). Valores de Q_{out}/Q_r superiores a 1, por exemplo, indicam que as demandas industriais próximas superam a vazão da planta, demonstrando importante potencial de reúso.

Foram avaliadas as ETEs mais importantes do ponto de vista de vazão de referência e vazões industriais outorgadas nas proximidades, buscando-se tanto a avaliação das demandas próximas às maiores ETEs como das estações que possuem as maiores demandas industriais em seu entorno. Adicionalmente, realizou-se identificação dos municípios com as maiores potencialidades de reúso a partir de valores de vazões industriais outorgadas, Q_r e déficit de tratamento de esgotos.

Todas as análises e produtos de geoprocessamento foram elaborados utilizando-se o *software* livre QGIS⁷ e arquivos vetoriais do banco de dados do IBGE e do Geobank para base territorial.

1.6 FONTES DE DADOS – SÍNTESE

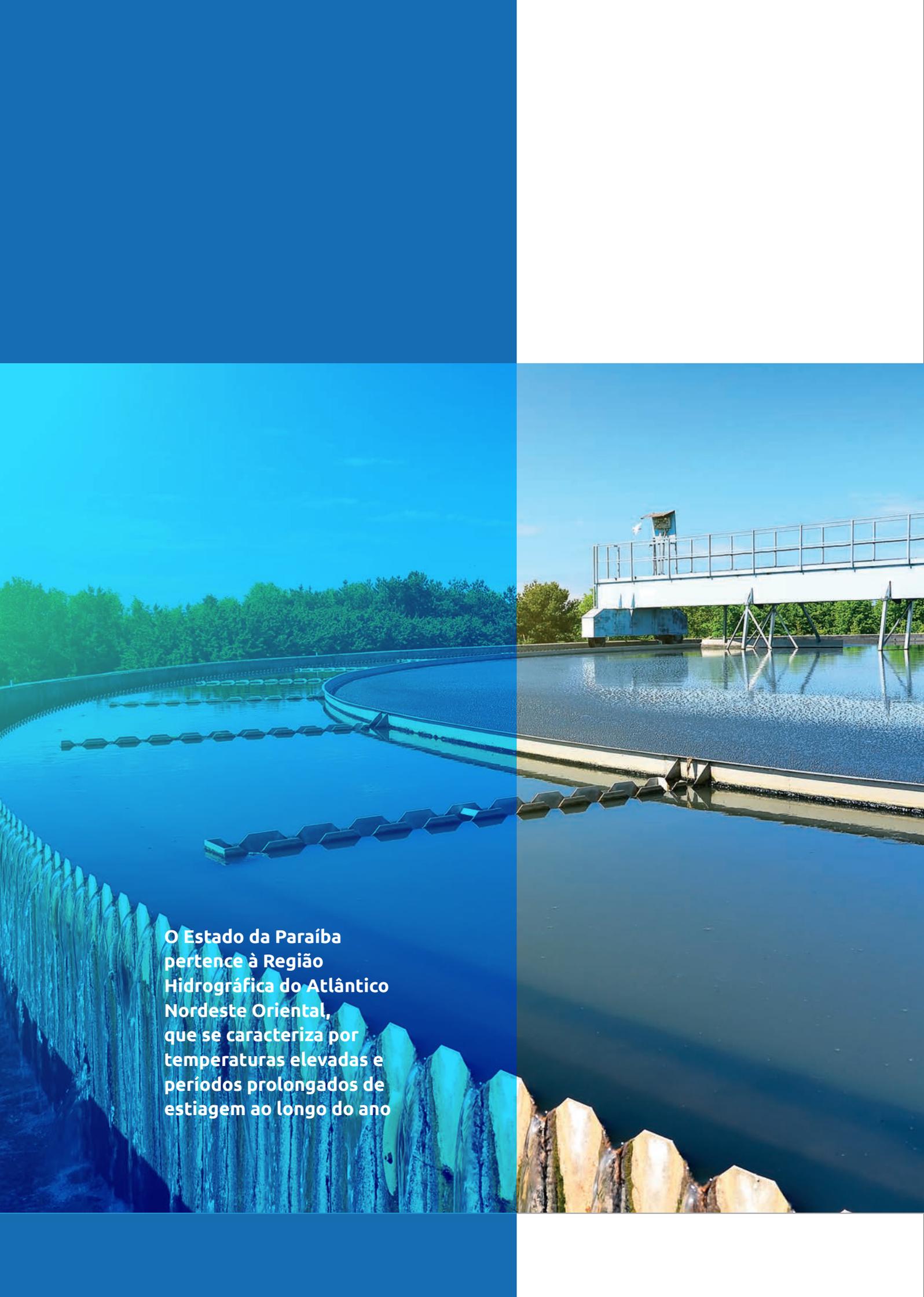
Em síntese, foram utilizadas neste estudo as seguintes principais fontes de dados para as etapas de caracterização, mapeamento das ofertas e demandas e identificação de oportunidades de reúso industrial.

TABELA 3 – Fontes de dados – síntese

| Grupo | Informações | Escala | Fonte | Complementação | Ano base |
|--------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|--|----------|
| Saneamento básico | Dados sobre ETEs | Por ETE | ANA (2017b, 2017c) | Atlas Esgotos | 2013 |
| | Dados sobre produção e consumo de água e coleta e tratamento de esgotos | Por município | SNIS (SNSA/MCIDADES, 2018) | Ano base 2016 | 2016 |
| Indústria | Demanda industrial por água | Por ponto outorgado | ANA (2018a) | Outorgas constantes do REGLA | 2016 |
| | | Por município | ANA (2017a) | Demanda hídrica industrial por município | 2017 |
| | PIB industrial | Por município | IBGE (2017b) | Produto Interno Bruto dos Municípios 2002-2014 | 2015 |
| | Número de empregos na indústria | Por município | MTE (2017a) | Microdados RAIS e CAGED | 2016 |
| | Caracterização da indústria no estado | Por estado/município | Federações da indústria | Solicitado diretamente às federações | Diversos |
| Disponibilidade hídrica | Balanço hídrico quantitativo | Por microbacia | ANA (2017d) | SNIRH | 2017 |
| Demografia e território | Dados demográficos e territoriais | Por município | IBGE (2017a) | - | 2017 |
| | <i>Shapefiles</i> para uso em SIG | Por unidade administrativa | IBGE e Geobank | - | - |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

⁷ QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Download disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/.



O Estado da Paraíba
pertence à Região
Hidrográfica do Atlântico
Nordeste Oriental,
que se caracteriza por
temperaturas elevadas e
períodos prolongados de
estiagem ao longo do ano

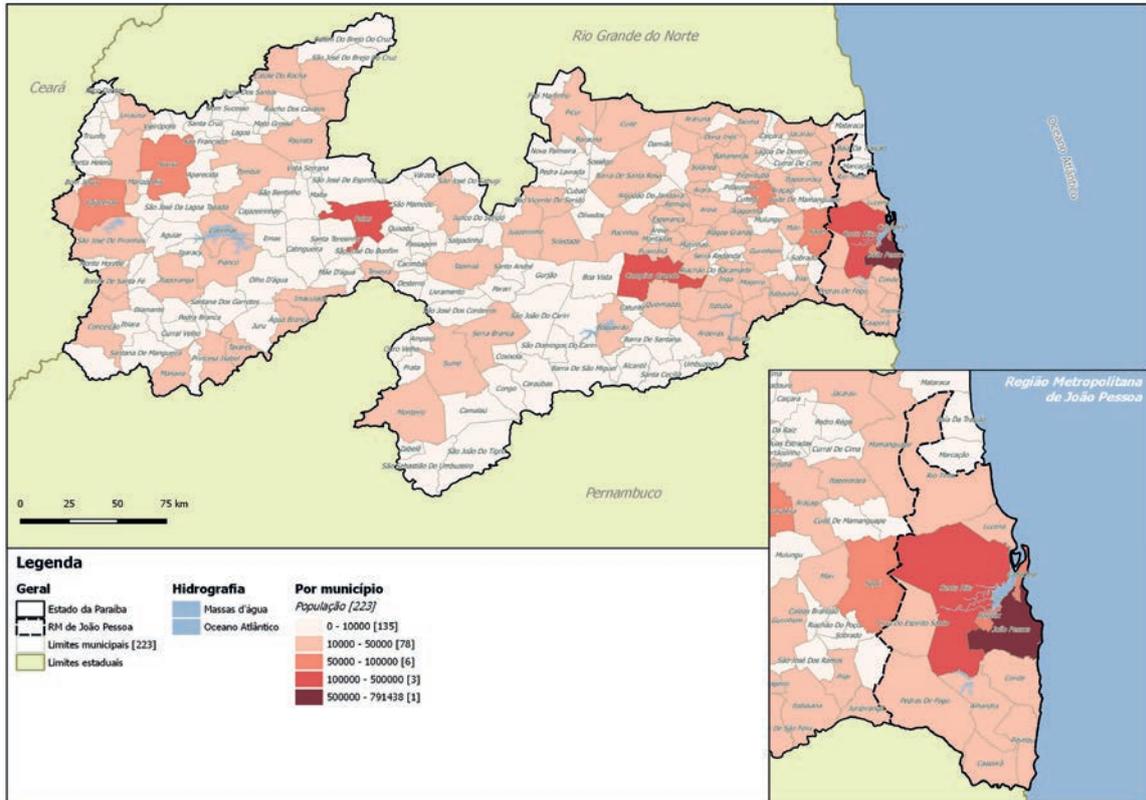
2 PARAÍBA



2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESTADO

2.1.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA, SANEAMENTO BÁSICO E INDÚSTRIA

A Paraíba é o décimo terceiro estado mais populoso do Brasil com cerca de 4.025.558 habitantes distribuídos em 56.469 km² de área. O estado é composto por 223 municípios, dentre os quais os mais populosos são João Pessoa, a capital do estado, Campina Grande, Santa Rita e Patos (IBGE, 2017a).

FIGURA 2 – Mapa de distribuição da população no estado por município

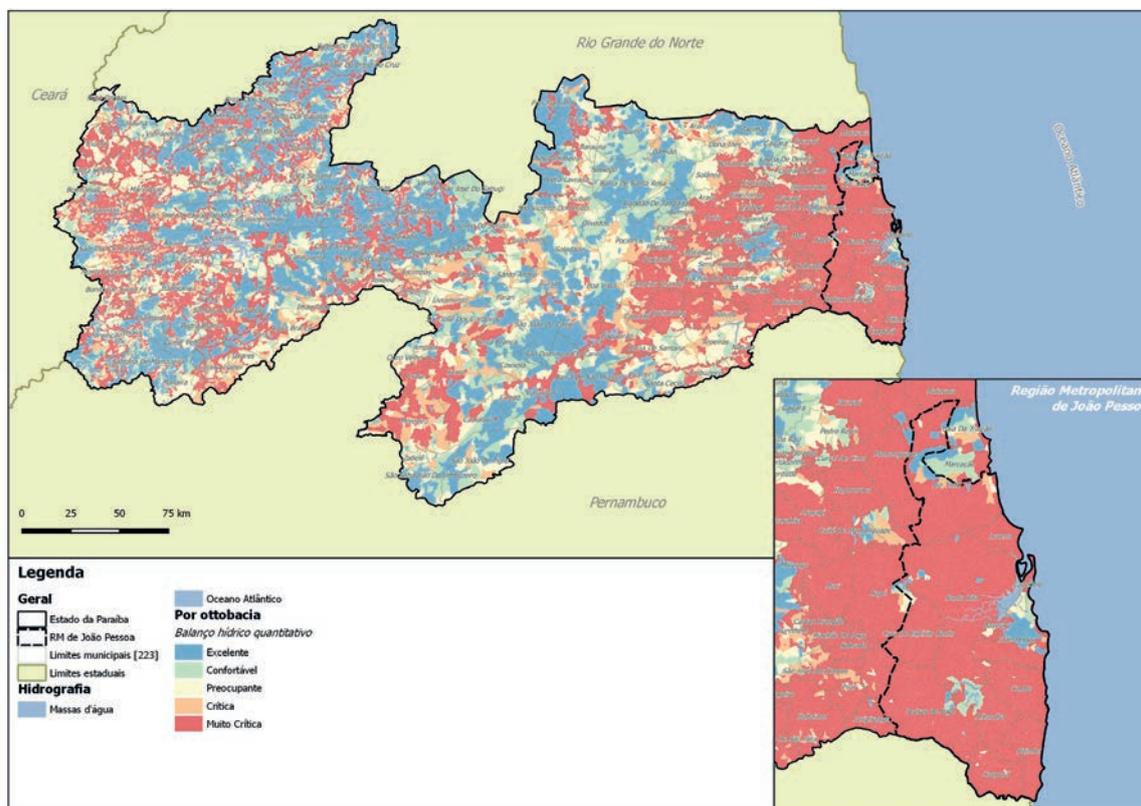
Fonte: IBGE (2017a).
Elaboração: Fukasawa (2018).

O Estado da Paraíba pertence à Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, que se caracteriza por temperaturas elevadas e períodos prolongados de estiagem ao longo do ano. Além disso, as precipitações anuais médias permanecem em torno de 700 mm e há intermitência da rede hidrográfica, o que, aliada à demanda crescente por água, agrava, em algumas regiões do estado, os problemas associados à escassez de recursos hídricos. De acordo com o Progestão (ANA, 2017d), programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais para aplicação exclusiva em ações de gerenciamento de recursos hídricos da ANA, o estado se enquadra na tipologia “C”, uma vez que apresenta:

Balço quali-quantitativo crítico (criticidade qualitativa ou quantitativa) em algumas bacias hidrográficas; usos concentrados em algumas bacias com criticidade quali-quantitativa, não apenas naquelas com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas); conflitos pelo uso da água com maior criticidade e abrangência, mas ainda restritos às áreas críticas. (ANA,2017d)

A figura abaixo ilustra o status de balanço hídrico quantitativo apresentado pela ANA (2018b) para o estado da Paraíba, indicando que, em geral, os municípios mais populosos encontram-se total ou parcialmente em bacias sob condição muito crítica de estresse hídrico.

FIGURA 3 – Mapa do balanço hídrico quantitativo por ottobacia



Fonte: ANA (2018d).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

Referentemente aos serviços de saneamento, o estado possui índices próximos à média nacional em relação ao abastecimento de água, sendo 72% total e 89% na área urbana. Já em relação à coleta de esgoto, os índices também são muito similares à média brasileira, sendo 49% de coleta e 47% em tratamento.

TABELA 4 – Principais índices de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos do estado de acordo com SNIS 2016

| Código | Índice | Valor |
|--------|--|-------|
| IN055 | Índice de atendimento total de água | 72,0% |
| IN023 | Índice de atendimento urbano de água | 89,4% |
| IN015 | Índice de coleta de esgoto | 48,6% |
| IN046 | Índice de esgoto tratado referido à água consumida | 47,2% |

Fonte: adaptado de SNSA/MCidades (2018).

A indústria, em 2011, era responsável por 19,2% do PIB paraibano, chegando a quase 7 bilhões por ano. Os setores mais representativos são os de couro e calçados, produtos alimentícios e produtos de minerais não-metálicos, os quais, juntos, representam 55,3% da economia do estado (CNI, 2014).

2.1.2 LEGISLAÇÃO

Abaixo constam as principais legislações estaduais referentes aos temas pertinentes a este estudo.

A **Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996** institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e suas diretrizes. Essa Lei tem como principal objetivo promover o uso integrado e racional dos Recursos Hídricos proporcionando o bem-estar da população do estado. Dentre as diretrizes estabelecidas estão elencadas a priorização do abastecimento para consumo humano frente a outras demandas, a proteção dos recursos hídricos contra ações que possam comprometer quali-quantitativamente as diversas fontes de água e o estabelecimento da racionalização do uso dos Recursos Hídricos.

A **Lei nº 9.130, de 27 de maio de 2010** cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba. O Programa embasa-se na instituição de medidas que induzam à conservação, ao uso racional e à utilização de fontes alternativas para o atendimento das demandas presentes em edificações residenciais, comerciais e públicas. A Lei coloca sob responsabilidade das construtoras e empresas de projetos a previsão de dispositivos necessários ao atendimento do programa, como aproveitamento de água de chuva e reúso de “águas servidas” (definidas como efluentes provenientes de tanques, chuveiros e máquinas de lavar roupa), os quais devem ser implementados em empreendimentos residenciais que abriguem mais de 25 famílias e, no caso de empreendimentos comerciais, aqueles que possuam mais de 100 m² de área construída. Já para as edificações públicas, não são estabelecidos limites para implementação do programa. Fica instituído também o prazo de cinco anos para que as edificações construídas antes da publicação desta lei se adequem ao programa.

A **Lei nº 10.165, de 25 de novembro de 2013** dispõe sobre a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e autoriza a instituição do Fundo Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais.

Fica criado o Programa Estadual de Pagamentos por Serviços Ambientais – ProPSA, com objetivo de efetivar a Política Estadual de Pagamentos por Serviços Ambientais – PEPSA no âmbito estadual, em especial no que tange ao pagamento desses serviços pelo Estado, sendo composto por subprogramas como:

I - Subprograma Água: destinado ao pagamento por ações e iniciativas que promovam a conservação e o melhoramento da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, prioritariamente em bacias hidrográficas de baixa disponibilidade hídrica e com importância para o abastecimento humano e para a dessedentação de animais.

2.1.3 INICIATIVAS DE REÚSO

Na Paraíba, da mesma forma que em outros estados contemplados no estudo, a prática do reúso ainda é bastante incipiente. No entanto, encontra-se em fase de estudo um projeto pioneiro que começou a ser idealizado em 2014, o qual possibilitará ao estado ser o primeiro da região a instalar uma adutora para água de reúso. A Coteminas, indústria do segmento têxtil, investiu na construção de uma adutora de 7,3 km que interliga a Estação de Tratamento de Esgoto Catingueira-Caiçara e a planta industrial da empresa, localizada no distrito industrial de João Pessoa, e a água de reúso será utilizada nos processos de resfriamento das máquinas industriais. Além de obter redução considerável de custos com água, a empresa deixará de consumir água de qualidade potável, reduzindo com isso a pressão sobre os mananciais que abastecem a região.

2.2 REUNIÕES PRESENCIAIS E SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES

A visita ao estado ocorreu entre os dias 3 e 5 de maio de 2017 e contou com dois consultores do Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo (CIRRA/USP) e da InfinityTech Engenharia e Meio Ambiente. Foram realizadas reuniões com os seguintes órgãos e seus respectivos representantes.

- **AESA: Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba**
 - Francisco José de Brito Souza – Gerente Regional de Bacias Hidrográficas do Litoral
- **CAGEPA: Companhia de Água e Esgotos da Paraíba**
 - Sisenando Mendes de Souza – Sub-Gerente de Tratamento de Esgoto
- **FIEP: Federação das Indústrias do Estado da Paraíba**
 - Maria de Fátima Almeida Vieira – Consultora
 - Magno Rossi – Vice-presidente
 - Romoaldo F. Araújo – Vice-presidente
 - Denise Pinto Gadelha – Diretora de Articulação Institucional
- **SUDEMA: Superintendência de Administração do Meio Ambiente**
 - Bárbara Freire de Oliveira – Gerente Técnica de Laboratório - CMA

- **SEMAM: Secretaria de Meio Ambiente de João Pessoa**
 - Tao Lins Batista Pontes – Arquiteto
 - Jersey Barros - Arquiteto
- **SERHMACT: Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia**
 - Guarany Marques Viana – Chefe de Gabinete

Uma das reuniões realizadas contou com a presença do portal G1 da Paraíba para cobertura de imprensa, da qual resultou a reportagem *online* Primeira adutora de água de reúso do Nordeste vai ser construída na PB, diz FIEP, disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/primeira-adutora-de-agua-de-reuso-do-nordeste-vai-ser-construida-na-pb-diz-fiep.ghtml>

2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS DEMANDAS INDUSTRIAIS

Não se obteve sucesso junto a AESA para obtenção de dados de outorgas. Portanto utilizou-se o banco de dados disponibilizado pela ANA (ANA, 2018a), no qual constam todas as outorgas estaduais e federais de captação ativas até julho de 2016 consolidadas pelo Sistema Nacional de Regulação de Uso (REGLA) da ANA. Os arquivos foram disponibilizados como *shapefiles*, e as informações foram utilizadas e extraídas por meio do uso de *software* de geoprocessamento.

TABELA 5 – Fonte de dados – demandas

| Informação | Fonte | Ano base | Obtido via |
|--|-------------|----------|-----------------------------|
| Outorgas de captação estaduais e federais constantes no REGLA (<i>shapefile</i>) | ANA (2018a) | 2016 | Cedido diretamente pela ANA |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Abaixo seguem os campos constantes nos arquivos e os filtros aplicados para obtenção dos valores de vazões outorgadas à indústria. Uma vez que a versão mais recente das outorgas consolidadas pelo REGLA é referente a julho de 2016, não foram utilizados filtros de data de vigência das outorgas, dado que há possibilidade de que algumas outorgas tenham sido renovadas entre 2016 e a data da elaboração deste documento.

TABELA 6 – Filtro de dados – outorgas estaduais constantes no REGLA

| Categoria | Universo de informações | Filtro aplicado | Utilizada? |
|------------------------|--|----------------------|-------------------------|
| ANA - estaduais | | | |
| Usuário | Identificação do usuário (nome) | - | S |
| Finalidade | Finalidade de uso (diversos, n = 913) | - | N |
| F_Ampliada | Agrupamento de finalidade de uso (abastecimento público, abastecimento urbano/rural, agroindústria, aquicultura, aquicultura TE, dessedentação animal, indústria, irrigação, mineração, outros, outros consuntivos, outros usos consuntivos e termoelétrica) | - | N |
| F_Conjuntu | Agrupamento II de finalidade de uso (abastecimento urbano/rural, indústria, irrigação e outros) | Indústria | S |
| Tipo | Tipo de manancial (subterrâneo ou superficial) | - | S |
| m³_s | Vazão outorgada em m³/s | - | S |
| Emissão | Data de emissão da outorga | - | N |
| Validade | Data de validade da outorga | - | N ⁽¹⁾ |
| N | Nº de identificação da outorga | - | N |
| Região | Região geográfica (norte, nordeste, sul, sudeste, centro-oeste) | - | N |
| UF | Unidades da Federação | PB | S |
| Município | Municípios | - | S |
| Corpo_hidr | Corpo hídrico alterado | | N |
| Latitude | Coordenadas geográficas | | S |
| Longitude | Coordenadas geográficas | | S |
| F16 | <i>Sem informação</i> | <i>(Campo vazio)</i> | N |

Não aplicado, conforme justificado no parágrafo anterior.

Fonte: adaptado de ANA (2018a).

Analogamente, seguem as categorias e filtros utilizados para as outorgas federais.

TABELA 7 – Filtro de dados – outorgas federais constantes no REGLA

| Categoria | Universo de informações | Filtro aplicado | Utilizada? |
|------------------------|---|-------------------------|------------------------|
| ANA - federais | | | |
| CdCNARH | Código de registro no CNARH | - | N |
| Declaração | Registro | - | N |
| CPF_CNPJ | Usuário (CNPJ) | - | N |
| Usuário | Usuário (nome) | - | S |
| Finalidade | Finalidade de uso I (abastecimento público, aquicultura, criação animal, esgotamento sanitário, indústria, irrigação, mineração, outro, termoelétrica) | - | N |
| F_Ampliada | Finalidade de uso II (abastecimento público, aquicultura, dessedentação animal, indústria, irrigação, mineração, outros, termoelétrica) | - | N |
| F_Conjuntu | Finalidade de uso III (abastecimento urbano/rural, indústria, irrigação, outros) | Indústria | S |
| Tipo | Tipo de interferência (apenas “ponto de captação”)* | - | S |
| m³_s | Vazão outorgada | - | S |
| Emissão | Data de emissão | - | N |
| Validade | Data de validade | - | N⁽¹⁾ |
| N | Identificação da outorga | - | N |
| UF | Unidade da Federação | PB | S |
| Município | Município | - | S |
| Região_Hid | Região hidrográfica | - | N |
| Corpo_Hidr | Corpo hídrico alterado | - | N |
| Latitude | Coordenadas geográficas | - | S |
| Longitude | Coordenadas geográficas | - | S |
| Categoria | Situação (ato de outorga - delegação CE, ato de outorga delegação DF, ato de outorga - delegação SP, nova outorga, renovação, revogação, transferência) | Todas menos “revogação” | S |
| Resolução | Identificação do processo | - | N |
| MétodoIrri | Método de irrigação utilizado (somente para outorgas de irrigação) (aspersão, pivô central, inundação, gotejamento etc.) | - | N |
| Cultura_Ir | Cultura irrigada (somente para outorgas de irrigação) (arroz, milho, soja etc.) | - | N |

Não aplicado, conforme justificado anteriormente.

Fonte: adaptado de ANA (2018a).

Como se pode notar nas tabelas acima, a ANA apresenta três tipos distintos de categorização de finalidade de uso. A primeira delas (Finalidade) é, no caso das outorgas estaduais, a diretamente informada pelos órgãos de cada UF, o que explica a presença de vasto número de valores diferentes (913) e explicita a inexistência de normalização de categorias utilizadas pelos órgãos estaduais em seus bancos de dados de outorgas. Dado isso, a própria ANA consolida os usos em classes padronizadas, as quais constam nos campos F_ampliada e F_conjuntu, sendo esta última a utilizada nas publicações de conjuntura de recursos hídricos elaboradas pela agência. Optou-se, no escopo deste estudo, pela utilização de classe de finalidades a partir dos dados do campo F_conjuntu.

O georreferenciamento das outorgas conduziu à detecção imediata de algumas inconsistências entre o município informado (coluna Município) e a incidência real da outorga no Sistema de Referência de Coordenadas. Procedeu-se, por conta disso, à interseção das camadas vetoriais para obtenção do município incidente para cada outorga, sendo este dado utilizado em detrimento do informado.

A partir dos procedimentos de seleção supracitados, chegou-se a número de 150 outorgas industriais de captação de água, as quais possuem as seguintes principais características.

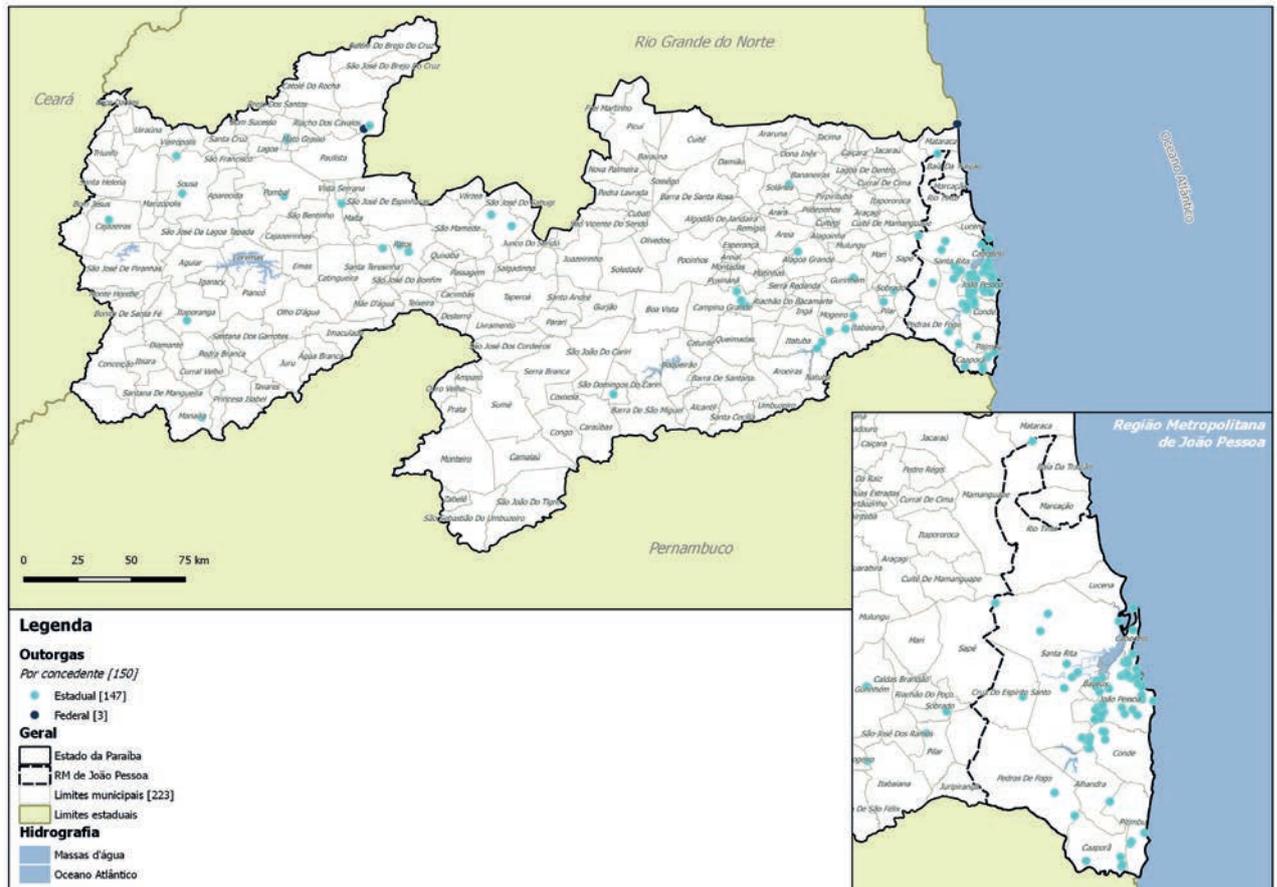
TABELA 8 – Número de outorgas e vazões outorgadas por concedente

| Esfera | Nº outorgas | ΣQ (l/s) |
|--------------------|-------------|--------------|
| Estadual | 147 | 2762,1 |
| Federal | 3 | 738,9 |
| Total Geral | 150 | 3.501 |

Fonte: adaptado de ANA (2018a).

Portanto, a vazão outorgada à indústria detectada no estado foi de **3.501 l/s**, sendo a maior parta referente a outorgas de concessão estadual.

A figura abaixo ilustra a distribuição das outorgas no estado, sendo evidente a concentração nos municípios da RM de João Pessoa.

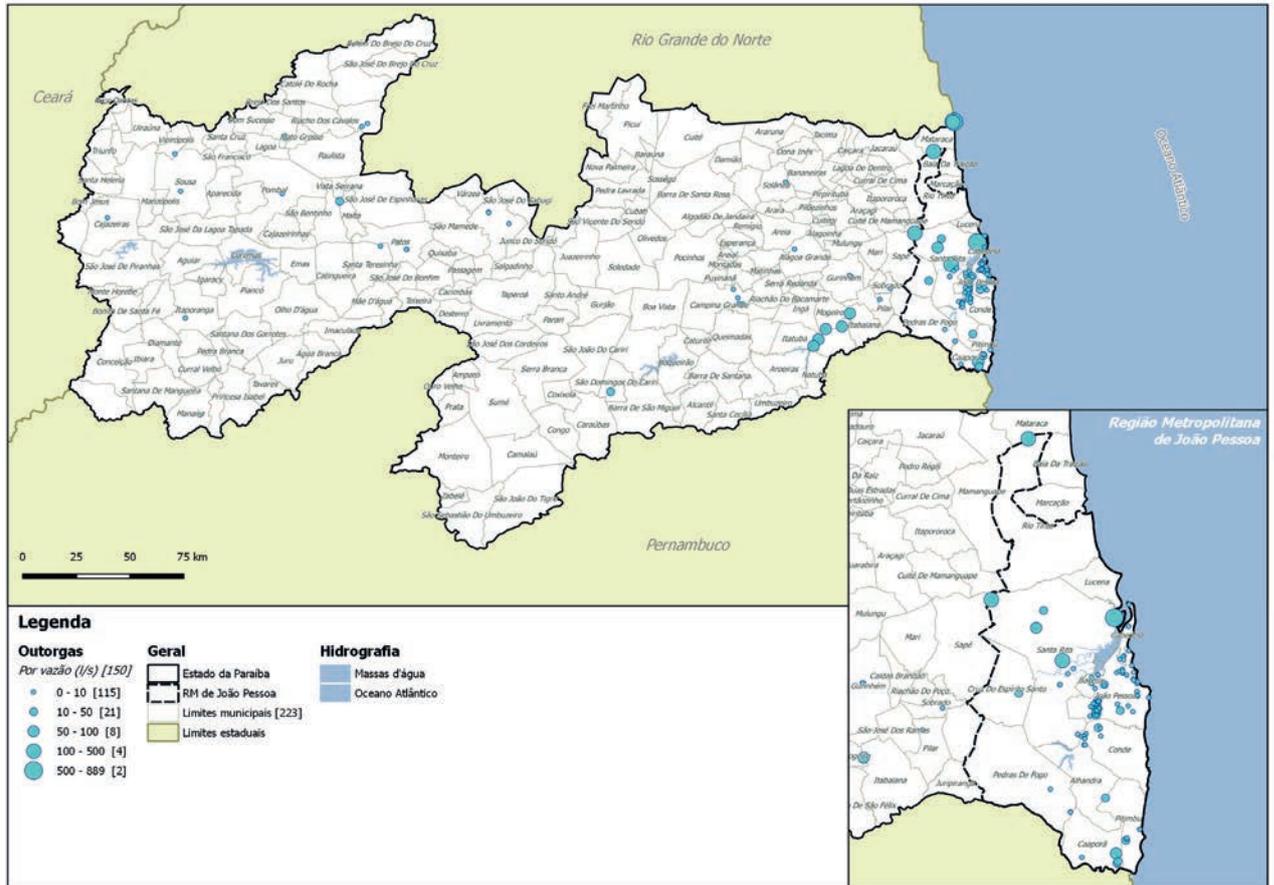
FIGURA 4 – Mapa de outorgas industriais por concedente

Fonte: ANA (2018a).

Elaboração: Fukasawa (2018).

Avaliando-se tanto a distribuição das outorgas como também suas vazões, vê-se, na figura abaixo, que há importantes outorgas localizadas em municípios como Matraca, Santa Rita e Caaporã.

FIGURA 5 – Mapa de outorgas industriais por vazão



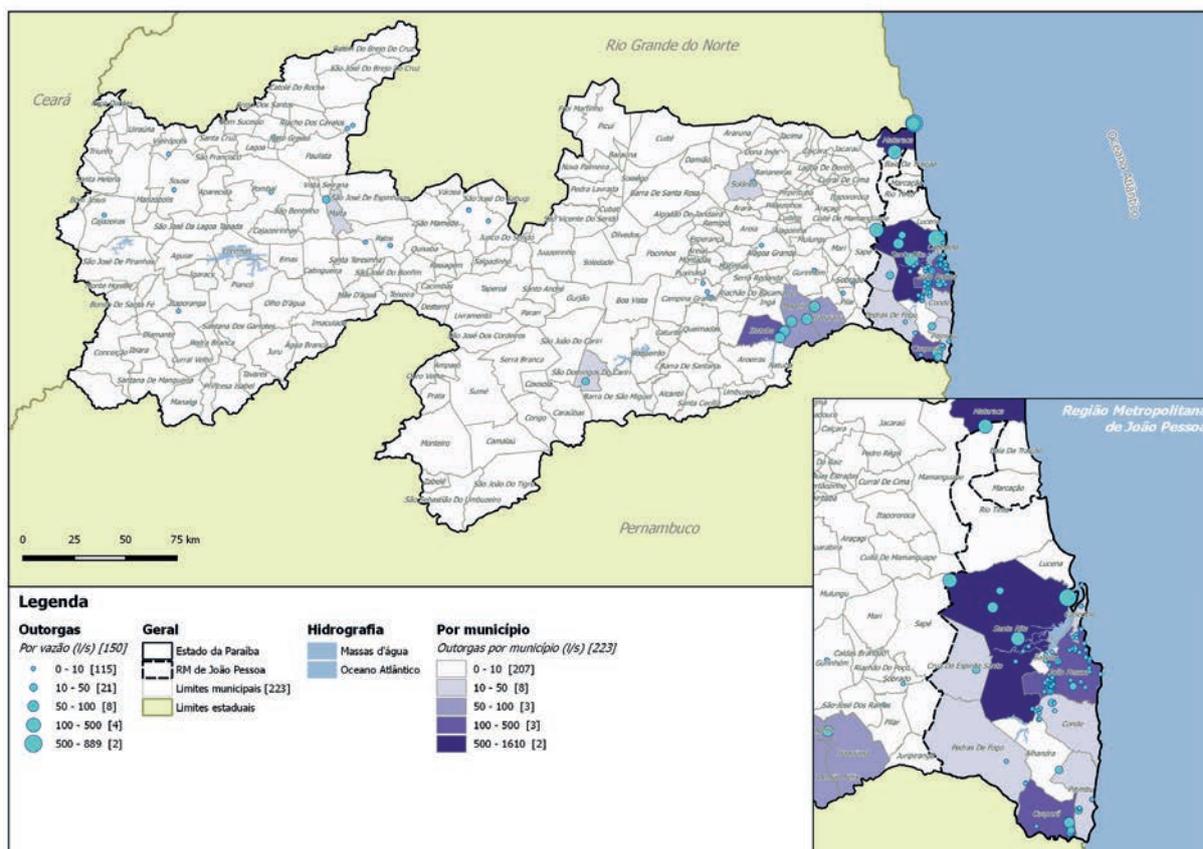
Fonte: ANA (2018a).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

Realizando-se a análise por município, dos 223 existentes no estado apenas 34 possuem algum registro de outorga de captação industrial, sendo que quase 90% dos volumes outorgados encontram-se somente em cinco municípios: Santa Rita, Mataraca, João Pessoa, Itatuba e Caaporã. Abaixo são listados os dez municípios com maiores vazões outorgadas para a indústria, assim como o número de outorgas e a representatividade, diante de todo estado, de cada município. Adicionalmente, consta também a razão vazão outorgada/número de outorgas ($\Sigma Q/n^\circ$ de outorgas), a qual representa a vazão média por outorga e indica, de maneira geral, a dispersão das vazões dentro de cada município.

TABELA 9 – Principais municípios em termos de vazão outorgada de captação industrial

| Município | Nº de outorgas | Q (l/s) | % em nº de outorgas | % em vazão (Q) | $\Sigma Q/n^\circ$ outorgas (l/s.outorga) |
|----------------------|----------------|--------------|---------------------|----------------|---|
| Santa Rita | 11 | 1.610 | 7,3% | 46,0% | 146,4 |
| Mataraca | 3 | 840 | 2,0% | 24,0% | 280,1 |
| João Pessoa | 58 | 356 | 38,7% | 10,2% | 6,1 |
| Itatuba | 3 | 166 | 2,0% | 4,7% | 55,3 |
| Caaporã | 4 | 130 | 2,7% | 3,7% | 32,6 |
| Mogeiro | 1 | 55 | 0,7% | 1,6% | 55,3 |
| Salgado de São Félix | 1 | 55 | 0,7% | 1,6% | 55,3 |
| Itabaiana | 1 | 55 | 0,7% | 1,6% | 55,3 |
| Pitimbu | 7 | 44 | 4,7% | 1,3% | 6,4 |
| Conde | 7 | 29 | 4,7% | 0,8% | 4,1 |
| SUBTOTAL | 96 | 3.342 | 64% | 95% | 34,8 |

Fonte: adaptado de ANA (2018a).

FIGURA 6 – Mapa de outorgas industriais por vazão e totalização por município

Fonte: ANA (2018a).

Elaboração: Fukasawa (2018).

Relativamente ao tipo de manancial, predomina no estado a utilização de águas superficiais para abastecimento industrial. Ao total, 86% do volume outorgado é referente a águas superficiais, ainda que 81% das outorgas sejam de captação subterrânea.

TABELA 10 – Distribuição das outorgas por tipo de manancial

| Manancial | Nº de outorgas | Q (l/s) | % em nº de outorgas | % em Q |
|--------------|----------------|---------------|---------------------|-------------|
| Superficial | 29 | 3019,0 | 19% | 86% |
| Subterrâneo | 121 | 482,0 | 81% | 14% |
| Total | 150 | 3501,0 | 100% | 100% |

Fonte: adaptado de ANA (2018a).

Uma vez que a ANA disponibiliza os nomes de todos os usuários, foi possível a identificação dos principais segmentos industriais e suas respectivas vazões demandadas, a qual foi realizada individualmente para cada empresa por meio de consulta a registros disponíveis na internet e a Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE 2.0).

Em razão do grande número de outorgas (150), determinou-se, para fins de otimização do tempo na elaboração do estudo:

- Busca de informações das empresas com maiores vazões outorgadas que, somadas, representam 98,0% das vazões outorgadas;
- Utilização da classificação “outros” para as empresas constantes nos 2,0% ignorados e para aquelas em que não foi possível obter a divisão de acordo com a CNAE 2.0.

Disso, obteve-se:

TABELA 11 – Outorgas industriais por divisão da CNAE 2.0

| | Divisão CNAE 2.0 | Nº de outorgas | Q (l/s) | % em nº de outorgas | % em Q |
|----|---|-----------------------|----------------|----------------------------|---------------|
| 10 | Fabricação de produtos alimentícios | 12 | 954,1 | 8,0% | 27% |
| 35 | Eletricidade, gás e outras utilidades | 1 | 888,9 | 0,7% | 25% |
| 8 | Extração de minerais não-metálicos | 4 | 747,2 | 2,7% | 21% |
| 42 | Obras de infraestrutura | 8 | 365,0 | 5,3% | 10% |
| 23 | Fabricação de produtos de minerais não-metálicos | 18 | 193,6 | 12,0% | 6% |
| 11 | Fabricação de bebidas | 5 | 113,6 | 3,3% | 3% |
| 13 | Fabricação de produtos têxteis | 8 | 98,6 | 5,3% | 3% |
| - | Outros | 87 | 98,0 | 58,0% | 3% |
| 41 | Construção de edifícios | 2 | 22,2 | 1,3% | 1% |
| 5 | Extração de carvão mineral | 2 | 8,6 | 1,3% | 0% |
| 22 | Fabricação de produtos de borracha e de material plástico | 1 | 5,6 | 0,7% | 0% |
| 24 | Metalurgia | 1 | 2,8 | 0,7% | 0% |
| 18 | Impressão e reprodução de gravações | 1 | 2,8 | 0,7% | 0% |
| | Total Geral | 150,0 | 3.501 | 100,0% | 100% |

Fonte: adaptado de ANA (2018a).

A prevalência das demandas por água de atividades das divisões 10, 35 e 8 é bastante evidente, representando juntas quase 75% de toda vazão outorgada à indústria no estado.

A divisão “outros”, ou seja, referente às empresas cuja classificação não foi buscada ou encontrada, soma 58% de todas as outorgas do estado, mas somente 3% das vazões; isto é, são pouco relevantes do ponto de vista de identificação de oportunidades de reúso.

2.4 IDENTIFICAÇÃO DAS OFERTAS

Não se obteve sucesso no contato com a principal concessionária de saneamento do estado, a Cagepa, o que levou à necessidade do uso de outras fontes para caracterização das ETEs paraibanas. Procedeu-se à utilização dos dados publicados no Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas (ANA, 2017b, 2017c). A agência disponibiliza, por meio do portal

da SNIRH⁸, arquivos de documentação complementar com dados por ETE e município, permitindo sua utilização dentro da abordagem metodológica proposta neste estudo.

Os dados de coordenadas geográficas das plantas foram obtidos a partir dos *shapefiles* com as ETEs, e as demais informações foram obtidas das planilhas de dados por ETE também disponíveis para *download* na página do SNIRH.

Dados no nível dos municípios foram obtidos a partir do portal de séries históricas do SNIS 2016 (SNSA/MCIDADES, 2018).

TABELA 12 – Fonte de dados de tratamento de esgotos

| Informação | Fonte | Ano base | Obtido via |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|---|
| Dados de ETEs | ANA (2017b, 2017c) | 2013 | http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos |
| Informações e índices por município | SNIS 2016 (SNSA/MCIDADES, 2018) | 2016 | http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/ |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O banco de dados da ANA apresenta informações de 25 ETEs, sendo que quatro delas possuem status “inativa” ou “em projeto”. Portanto, foram consideradas 21 plantas e, utilizando-se o conceito de vazão de referência (Q_r – vide item 1.3.2), chegou-se ao valor de **2.037 l/s** para o estado.

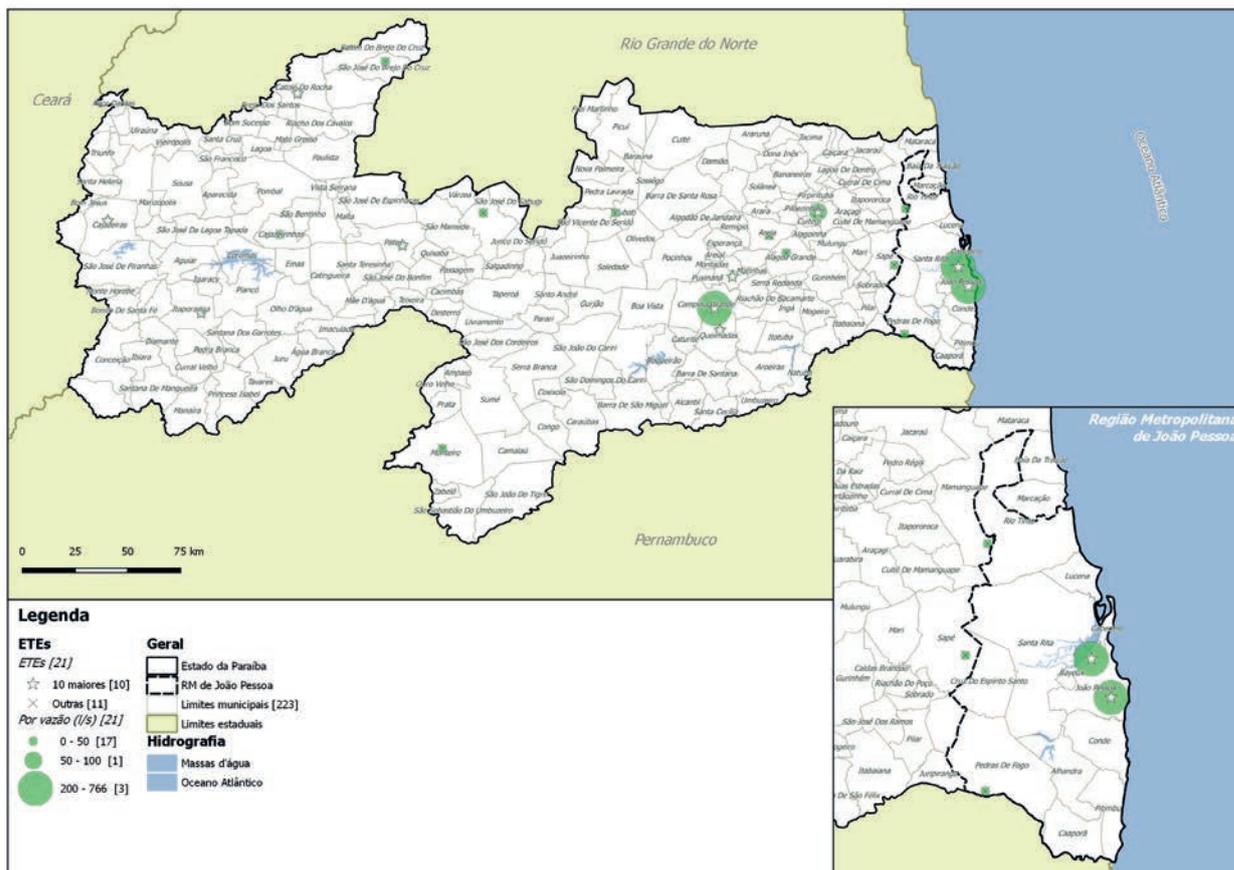
TABELA 13 – ETEs e vazões de coleta e tratamento de esgotos

| Fonte | Vazão de esgoto coletado (l/s) | Nº de ETEs ativas | Vazão de projeto (l/s) | Vazão de esgoto tratado/ afluente (l/s) |
|-------|--------------------------------|-------------------|------------------------|---|
| ANA | - | 21 | 1.407 | 1.954 |
| SNIS | 2.391 | - | - | 1.777 |

Fonte: ANA (2017b, 2017c) e SNSA/MCidades (2018).

A figura abaixo ilustra a distribuição das ETEs pelo estado divididas por faixa de vazão. Verifica-se que a maior parte do tratamento de esgotos concentra-se em João Pessoa, Campina Grande e Guarabira.

⁸ Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>.

FIGURA 7 – Mapa das ETEs existentes por vazão

Fonte: ANA (2017b, 2017c).
Elaboração: Fukasawa (2018).

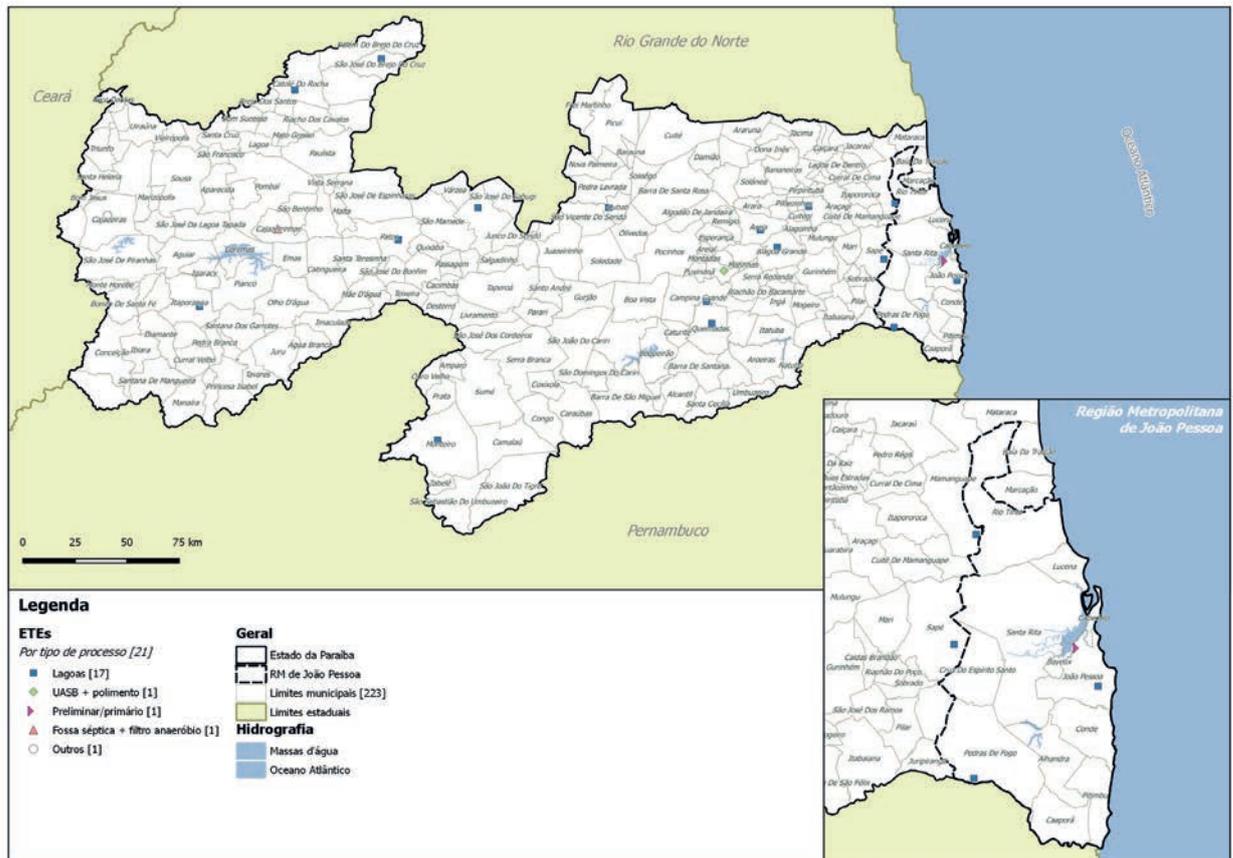
Em termos de processos de tratamento, o estado da Paraíba possui mais da metade (59%) de sua capacidade de tratamento de esgotos com base em processo de lagoas, principalmente anaeróbias, sendo praticamente todo o restante (38%) submetido a tratamento somente preliminar ou primário, o que se deve exclusivamente à ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger, a maior do estado, com $Q_r = 765$ l/s e processo somente primário.

TABELA 14 – ETEs por tipo de processo de tratamento

| Processo | Nº de ETES | Q_r (l/s) | % em n° | % em Q |
|----------------------------------|------------|--------------|-------------|-------------|
| Lagoas | 17 | 1205 | 81% | 59% |
| Preliminar/primário | 1 | 766 | 5% | 38% |
| Outros | 1 | 39 | 5% | 2% |
| UASB + polimento | 1 | 27 | 5% | 1% |
| Fossa séptica + filtro anaeróbio | 1 | 0,4 | 5% | 0% |
| Total | 21 | 2.037 | 100% | 100% |

Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017c).

FIGURA 8 – Mapa das ETEs existentes por processo de tratamento adotado



Fonte: ANA (2017b, 2017c).
Elaboração: Fukasawa (2018).

Avaliando-se a distribuição das capacidades de tratamento por município, expressas em Q_r (vazão de referência), tem-se:

TABELA 15 – Municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto

| Município | Nº de ETAs | Q _r (l/s) | % em nº de ETAs | % em Q |
|----------------|------------|----------------------|-----------------|--------|
| João Pessoa | 2 | 1.123,7 | 9,5% | 55,2% |
| Campina Grande | 1 | 643,7 | 4,8% | 31,6% |
| Guarabira | 1 | 74,1 | 4,8% | 3,6% |
| Cajazeiras | 1 | 38,9 | 4,8% | 1,9% |
| Patos | 1 | 31,7 | 4,8% | 1,6% |
| Lagoa Seca | 1 | 27,0 | 4,8% | 1,3% |

| Município | Nº de ETEs | Q _r (l/s) | % em nº de ETEs | % em Q |
|---------------------------|------------|----------------------|-----------------|--------|
| Itaporanga | 1 | 17,6 | 4,8% | 0,9% |
| Queimadas | 1 | 14,9 | 4,8% | 0,7% |
| Catolé do Rocha | 1 | 14,3 | 4,8% | 0,7% |
| Monteiro | 1 | 11,9 | 4,8% | 0,6% |
| Alagoa Grande | 1 | 11,2 | 4,8% | 0,5% |
| Santa Luzia | 1 | 8,3 | 4,8% | 0,4% |
| Areia | 2 | 8,0 | 9,5% | 0,4% |
| Sapé | 1 | 5,7 | 4,8% | 0,3% |
| Pedras De Fogo | 1 | 2,8 | 4,8% | 0,1% |
| Mamanguape | 1 | 1,4 | 4,8% | 0,1% |
| Cubati | 1 | 1,2 | 4,8% | 0,1% |
| Cajazeirinhas | 1 | 0,4 | 4,8% | 0,0% |
| São José do Brejo do Cruz | 1 | 0,3 | 4,8% | 0,0% |
| Total Geral | 21 | 2.037 | 100% | 100% |

Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017c).

A capital, que concentra 20% da população do estado, detém 55% do tratamento de esgotos, seguida por Campina Grande, com 10% da população e 31% do volume de esgoto tratado.

Observando-se mais detidamente a distribuição dos processos de tratamento para cada um dos municípios acima, tem-se:

TABELA 16 – Municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto por processo

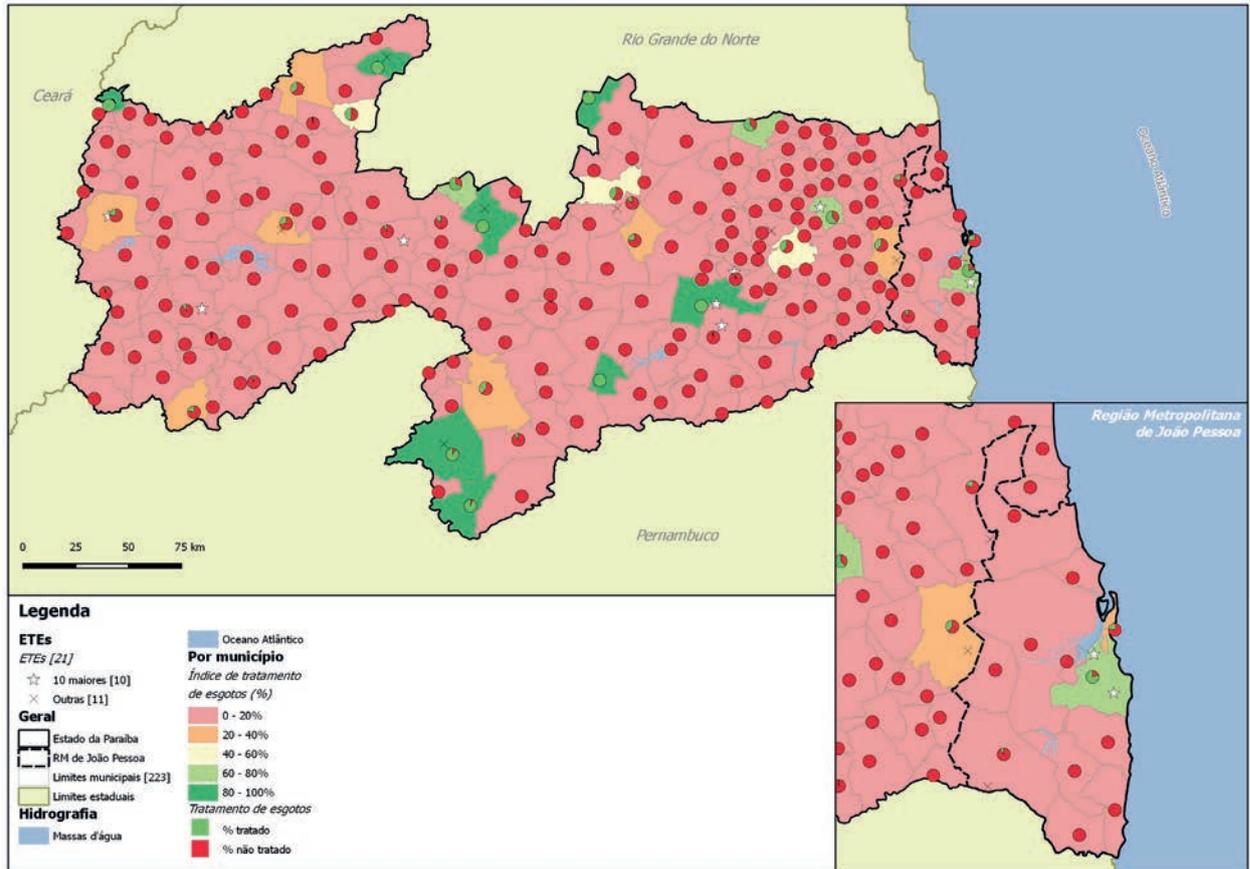
| Município | Processo de tratamento (l/s) | | | | | TOTAL |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------|---------------------|-------------------------------------|--------------|
| | Lagoas | Preliminar/ primário | Outros | UASB + polimento | Fossa séptica + filtro anaeróbio | |
| João Pessoa | 358,1 | 765,6 | - | - | - | 1.123,7 |
| Campina Grande | 643,7 | - | - | - | - | 643,7 |
| Guarabira | 74,1 | - | - | - | - | 74,1 |
| Cajazeiras | | - | 38,9 | - | - | 38,9 |
| Patos | 31,7 | - | - | - | - | 31,7 |
| Lagoa Seca | | - | - | 27,0 | - | 27,0 |
| Itaporanga | 17,6 | - | - | - | - | 17,6 |
| Queimadas | 14,9 | - | - | - | - | 14,9 |
| Catolé do Rocha | 14,3 | - | - | - | - | 14,3 |
| Monteiro | 11,9 | - | - | - | - | 11,9 |
| Alagoa Grande | 11,2 | - | - | - | - | 11,2 |
| Santa Luzia | 8,3 | - | - | - | - | 8,3 |
| Areia | 8,0 | - | - | - | - | 8,0 |
| Sapé | 5,7 | - | - | - | - | 5,7 |
| Pedras de Fogo | 2,8 | - | - | - | - | 2,8 |
| Mamanguape | 1,4 | - | - | - | - | 1,4 |
| Cubati | 1,2 | - | - | - | - | 1,2 |
| Cajazeirinhas | | - | - | - | 0,4 | 0,4 |
| São José Do Brejo Do Cruz | 0,3 | - | - | - | - | 0,3 |
| Total | 1205,2 | 765,6 | 38,9 | 27,0 | 0,4 | 2.037 |

Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017c).

Conforme se vê acima, é evidente que todos os municípios que contam com tratamento de esgotos possuem quase a totalidade de seus efluentes submetida a processo de lagoas, com a notável exceção de João Pessoa, município em que prevalece tratamento a nível primário somente.

Comparando-se a distribuição das ETEs e o índice de atendimento a tratamento de esgotos do SNIS 2016, chega-se ao seguinte panorama.

FIGURA 9 – Mapa das ETEs existentes por processo, índices de atendimento de tratamento de esgotos e proporção entre esgoto tratado e não tratado por município



Fonte: ANA (2017b, 2017c) e SNSA/MCIDADES (2018).
Elaboração: Fukasawa (2018).

Percebe-se que há municípios que não possuem ETAs, mas que apresentam atendimento de tratamento de esgotos de 100%, como é o caso de Frei Martinho, Poço Dantas e São Sebastião do Umbuzeiro. Isso pode se dever à implantação de ETAs que ainda não haviam sido contempladas na documentação da ANA (ANA 2017b, 2017c) ou a equívocos no banco de dados do SNIS 2016.

Listando-se as 21 ETAs ativas no estado, nota-se que somente duas (ETA Polo de Tratamento do Baixo Roger e ETA Campina Grande) são responsáveis por quase 80% de toda a vazão tratada na Paraíba.

TABELA 17 – ETEs do estado por município, vazão e processo

| ETE | Município | Q _r (l/s) | % em Q | Processo |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|--------|----------------------------------|
| ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger | João Pessoa | 765,6 | 37,6% | Preliminar/primário |
| ETE Campina Grande | Campina Grande | 643,7 | 31,6% | Lagoas |
| ETE Polo de Tratamento de Mangabeira | João Pessoa | 358,1 | 17,6% | Lagoas |
| ETE Cajazeiras | Cajazeiras | 38,9 | 1,9% | Outros |
| ETE Guarabira | Guarabira | 74,1 | 3,6% | Lagoas |
| ETE Iporanga | Itaporanga | 17,6 | 0,9% | Lagoas |
| ETE Queimadas | Queimadas | 14,9 | 0,7% | Lagoas |
| ETE Catolé do Rocha | Catolé do Rocha | 14,3 | 0,7% | Lagoas |
| ETE Monteiro | Monteiro | 11,9 | 0,6% | Lagoas |
| ETE Alagoa Grande | Alagoa Grande | 11,2 | 0,5% | Lagoas |
| ETE Lagoa Seca | Lagoa Seca | 27,0 | 1,3% | UASB + polimento |
| ETE Patos | Patos | 31,7 | 1,6% | Lagoas |
| ETE Santa Luzia | Santa Luzia | 8,3 | 0,4% | Lagoas |
| ETE Sapé | Sapé | 5,7 | 0,3% | Lagoas |
| ETE 2 | Areia | 4,0 | 0,2% | Lagoas |
| ETE 1 | Areia | 4,0 | 0,2% | Lagoas |
| ETE Pedras de Fogo | Pedras de Fogo | 2,8 | 0,1% | Lagoas |
| ETE Mamanguape | Mamanguape | 1,4 | 0,1% | Lagoas |
| ETE Cubati | Cubati | 1,2 | 0,1% | Lagoas |
| ETE Cajazeirinhas | Cajazeirinhas | 0,4 | 0,0% | Fossa séptica + filtro anaeróbio |
| ETE São José do Brejo do Cruz | São José do Brejo do Cruz | 0,3 | 0,0% | Lagoas |

Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017c).

De modo a se avaliar qual é a vazão de esgoto não tratada em cada município, utilizou-se o conceito de déficit de tratamento, o qual foi obtido por meio de dados do SNIS 2016. O valor do déficit foi obtido a partir da água total consumida (AG010)⁹ e do índice de tratamento de esgotos (IN046), sendo:

$$Déficit = \frac{AG010}{1 - IN046}$$

Abaixo seguem os dez municípios com maiores déficits de saneamento, expressos em l/s.

TABELA 18 – Dez maiores valores de déficit de tratamento por município

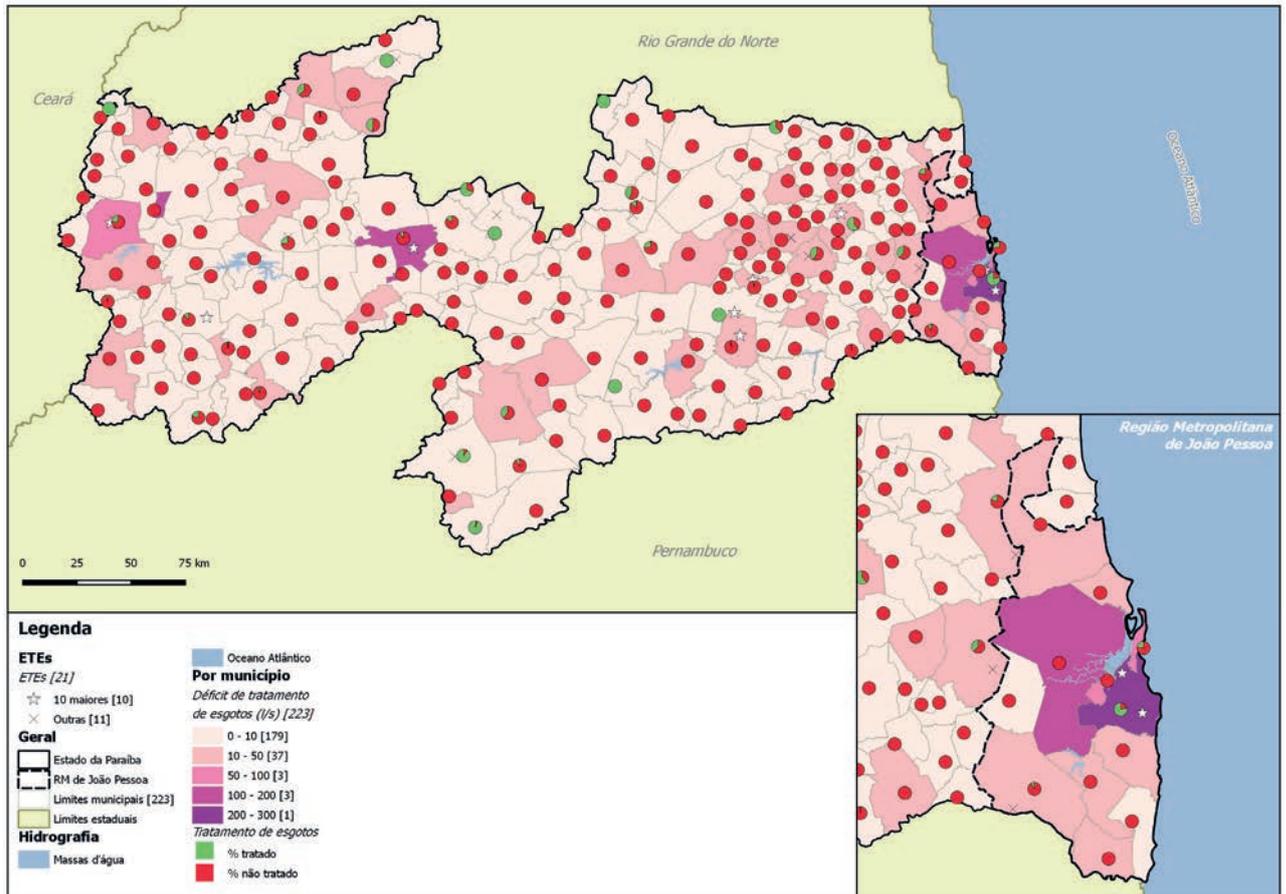
| Município | AG010 - Volume de água consumido (l/s) | IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida | Déficit tratamento (l/s) |
|-------------|--|--|--------------------------|
| João Pessoa | 1372,8 | 78,8% | 291,3 |
| Santa Rita | 154,2 | 0,0% | 154,2 |
| Patos | 144,0 | 9,1% | 131,0 |
| Marizópolis | 118,2 | 0,0% | 118,2 |
| Cabedelo | 123,0 | 22,5% | 95,3 |
| Bayeux | 89,7 | 0,0% | 89,7 |
| Cajazeiras | 66,0 | 24,0% | 50,1 |
| Pombal | 36,5 | 0,0% | 36,5 |
| Guarabira | 78,2 | 62,0% | 29,7 |
| Itabaiana | 1372,8 | 78,8% | 291,3 |

Fonte: adaptado de SNSA/MCidades (2018).

João Pessoa, ainda que possua índice de atendimento relativamente alto, detém o maior déficit de saneamento em vazão, seguido por municípios com importante número de habitantes e baixíssimos índices de tratamento de esgotos, como Santa Rita, Patos e Marizópolis.

⁹ Por fins de simplificação, assumiu-se que o esgoto gerado é igual à água consumida (AG010).

FIGURA 10 – Mapa das ETEs existentes por processo, déficit de tratamento de esgotos e proporção entre esgoto tratado e não tratado por município



Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017c) e SNSA/MCidades (2018).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

2.5 PERFIL DA INDÚSTRIA

O PIB industrial da Paraíba em 2014 foi da ordem de R\$ 8 bilhões, representando 15% do PIB total estadual (R\$ 53 bilhões). Analisando-se os municípios com maior PIB industrial, João Pessoa, Campina Grande, Santa Rita e Cabedelo representam, juntos, 73% de todo o estado. Em termos de variação do PIB industrial na série de 2002 a 2014, os municípios de Lucena e Montadas destacam-se, com crescimento de aproximadamente 2.300% e 1.800%, respectivamente, em 12 anos.

Abaixo seguem os dez municípios com maior PIB industrial do estado e a variação ao longo da série histórica de 2002 a 2014.

TABELA 19 – PIB industrial e variação (2002-2014) por município

| Município | PIB industrial 2014 (R\$ 1.000) | % do estado | Var. % (2002-2014) | Var. líquida (2002-2014) (R\$ 1.000) |
|----------------|------------------------------------|-------------|-----------------------|--|
| João Pessoa | 3.178.757 | 40% | 362% | 2.299.795 |
| Campina Grande | 1.512.276 | 19% | 366% | 1.099.514 |
| Santa Rita | 574.154 | 7% | 345% | 407.719 |
| Cabedelo | 467.287 | 6% | 655% | 395.995 |
| Caaporã | 155.043 | 2% | 88% | -22.066 |
| Conde | 150.597 | 2% | 518% | 121.530 |
| Guarabira | 132.817 | 2% | 783% | 115.857 |
| Pedras de Fogo | 111.816 | 1% | 239% | 65.010 |
| Patos | 111.650 | 1% | 348% | 79.581 |
| Bayeux | 108.968 | 1% | 182% | 49.098 |

Fonte: adaptado de IBGE (2017b).

Em termos de número de empregos, o estado possuía, em 2015, 85.070 trabalhadores para os setores CNAE 2.0 pertinentes (vide item 1.4), sendo a maioria deles nos segmentos de fabricação de produtos alimentícios, fabricação de couros e fabricação de produtos têxteis.

TABELA 20 – Principais classes da CNAE 2.0 em números de empregos

| Classe CNAE 2.0 | Denominação | Nº de empregos | % do estado |
|-----------------|---|----------------|-------------|
| 10 | Fabricação de produtos alimentícios | 17.633 | 21% |
| 15 | Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados | 14.872 | 17% |
| 13 | Fabricação de produtos têxteis | 8.590 | 10% |
| 23 | Fabricação de produtos de minerais não-metálicos | 7.875 | 9% |
| 19 | Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis | 4.769 | 6% |
| 14 | Confecção de artigos do vestuário e acessórios | 4.561 | 5% |
| 22 | Fabricação de produtos de borracha e de material plástico | 3.549 | 4% |
| 36 | Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação | 3.370 | 4% |
| 35 | Eletricidade, gás e outras utilidades | 2.762 | 3% |
| 25 | Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos | 2.753 | 3% |

Fonte: adaptado de MTE (2017a).

Em relação à distribuição do número de empregos por município, observa-se que aqueles que concentram a maior parte do PIB industrial também detêm o maior número de empregos, conforme se verifica abaixo.

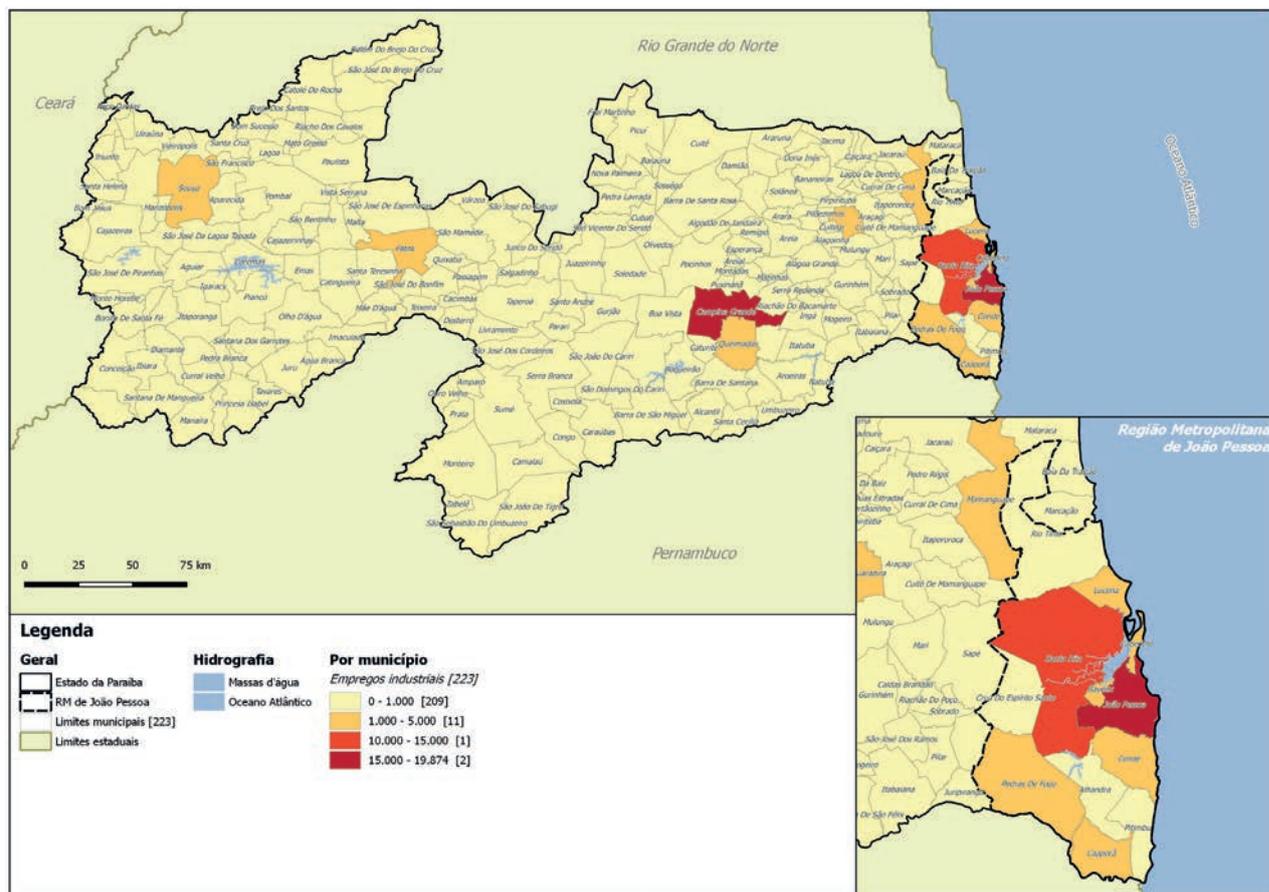
TABELA 21 – Número de empregos industriais por município

| Município | Nº de empregos | % do estado |
|----------------|----------------|-------------|
| João Pessoa | 20.410 | 21% |
| Campina Grande | 19.445 | 20% |
| Santa Rita | 13.329 | 14% |
| Guarabira | 3.824 | 4% |
| Cabedelo | 3.423 | 3% |
| Mamanguape | 3.383 | 3% |
| Pedras de Fogo | 2.767 | 3% |
| Rio Tinto | 2.420 | 2% |
| Caaporã | 2.265 | 2% |
| Bayeux | 1.913 | 2% |

Fonte: adaptado de MTE (2017a).

Os mapas a seguir ilustram a distribuição de empregos industriais e do PIB industrial no estado.

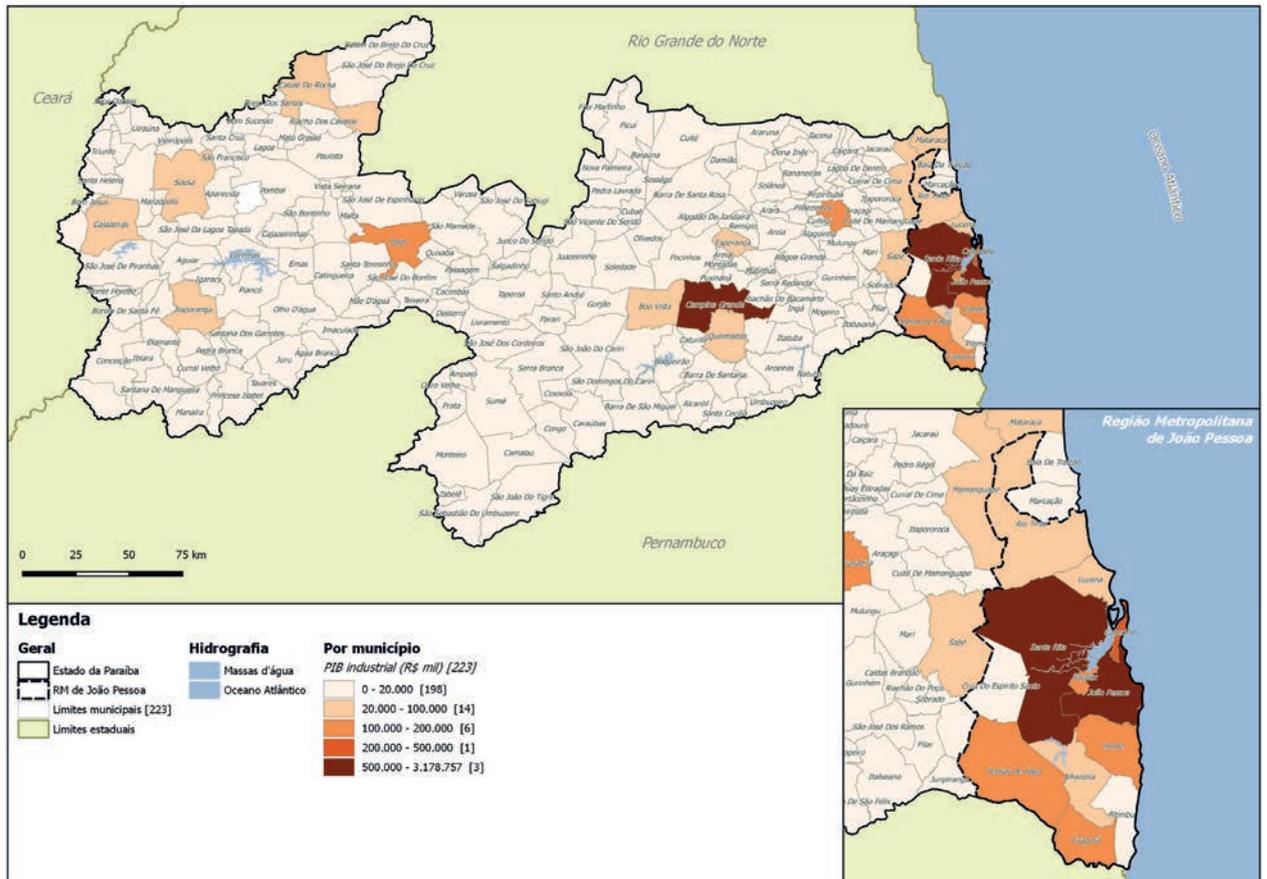
FIGURA 11 – Mapa do número de empregos industriais por município



Fonte: adaptado de MTE (2017a).

Elaboração: Fukasawa (2018).

FIGURA 12 – Mapa do PIB industrial por município



Fonte: adaptado de MTE (2017a).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

A Tabela 22 apresenta a distribuição dos empregos, por classe CNAE 2.0, para os dez municípios com maior PIB industrial do estado.

TABELA 22 – Distribuição de empregos por divisão CNAE 2.0 e município

| Município | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | Total Geral |
|----------------|----|---|---|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|----|-------|----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-------|-----|--------|-------------|
| João Pessoa | | | | 22 | 2.036 | 1.093 | 45 | 3.631 | 1.023 | 520 | 97 | 36 | 1.268 | 10 | 69 | 12 | 1.267 | 1.844 | 191 | 306 | 158 | 16 | 54 | 16 | 13 | 388 | 246 | 496 | 2.336 | 1.228 | 41 | 1.432 | | | 19.874 |
| Campina Grande | | | 4 | 174 | 1.595 | 22 | 9 | 1.522 | 828 | 9.051 | 50 | 358 | 206 | 12 | 253 | | 994 | 475 | 130 | 792 | 115 | 134 | 163 | 53 | 14 | 557 | 195 | 127 | 395 | 706 | 184 | | | 19.188 | |
| Santa Rita | | 2 | | 47 | 3 | 2.394 | 641 | | 1.088 | 930 | 2.186 | 7 | 22 | 11 | 2.287 | 56 | 5 | 44 | 383 | 16 | 90 | | | | | | | 161 | 33 | 54 | 11 | | 110 | | 10.621 |
| Cabelelo | 17 | | | 16 | 2.034 | | | | | | 18 | 69 | 74 | 5 | 82 | 35 | | 270 | 301 | | 203 | 5 | 11 | | | | 175 | 18 | 37 | | 4 | 32 | | 3.421 | |
| Guarabira | | | | 1 | 1.202 | 16 | | | 3 | 799 | 270 | | 3 | 22 | 1 | | | 188 | 351 | 1 | 10 | | | | | | 20 | 11 | 5 | 204 | | 85 | | 3.192 | |
| Mamanguape | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 9 | | | | | 148 | | | | | | | | 7 | | | | | 6 | | 2.438 | |
| Caaporá | | | | 54 | | | | | | | | | | | 1.852 | 1 | | 1 | 218 | | | | | | | | | | | | | | | 2.177 | |
| Bayeux | | | | 3 | | | | | 63 | 30 | 954 | | 5 | 21 | 17 | | | 109 | 109 | | 72 | | | | | | 266 | 28 | 4 | 18 | 5 | | | 1.881 | |
| Pedras de Fogo | | | | 100 | 1.628 | | | | | | | | | | | | | | 16 | | 7 | | | | | | 1 | | | | | 13 | | 1.820 | |
| Sousa | | | | | 902 | 11 | | | 32 | 52 | 8 | 1 | 6 | 18 | 71 | | | 118 | 86 | | 107 | | | | | 1 | 31 | 4 | 3 | | 129 | 11 | 120 | 1.700 | |

Fonte: adaptado de MTE (2017a).

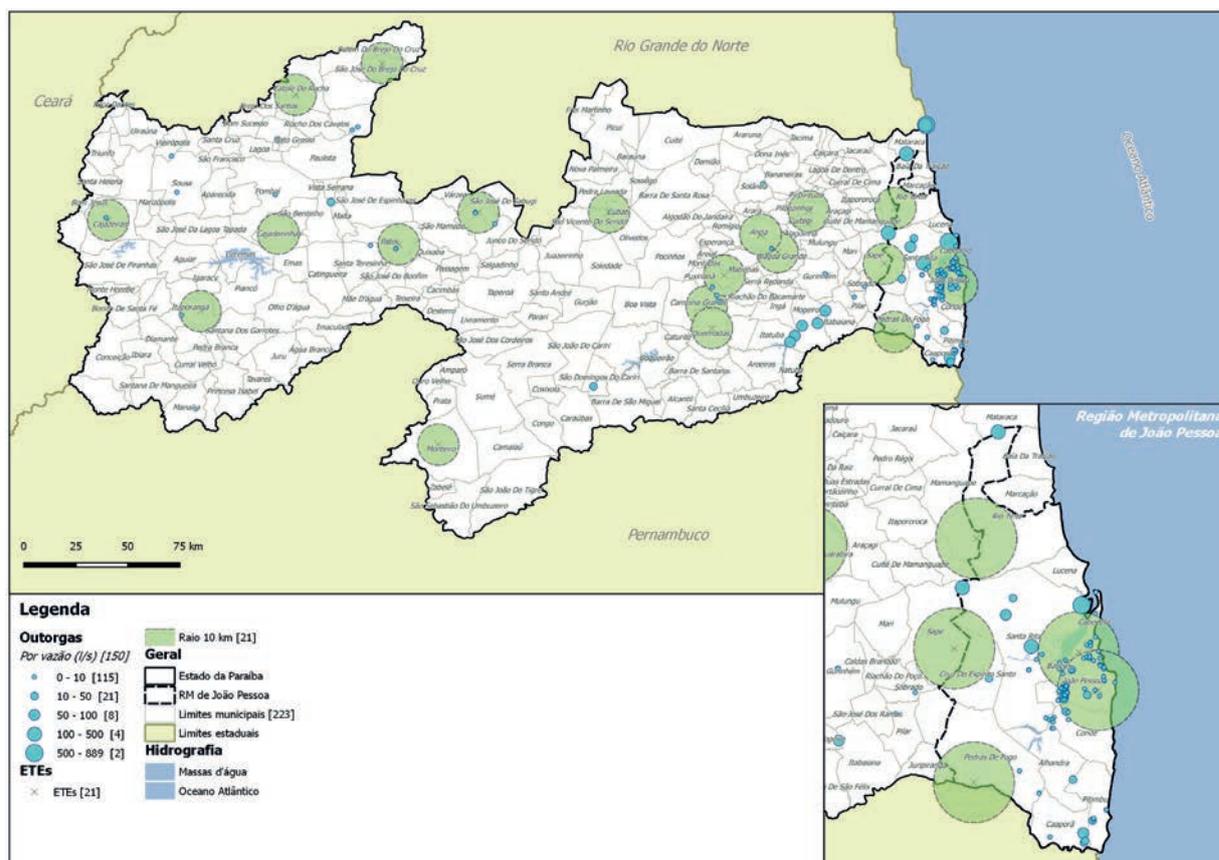
2.6 OPORTUNIDADES DE REÚSO

A partir da exportação das informações do Sistema de Informações Geográficas (SIG), detectaram-se as potencialidades de reúso para cada uma das ETEs existentes do estado. A análise foi realizada com o objetivo de detectar as correlações entre as vazões das estações e as outorgas industriais dentro da área delimitada por um raio de 10 km em torno de cada planta. Foram analisadas todas as ETEs do estado e, buscando-se destacar os casos mais relevantes, a análise foi realizada de acordo com o seguinte critério:

- Uma vez que o estado conta somente com 21 ETEs ativas, serão avaliadas neste tópico todas as plantas da Paraíba.¹⁰

A figura abaixo ilustra a interação entre as outorgas, classificadas de acordo com a vazão, as ETEs e as áreas encerradas dentro do raio de 10 km determinado.

FIGURA 13 – Mapa com raio de 10 km em torno das ETEs existentes e outorgas industriais por vazão



Fonte: adaptado de ANA (2016c, 2017d, 2018a).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

¹⁰ Nos estudos realizados em outras UF's, foram selecionadas as vinte ETEs com maiores vazões de esgoto e as vinte com as maiores vazões industriais outorgadas em suas proximidades para melhor avaliação, dado que alguns estados possuem número muito alto de estações. No caso da PB (somente 21 ETEs), todas as estações foram avaliadas conjuntamente.

Como resultado, chega-se às seguintes informações por ETE.

TABELA 23 – ETEs e vazão industrial outorgada nas proximidades

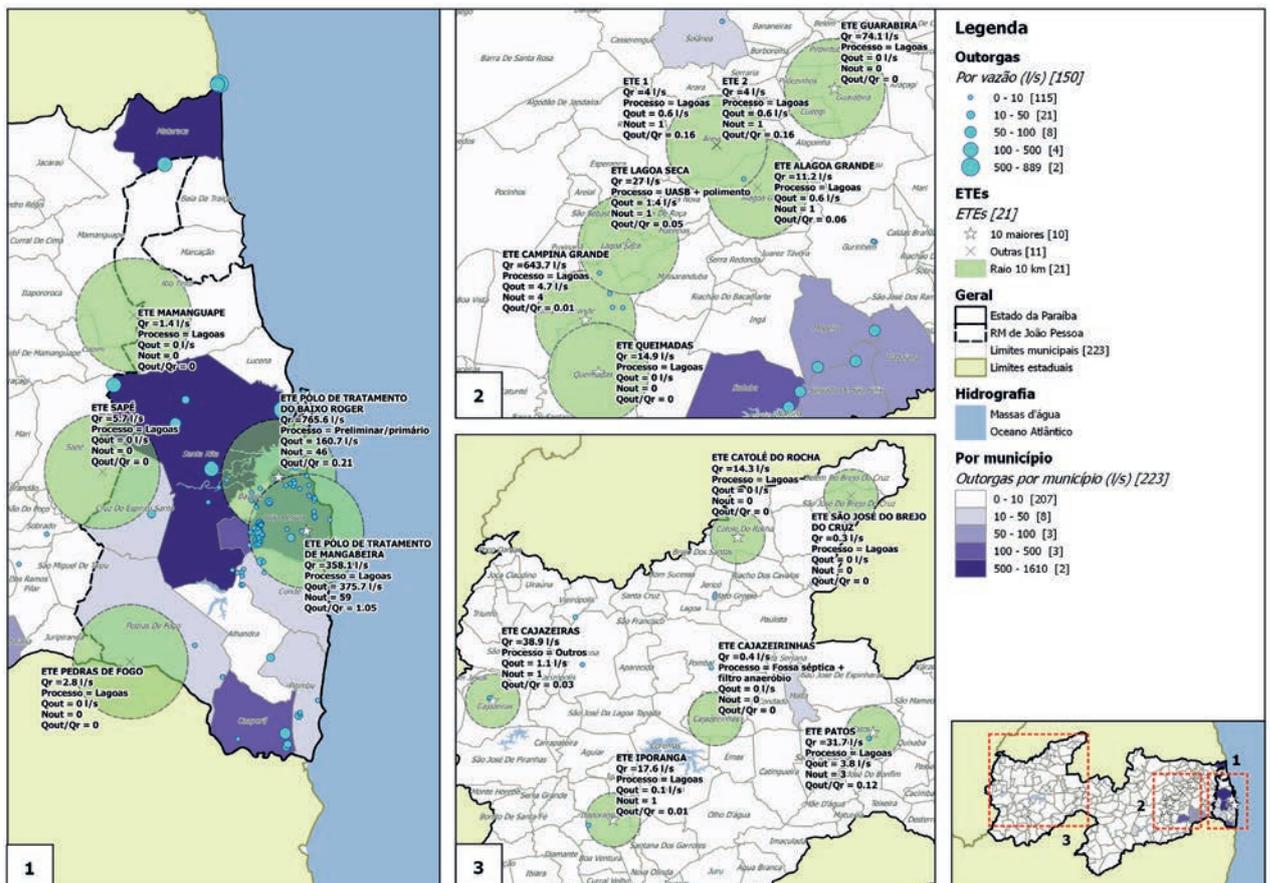
| ETE | Município | Q _r (l/s) | Processo | Q _{out} (l/s) | Nº out | Q _{out} /Q _r |
|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------|--------|----------------------------------|
| ETE Polo de Tratamento do Baixo Roger | João Pessoa | 765,6 | Preliminar/primário | 160,7 | 46 | 0,21 |
| ETE Campina Grande | Campina Grande | 643,7 | Lagoas | 4,7 | 4 | 0,01 |
| ETE Polo de Tratamento de Mangabeira | João Pessoa | 358,1 | Lagoas | 375,7 | 59 | 1,05 |
| ETE Cajazeiras | Cajazeiras | 38,9 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Guarabira | Guarabira | 74,1 | Outros | 1,1 | 1 | 0,03 |
| ETE Iporanga | Itaporanga | 17,6 | Lagoas | 3,8 | 3 | 0,12 |
| ETE Queimadas | Queimadas | 14,9 | UASB + polimento | 1,4 | 1 | 0,05 |
| ETE Catolé do Rocha | Católé do Rocha | 14,3 | Lagoas | 0,1 | 1 | 0,01 |
| ETE Monteiro | Monteiro | 11,9 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Alagoa Grande | Alagoa Grande | 11,2 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Lagoa Seca | Lagoa Seca | 27,0 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Patos | Patos | 31,7 | Lagoas | 0,6 | 1 | 0,06 |
| ETE Santa Luzia | Santa Luzia | 8,3 | Lagoas | 1,7 | 3 | 0,20 |
| ETE Sapé | Sapé | 5,7 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE 2 | Areia | 4,0 | Lagoas | 0,6 | 1 | 0,16 |
| ETE 1 | Areia | 4,0 | Lagoas | 0,6 | 1 | 0,16 |
| ETE Pedras de Fogo | Pedras de Fogo | 2,8 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Mamanguape | Mamanguape | 1,4 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Cubati | Cubati | 1,2 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE Cajazeirinhas | Cajazeirinhas | 0,4 | Fossa séptica + filtro anaeróbio | 0,0 | 0 | 0,00 |
| ETE São José do Brejo do Cruz | São José do Brejo do Cruz | 0,3 | Lagoas | 0,0 | 0 | 0,00 |

Fonte: ANA (2017b, 2017c, 2018a).

Vê-se que as duas ETEs de João Pessoa apresentam vazões industriais outorgadas relevantes em suas proximidades, com destaque à ETE Polo de Tratamento de Mangabeira, para a qual a demanda é inclusive superior à vazão de esgoto tratado. Para as ETEs fora de João Pessoa, não foram detectadas outorgas industriais relevantes.

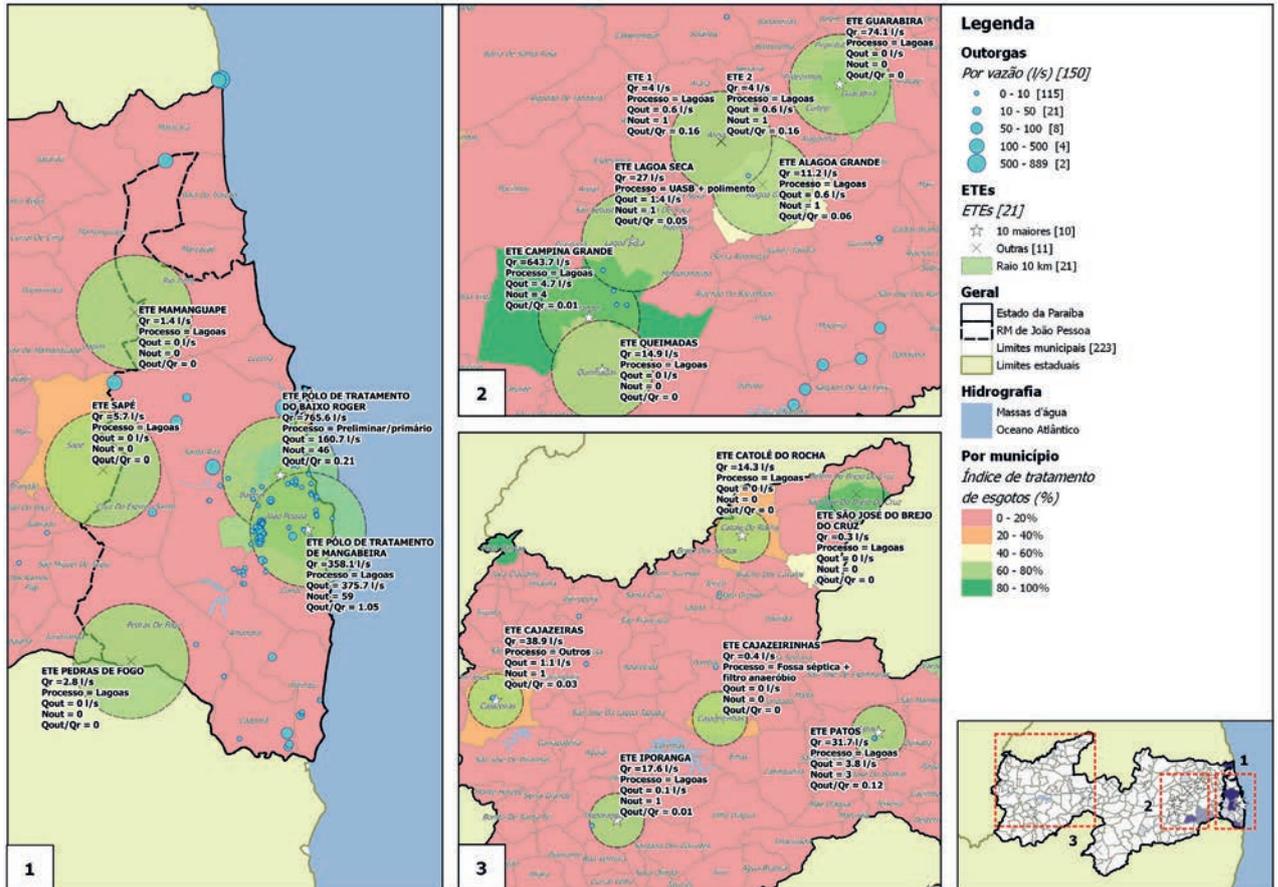
Para melhor visualização da condição das ETEs e outorgas industriais, foram realizadas aproximações para as seguintes regiões: (1) Região Metropolitana de João Pessoa; (2) região dos municípios de Campina Grande e Guarabira; e (3) porção oeste do estado (municípios de Cajazeiras, Sousa e Patos). A seguir constam quatro figuras em que apresentam os resultados de vazão outorgada por ETE sobrepostos a quatro diferentes camadas: totalização das outorgas industriais por município (Figura 14); índice de tratamento de esgotos (IN046) por município (Figura 15); déficit de tratamento de esgotos por município (Figura 16) e balanço hídrico quantitativo por ottobacia (Figura 17).

FIGURA 14 – Mapa de identificação de oportunidades de reúso por ETE e vazão industrial outorgada total por município – principais regiões



Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017b, 2018a).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

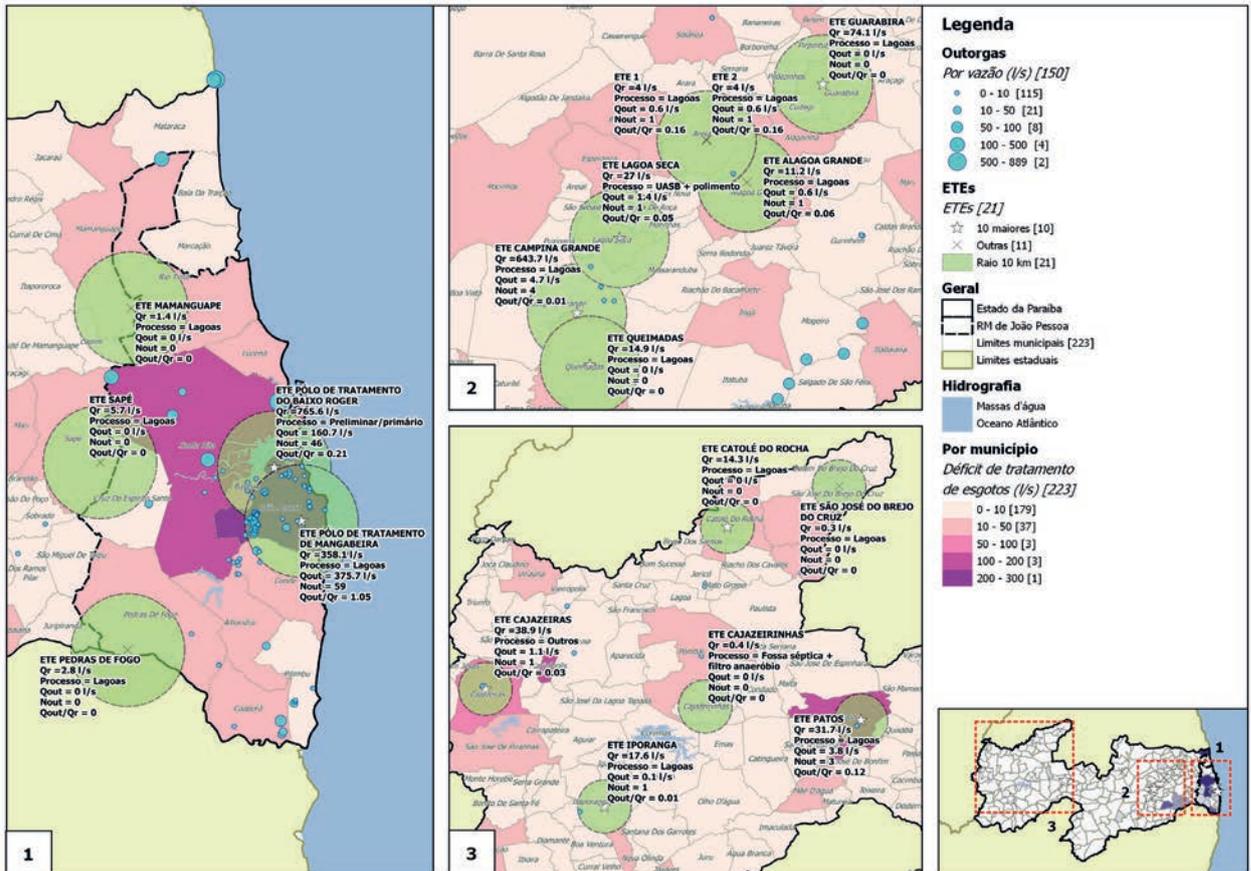
FIGURA 15 – Mapa de identificação de oportunidades de reúso por ETE e índice de tratamento de esgotos (IN046) por município – principais regiões



Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017b, 2018a) e SNSA/Mcidades (2018).

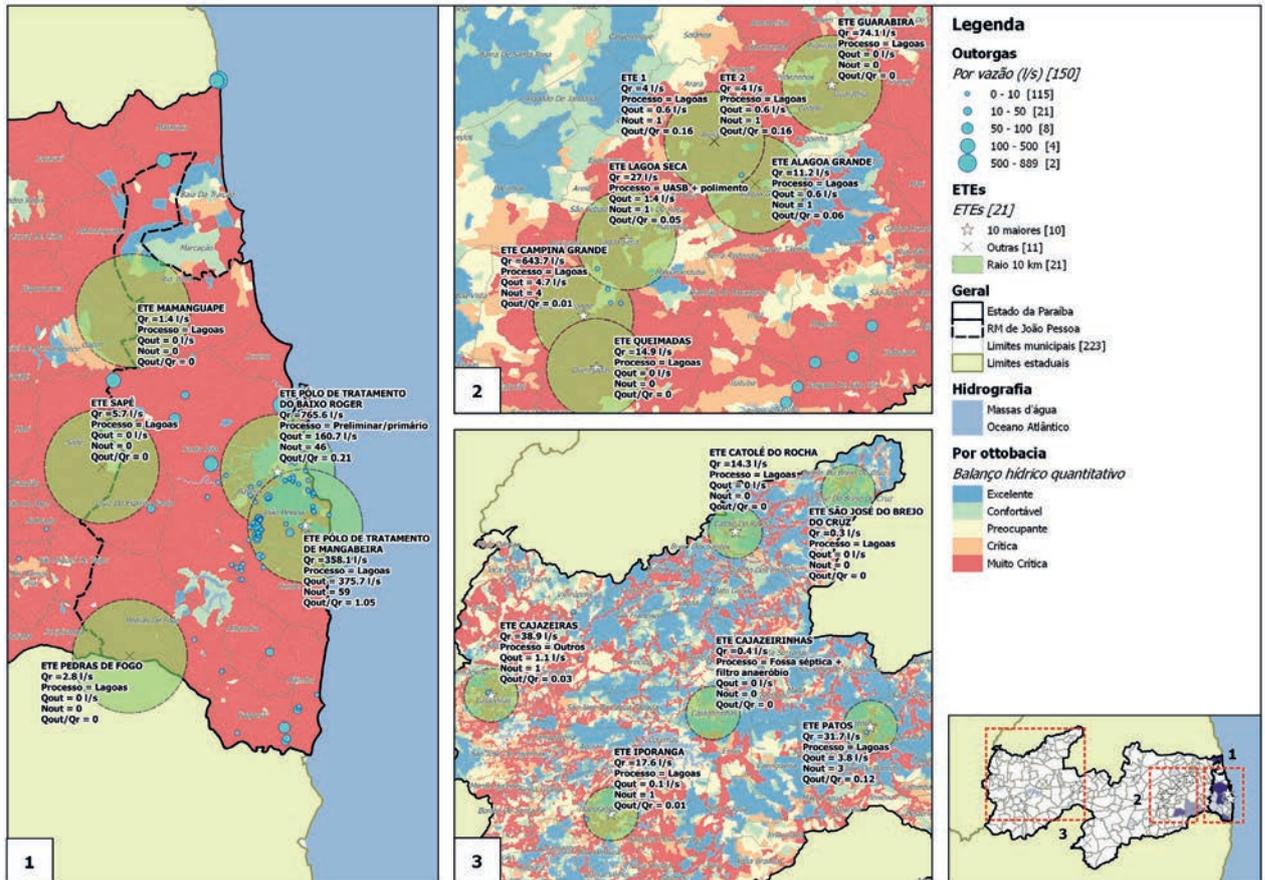
Elaboração: Fukasawa (2018).

FIGURA 16 – Mapa de identificação de oportunidades de reúso por ETE e déficit de tratamento de esgotos (em vazão) – principais regiões



Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017b, 2018a) e SNSA/Mcidades (2018).
 Elaboração: Fukasawa (2018).

FIGURA 17 – Mapa de identificação de oportunidades de reúso por ETE e balanço hídrico quantitativo por ottobacia – principais regiões



Fonte: adaptado de ANA (2017b, 2017b, 2018a, 2018b).
Elaboração: Fukasawa (2018).

As figuras ilustram a existência de importantes outorgas industriais em municípios como Santa Rita, Matraca e Itatuba, os quais, ao mesmo tempo, detêm baixíssimos índices de tratamento de esgotos (< 20%) e possuem a grande maioria de suas microbacias hidrográficas em estado muito crítico de balanço hídrico quantitativo. Detecta-se, também, que há municípios, como é o caso de Patos, Santa Rita e João Pessoa, que possuem altos déficits de tratamento de esgoto e presença de outorgas industriais que podem ser potencialmente abastecidas por efluentes tratados de futuras ETEs.

Resultados mais detalhados por ETE constam no ANEXO A.

Organizando-se os dados de entrada e resultados do estudo por município a partir de informações de tratamento de esgotos do SNIS 2016 (SNSA/MCIDADES, 2018), da demanda hídrica industrial estimada pela ANA (ANA, 2017a) e das vazões de referência das ETEs (Q_r) e industriais outorgadas (Q_{out}) obtidas neste estudo, chega-se ao seguinte panorama: os municípios estão organizados em ordem decrescente de vazão industrial outorgada (Q_{out}).

TABELA 24 – Demanda industrial e tratamento de esgoto agregados por município

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|---------------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | <i>Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)</i> | Q_r (l/s) | <i>Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046)</i> | <i>Déficit tratamento (l/s)</i> |
| Santa Rita | 1610,1 | 1018,6 | 0,0 | 0% | 154,2 |
| Mataraca | 840,2 | 0,2 | 0,0 | 0% | 6,8 |
| João Pessoa | 356,4 | 243,2 | 1123,7 | 79% | 291,3 |
| Itatuba | 165,8 | 0,3 | 0,0 | 0% | 6,3 |
| Caaporã | 130,3 | 418,4 | 0,0 | 0% | 21,0 |
| Mogeiro | 55,3 | 7,0 | 0,0 | 0% | 3,7 |
| Itabaiana | 55,3 | 0,6 | 0,0 | 0% | 29,1 |
| Salgado de São Félix | 55,3 | 0,0 | 0,0 | 1% | 4,9 |
| Pitimbu | 44,5 | 7,0 | 0,0 | 0% | 5,6 |
| Conde | 28,9 | 4,3 | 0,0 | 0% | 25,2 |
| Cruz do Espírito Santo | 27,8 | 8,6 | 0,0 | 0% | 7,3 |
| Cabedelo | 23,3 | 35,0 | 0,0 | 23% | 95,3 |
| Solânea | 20,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 19,6 |
| Malta | 16,7 | 0,2 | 0,0 | 0% | 5,2 |
| São Domingos do Cariri | 16,7 | 0,0 | 0,0 | 100% | 0,0 |
| Pedras de Fogo | 15,6 | 306,6 | 2,8 | 9% | 11,0 |
| Bayeux | 8,7 | 26,3 | 0,0 | 0% | 89,7 |
| Alhandra | 6,6 | 13,2 | 0,0 | 0% | 19,1 |
| São Bento | 5,7 | 4,0 | 0,0 | 47% | 16,0 |
| Campina Grande | 4,7 | 269,4 | 643,7 | 100% | 0,5 |
| Patos | 3,8 | 22,8 | 31,7 | 9% | 131,0 |
| Gurinhém | 2,4 | 0,5 | 0,0 | 0% | 7,1 |
| Santa Luzia | 1,7 | 1,8 | 8,3 | 100% | 0,0 |
| Jericó | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,7 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|-----------------|-----------------|--|-----------------------|--|--------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a) | Q_r (l/s) | Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046) | Déficit tratamento (l/s) |
| Cajazeiras | 1,1 | 7,7 | 38,9 | 24% | 50,1 |
| Alagoa Grande | 0,6 | 0,9 | 11,2 | 41% | 14,1 |
| Pombal | 0,6 | 3,1 | 0,0 | 0% | 36,5 |
| Santa Teresinha | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 0% | 3,1 |
| Manaíra | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 21% | 6,0 |
| Vieirópolis | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,2 |
| Sobrado | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0% | 2,3 |
| Itaporanga | 0,1 | 12,5 | 17,6 | 12% | 4,0 |
| Pilar | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0% | 8,0 |
| Sousa | 0,0 | 20,2 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Mamanguape | 0,0 | 417,4 | 1,4 | 20% | 22,8 |
| Rio Tinto | 0,0 | 111,4 | 0,0 | 0% | 13,1 |
| Guarabira | 0,0 | 47,9 | 74,1 | 62% | 29,7 |
| Lucena | 0,0 | 27,2 | 0,0 | 0% | 18,8 |
| Alagoa Nova | 0,0 | 16,8 | 0,0 | 0% | 6,0 |
| Queimadas | 0,0 | 8,8 | 14,9 | 2% | 27,0 |
| Ingá | 0,0 | 7,6 | 0,0 | 0% | 13,2 |
| Catolé do Rocha | 0,0 | 7,4 | 14,3 | 36% | 16,9 |
| Serra Redonda | 0,0 | 4,1 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Caturité | 0,0 | 3,9 | 0,0 | 0% | 2,2 |
| Boa Vista | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 0% | 5,1 |
| Bananeiras | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 0% | 5,6 |
| Esperança | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0% | 14,4 |
| Areia | 0,0 | 1,4 | 8,0 | 0% | 11,4 |
| Massaranduba | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 0% | 4,2 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|----------------------|-----------------|--|-----------------------|--|---------------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | <i>Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)</i> | Q_i (l/s) | <i>Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046)</i> | <i>Déficit tratamento (l/s)</i> |
| Pocinhos | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 0% | 14,6 |
| Belém | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0% | 16,1 |
| Soledade | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0% | 11,8 |
| Piancó | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0% | 6,9 |
| Lagoa Seca | 0,0 | 1,0 | 27,0 | 3% | 10,2 |
| Duas Estradas | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 0% | 3,8 |
| Várzea | 0,0 | 0,9 | 0,0 | 69% | 0,8 |
| Sapé | 0,0 | 0,9 | 5,7 | 38% | 21,2 |
| Montadas | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Araruna | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 62% | 4,5 |
| Alagoinha | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0% | 13,6 |
| Juazeirinho | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0% | 8,1 |
| Paulista | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0% | 5,4 |
| Coremas | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Monteiro | 0,0 | 0,5 | 11,9 | 90% | 2,7 |
| Mulungu | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0% | 7,1 |
| Serraria | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0% | 4,5 |
| Sumé | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 39% | 10,5 |
| Picuí | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0% | 8,1 |
| Uiraúna | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0% | 13,5 |
| Aparecida | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0% | 5,5 |
| Boqueirão | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0% | 11,2 |
| São José de Piranhas | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0% | 10,8 |
| Remígio | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0% | 10,9 |
| Prata | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 2,8 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|--------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|--------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a) | Q_r (l/s) | Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046) | Déficit tratamento (l/s) |
| São João do Rio do Peixe | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 5,0 |
| Santana dos Garrotes | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 4,5 |
| Cuité | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Pilõezinhos | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 3,2 |
| Taperoá | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Nova Palmeira | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 4,4 |
| Brejo do Cruz | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 10,8 |
| Frei Martinho | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 100% | 0,0 |
| Pedra Lavrada | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 42% | 2,2 |
| Mari | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 16,9 |
| Caiçara | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 5,6 |
| Caldas Brandão | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 5,6 |
| Cuitegi | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 6,5 |
| Pedra Branca | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 2% | 17,1 |
| Princesa Isabel | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Catingueira | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 3,2 |
| Nova Floresta | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| São José do Sabugi | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0% | 2,9 |
| Alcantil | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 6,8 |
| São José da Lagoa Tapada | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 1,9 |
| Igaracy | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 4,4 |
| Riacho dos Cavalos | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 2% | 1,6 |
| Pirpirituba | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 9,6 |
| Barra de Santana | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 1,0 |
| Cabaceiras | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 2,2 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|---|--------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a) | Q_i (l/s) | Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046) | Déficit tratamento (l/s) |
| Cachoeira dos Índios | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 3,0 |
| Pilões | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Diamante | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 0,3 |
| Puxinanã | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Água Branca | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 4,4 |
| Jacaraú | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 9,4 |
| Congo | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 2,0 |
| São Sebastião de Lagoa de Roça | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 4,6 |
| Bom Jesus | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 2,2 |
| Conceição | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 14,1 |
| São Francisco | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 1,8 |
| Triunfo | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 2,8 |
| Santa Cruz | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 4,1 |
| Santa Cecília | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Salgadinho | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 0,8 |
| Algodão de Jandaíra | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| São João do Cariri | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 3,7 |
| Lagoa de Dentro | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 4,4 |
| Junco do Seridó | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 6,8 |
| Cacimba de Dentro | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0% | 8,5 |
| São José de Caiana | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,8 |
| Teixeira | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 6,2 |
| Areial | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Boa Ventura | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,3 |
| Barra de Santa Rosa | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|--------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a) | Q_r (l/s) | Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046) | Déficit tratamento (l/s) |
| Cubati | 0,0 | 0,0 | 1,2 | 15% | 4,6 |
| Barra de São Miguel | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Juripiranga | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 8,0 |
| Santa Inês | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,5 |
| Tenório | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,5 |
| Gurjão | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,5 |
| Belém do Brejo do Cruz | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 5,0 |
| Aroeiras | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Lastro | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,5 |
| Arara | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Juarez Távora | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 7,0 |
| Zabelê | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 19,0 |
| São Miguel de Taipu | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 6,8 |
| Capim | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,0 |
| São Domingos de Pombal | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Brejo dos Santos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,8 |
| Quixabá | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,0 |
| Mato Grosso | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,5 |
| Passagem | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,3 |
| Araçagi | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 9,4 |
| Itapororoca | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 9,5 |
| Monte Horebe | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4% | 0,8 |
| Camalaú | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10% | 4,4 |
| Tavares | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5% | 10,5 |
| Nazarezinho | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,6 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|-----------------------|-----------------|--|-----------------------|--|---------------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | <i>Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)</i> | Q_i (l/s) | <i>Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046)</i> | <i>Déficit tratamento (l/s)</i> |
| Poço Dantas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100% | 0,0 |
| São José dos Ramos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,6 |
| Serra Branca | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 11,4 |
| São Mamede | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 16% | 6,5 |
| Aguiar | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,9 |
| Natuba | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,4 |
| Bonito de Santa Fé | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 5,3 |
| Vista Serrana | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,5 |
| Casserengue | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,0 |
| Logradouro | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,0 |
| São Bentinho | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,0 |
| Cuité de Mamanguape | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,6 |
| Serra da Raiz | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,5 |
| Cacimba de Areia | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,9 |
| Joca Claudino | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,1 |
| Curral de Cima | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Curral Velho | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Dona Inês | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Maturéia | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Caraúbas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,7 |
| Juru | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 5,1 |
| Poço de José de Moura | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,7 |
| Marizópolis | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 118,2 |
| Mãe d'Água | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 14,4 |
| Fagundes | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 5,9 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|------------------------|-----------------|--|-----------------------|--|--------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a) | Q_r (l/s) | Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046) | Déficit tratamento (l/s) |
| Condado | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 5,9 |
| Olho d'Água | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 5,1 |
| Imaculada | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 4,7 |
| Sertãozinho | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 4,7 |
| Ibiara | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 4,4 |
| Livramento | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 4,2 |
| Nova Olinda | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 4,0 |
| Seridó | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,8 |
| Santa Helena | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,3 |
| Desterro | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 3,1 |
| Santana de Mangueira | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,9 |
| Pedro Régis | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,8 |
| São José dos Cordeiros | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,6 |
| Umbuzeiro | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,4 |
| Serra Grande | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,4 |
| Ouro Velho | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,4 |
| Lagoa | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,4 |
| São José de Espinharas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,3 |
| Amparo | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,2 |
| Emas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,0 |
| São José do Bonfim | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 2,0 |
| Riachão do Bacamarte | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,8 |
| Olivedos | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23% | 1,6 |
| Tacima | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,5 |
| Coxixola | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,5 |

| Município | Demandas | | Tratamento de esgotos | | |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|---|--------------------------|
| | Q_{out} (l/s) | Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a) | Q_i (l/s) | Índice de tratamento de esgotos (SNIS 2016 - IN046) | Déficit tratamento (l/s) |
| Cajazeirinhas | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 27% | 1,2 |
| Parari | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 1,0 |
| Areia de Baraúnas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,9 |
| Cacimbas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,9 |
| Matinhas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,7 |
| Bom Sucesso | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,5 |
| Riacho de Santo Antônio | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,5 |
| São Sebastião do Umbuzeiro | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 94% | 0,3 |
| Assunção | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Baía da Traição | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Baraúna | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Bernardino Batista | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Borborema | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Carrapateira | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Damião | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Gado Bravo | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Marcação | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Riachão | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Riachão do Poço | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| Santo André | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| São João do Tigre | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| São José de Princesa | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |
| São José do Brejo do Cruz | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 100% | 0,0 |
| Sossêgo | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0,0 |

Fonte: adaptado de ANA (2017a, 2017b, 2017c, 2018a) e SNSA/MCidades (2018).

Nota-se que as demandas industriais estimadas neste estudo (a partir de outorgas) são significativamente diferentes daquelas apresentadas pela ANA (2017a), principalmente para municípios como Matraca, Itatuba e Campina Grande. Ainda assim, há cidades cujos valores são razoavelmente similares, como João Pessoa, Santa Rita e Caaporã.

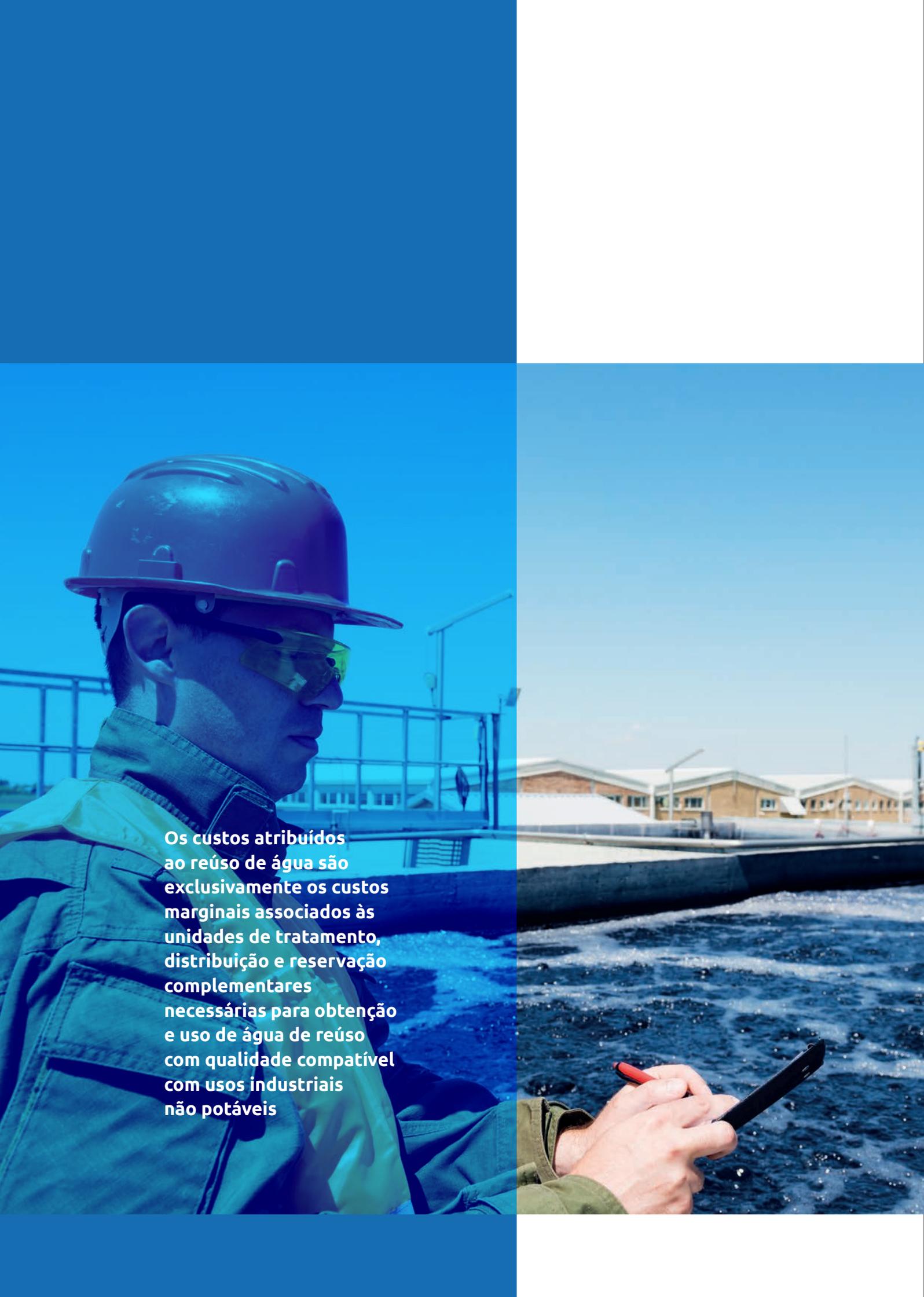
É possível observar que os municípios que possuem as maiores vazões outorgadas à indústria apresentam índices muito baixos de tratamento de esgotos (com exceção de João Pessoa), indicando grande potencial de expansão de infraestrutura de saneamento casada com a consideração de atendimento a demandas industriais por efluentes tratados. Paralelamente, há municípios com importantes vazões de esgoto já tratado, como Campina Grande, Cajazeiras e Guarabira, mas onde não foram detectadas vazões outorgadas à indústria, o que indica que a eventual implantação de parques industriais nessas cidades pode considerar a possibilidade de abastecimento da indústria por água de reúso.

2.7 ANÁLISE E COMENTÁRIOS

A partir dos tópicos anteriores desenvolvidos, apontam-se as principais análises sobre o estado da Paraíba:

- **Disponibilidade hídrica:** o estado é um dos mais críticos do País em termos de disponibilidade hídrica, com importantes municípios, como João Pessoa, Santa Rita e Campina Grande, coincidentes com hidrográficas consideradas muito críticas em termos de balanço hídrico quantitativo.
- **Saneamento básico:** a abrangência de tratamento de esgotos do estado é de 47% (SNSA/MCIDADES, 2018). O estado possui baixo número de ETEs (apenas 21), localizadas principalmente nos municípios com maior população. No entanto, frisa-se que a maior parte do esgoto (59%) é tratada por processos biológicos que tendem a possuir baixa eficiência (lagoas). Dos 41% remanescentes, praticamente a totalidade (38%) é submetida somente a processo primário de tratamento (ETE Baixo Roger em João Pessoa). Ambos os agrupamentos de processo (lagoas e preliminar/primário) somam 97% do tratamento de esgotos do estado da Paraíba.
- **Indústria:** tanto em termos de PIB industrial anual como em número de empregos, destacam-se municípios como João Pessoa, Campina Grande, Santa Rita, Guarabira e Cabedelo. Quanto aos setores mais proeminentes no estado, destacam-se, em número de empregos, os de fabricação de produtos alimentícios (divisão 10), preparação de couros e artefatos de couro (divisão 15), fabricação de produtos têxteis (divisão 13) e fabricação de produtos de minerais não-metálicos (divisão 23).

- **Panorama geral de oportunidades de reúso industrial por ETE:** face ao baixo número de ETEs e também de outorgas industriais no estado, as intersecções entre oferta e demanda não foram muito representativas na Paraíba. Ainda assim, detectaram-se importantes demandas industriais próximas à primeira e terceira maiores ETEs paraibanas, ambas localizadas na capital. Nas proximidades das demais ETEs não foram encontradas vazões maiores que 4,7 l/s.
 - **ETEs com altas vazões e altas demandas industriais no entorno:** as ETEs que apresentam as maiores vazões industriais outorgadas em suas proximidades são as ETEs Polo de Tratamento do Baixo Roger (João Pessoa) e ETE Polo de Tratamento de Mangabeira (João Pessoa).
 - **ETEs com altas vazões e baixas demandas industriais no entorno:** nesse quesito, destaca-se somente a ETE Campina Grande (Campina Grande), a qual possui vazão $Q_r = 644$ l/s e somente 4,7 l/s outorgados à indústria em suas proximidades.
- **Panorama geral de oportunidades de reúso industrial por município:** realizando-se a análise por município, detectaram-se importantes confluências entre importantes demandas industriais e tratamento de esgotos. O município de Santa Rita possui as maiores vazões outorgadas à indústria (1.610 l/s) no estado, ao mesmo tempo em que há relevante déficit de tratamento de esgotos (154 l/s). Isso indica potencial de implantação de rede de coleta e tratamento de esgotos já se considerando a possibilidade de atendimento às demandas indústrias por água de reúso existentes na cidade. A própria capital também possui valores relevantes de demanda industrial (356 l/s) e de déficit de tratamento (291 l/s). Alguns outros municípios, como Matraca e Itatuba, possuem demandas industriais importantes, mas baixo potencial de geração de esgotos por conta de suas populações reduzidas. Por fim, há municípios que, ainda que não tenham apresentado demandas industriais significativas, possuem altas populações e ainda requerem investimentos maciços em tratamento de esgotos, como é o caso de Patos e Marizópolis, indicando a possibilidade de abastecimento com água de reúso de eventuais indústrias que venham a se instalar nos municípios.

A composite image featuring a worker in a hard hat and safety glasses on the left, and a water treatment facility with a large tank of turbulent water on the right. The worker is holding a tablet and a red pen. The background shows industrial buildings under a clear sky.

Os custos atribuídos
ao reúso de água são
exclusivamente os custos
marginais associados às
unidades de tratamento,
distribuição e reservação
complementares
necessárias para obtenção
e uso de água de reúso
com qualidade compatível
com usos industriais
não potáveis

3 CUSTOS ATRIBUÍDOS A SISTEMAS DE REÚSO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A estimativa de custos foi realizada, dentro do escopo da primeira etapa do estudo (CNI, 2017), para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), tendo como base o panorama de saneamento local e custos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) e visa a apresentar cenários possíveis de infraestrutura genérica e viável a ser projetada para o fornecimento de água de reúso não potável para fins industriais, bem como estimar o Capex (custos de capital – *capital expenditures*) e Opex (custos de operação e manutenção – *operational expenditures*) associados a e respectivos custos médios finais, de forma a orientar tanto os clientes consumidores (industriais) como as empresas fornecedoras dos serviços de suprimento de água de reúso para viabilizar a implantação de eventuais distritos industriais nos diversos municípios, ou grupos de municípios, do Brasil.

Uma vez que a estimativa foi elaborada tendo essencialmente como base uma região específica (RMSP) e a experiência de custos da concessionária local, estudos específicos devem ser conduzidos para cada área de estudo a ser mais profundamente analisada. Ainda assim, os resultados aqui obtidos podem ser utilizados como referência para o subsídio a estudos em outras regiões brasileiras.

Os custos atribuídos ao reúso de água são exclusivamente os custos marginais associados às unidades de tratamento, distribuição e reservação complementares necessárias para obtenção e uso de água de reúso com qualidade compatível com usos industriais não potáveis. Os custos primários associados aos sistemas de tratamento convencionais de esgotos



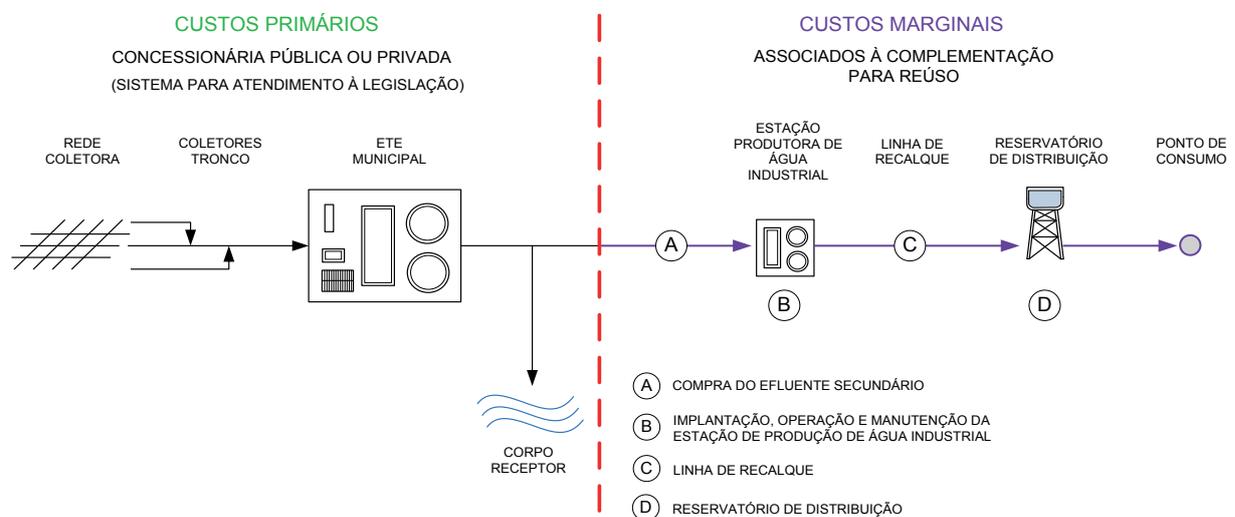
não podem ser atribuídos ao reúso de água, pois são legalmente necessários para o atendimento aos padrões de emissão estabelecidos pelas Portarias CONAMA 357 e 430 e legislações estaduais.

Portanto, para a estimativa de Capex e Opex, são elencados os seguintes custos:

- A. **Aquisição do efluente tratado:** compra do efluente tratado pela concessionária;
- B. **Tratamento complementar para adequação da qualidade:** adequação do efluente às exigências de qualidade para uso não potável industrial;
- C. **Linha primária de distribuição:** transporte de água de reúso até as proximidades dos pontos de uso;
- D. **Reservação final:** reservação da água de reúso nas proximidades dos pontos de uso.

A Figura 18 ilustra, de maneira esquemática, as etapas elencadas na composição de custos.

FIGURA 18 – Custos primários e marginais associados ao reúso



Fonte: CNI (2017).

A estimativa de custos deste estudo foi realizada considerando-se as etapas "B", "C" e "D", uma vez que a aquisição de efluente tratado ("A") é dependente de condições específicas de cada concessionária e do arranjo contratual com o produtor de água de reúso. Para a composição total de valores considerando-se o custo A, basta somar seu valor, em R\$/m³, aos resultados obtidos pela estimativa.

Uma vez que as principais estações da RMSP são compostas por sistemas biológicos secundários de lodos ativados convencionais, optou-se pela adaptação das plantas para que produzam efluentes com qualidade adequada para uma grande maioria de tipos de

reúso¹¹. Essa adaptação, que praticamente não envolve obras civis, consiste na instalação de unidades de membranas de ultrafiltração nas próprias câmaras de aeração dos sistemas de lodos ativados ou em câmaras adjacentes à câmara de aeração.

Na ausência de infraestrutura tratamento de esgotos em locais onde se pretende implantar a prática de reúso de água, deverão ser avaliados os custos relativos à implantação de sistemas completos de tratamento, cujas concepções de projeto dependem de condições e de disponibilidades locais. Para outros sistemas de tratamento existentes, como lagoas de estabilização ou filtros biológicos etc., deverão ser estudados sistemas complementares de tratamento tais como filtros de areia ou sistemas de membranas de ultrafiltração, dependendo da qualidade da água de reúso a ser produzida.

3.2 CONCEPÇÃO DO PROJETO GENÉRICO

O projeto genérico para estimativa de custos foi realizado, primeiramente, com base em diferentes vazões, distâncias de distribuição e volumes de reservação final. Adotaram-se vazões de 50 a 500 l/s e linhas de distribuição com comprimento total de 9,0 a 13,0 km, havendo sempre trecho por recalque (variando de 4,0 a 8,0 km) e por conduto forçado por gravidade (5,0 km). Os diversos cenários de distribuição foram calculados para os diâmetros econômicos de recalque e diâmetro da adutora por gravidade que garantam que a perda de carga não ultrapasse a 15 mca¹² em toda a sua extensão, garantindo-se sempre residual de pressão mínimo de 15 mca no ponto de consumo.

Em suma, as variáveis aplicadas à modelagem são:

- **Vazões (Q):**
 - $Q_1 = 50 \text{ l/s}$
 - $Q_2 = 100 \text{ l/s}$
 - $Q_3 = 200 \text{ l/s}$
 - $Q_4 = 500 \text{ l/s}$
- **Linha de distribuição**
 - **Trecho de recalque:**
 - $L_{R1} = 4,0 \text{ km}$
 - $L_{R2} = 8,0 \text{ km}$

¹¹ Estipulou-se qualidade de água de reúso como aquela suficiente para uso em torres de resfriamento.

¹² Mca: metro de coluna d'água, unidade de pressão comumente utilizada em projetos de saneamento e hidráulica.

- Material da tubulação: ferro fundido dúctil K9¹³
- Perdas de carga com ΣK_s ¹⁴ (sucção) = 2,25 e ΣK_s (recalque) = 9,3 para ambas as extensões
- Desnível geométrico (H_g ¹⁵) = 50,0 m
- **Trecho de conduto forçado por gravidade:**
 - L_c = 5,0 km
 - Material da tubulação: ferro fundido dúctil K9
 - Perdas de carga com ΣK_s = 9,0
 - Desnível geométrico (H_g) = 30,0 m
- **Reservatório de distribuição:**
 - Para Q = 50 l/s, volume de 500 m³
 - Para Q = 100 l/s, volume de 1.000 m³
 - Para Q = 200 l/s, volume de 1.500 m³
 - Para Q = 500 l/s, volume de 2.000 m³

Portanto, a associação entre as diferentes variáveis leva à criação de oito cenários distintos, como segue na tabela abaixo.

TABELA 25 – Cenários para estimativas de custos

| Vazão (l/s) | Linha de distribuição | | | Reservatório de distribuição (m ³) |
|-------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|--|
| | Trecho de recalque (km) | Trecho por gravidade (km) | Comprimento total (km) | |
| 50 | 4,0 | 5,0 | 9,0 | 500 |
| | 8,0 | | 13,0 | |
| 100 | 4,0 | 5,0 | 9,0 | 1.000 |
| | 8,0 | | 13,0 | |
| 200 | 4,0 | 5,0 | 9,0 | 1.500 |
| | 8,0 | | 13,0 | |
| 500 | 4,0 | 5,0 | 9,0 | 2.000 |
| | 8,0 | | 13,0 | |

Fonte: CNI (2017).

¹³ K9: nomenclatura indicativa da classe de pressão do tubo.

¹⁴ ΣK_s : somatório dos coeficientes singulares de perda de carga hidráulica, valor utilizado no cálculo das perdas de energia em tubulações em carga.

¹⁵ Desnível geométrico: diferença de cota (altura) entre o nível d'água inicial e final de uma linha de distribuição.

3.3 ESTIMATIVAS DE CAPEX

3.3.1 ADAPTAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE LODOS ATIVADOS

A adaptação de sistemas de lodos ativados convencional a sistemas de biomembranas (MBRs¹⁶) foi considerada como a instalação sistemas de membranas completos, incluindo as membranas de ultrafiltração com poros de 0,035 μm ¹⁷, estruturas de suporte, válvulas, controles, bombas de lóbulo, medidores de vazão e sopradores (Puron Pulsion MBR, fibra oca, Koch Membrane Systems-KMS) estimados por preços unitários, conforme as vazões referidas para este estudo. A avaliação dos preços das estações produtoras de água de reúso completas foi realizada em função das vazões médias produzidas e traduzidas em R\$/m³ tratado por ano.

O valor médio de Capex foi estimado por meio de extrapolação matemática considerada a partir dos dados, os quais são oriundos de estações já implantadas, apresentados na Tabela 26:

TABELA 26 – Dados de base para estimativa de Capex em função da vazão

| | | | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Vazão L/s | 8,76 | 21,90 | 43,81 | 219,04 | 438,08 |
| Vazão (m³/d) | 757,00 | 1.892,50 | 3.785,00 | 18.925,00 | 37.850,00 |
| Vazão (m³/ano) | 276.305 | 690.763 | 1.381.525 | 6.907.625 | 13.815.250 |
| Capex (R\$) | R\$ 1.174.824 | R\$ 1.814.184 | R\$ 2.946.384 | R\$ 10.954.368 | R\$ 20.571.408 |
| R\$/m³ | 4,25 | 2,63 | 2,13 | 1,59 | 1,49 |

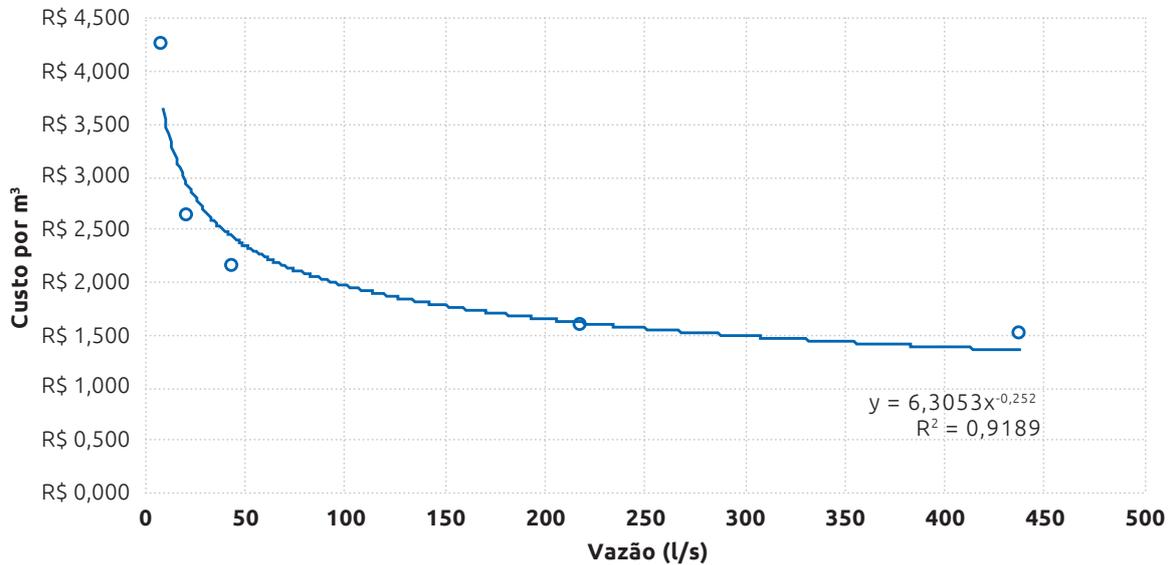
Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Da Tabela 26 foram segregados os valores de custo de capital relacionados com a vazão e seu indicador de R\$/m³. Com base nos dados de vazões e respectivos custos unitários dos investimentos para a construção, fornecimento e montagem dos equipamentos (membranas, bombas, instrumentações, medidores etc.) foi gerado o gráfico mostrado na Figura 19 com a respectiva equação de aderência aos dados e seu coeficiente de determinação, R².

¹⁶ MBR: Membrane Bioreactor

¹⁷ μm : micrômetro, unidade de medida de comprimento equivalente à milionésima parte de um metro.

FIGURA 19 – Gráfico dos custos de capital correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produção de água de reúso (R\$/m³)



Fonte: adaptado de CNI (2017).

Portanto, a curva de custo unitário de capital adotada é:

$$\text{Custo Unitário CAPEX (R\$/m}^3) = 6,3053 \times [Q(\text{l/s})]^{-0,252}$$

3.3.2 SISTEMA ELEVATÓRIO E OBRAS LINEARES

Para a avaliação dos custos de implantação de um projeto, mesmo que de forma genérica, para cada sistema de bombeamento e respectiva linha de recalque, devem ser considerados os diversos fatores que influenciam em seus custos finais. Os fatores intervenientes que afetam o custo de implantação de um projeto são os listados a seguir:

- Vazões de projeto;
- Extensões da adutora (recalque);
- Tipos de bombas;
- Volumes de Reservatórios;
- Desníveis geométricos;
- Preços das tubulações especificadas;
- Preços e materiais utilizados na execução das obras lineares;
- Profundidades das valas projetadas;
- Metodologias de execução;
- Tipo do solo, existência de rocha, charco etc.;

- Local da execução da obra;
- Interferências com outras infraestruturas;
- Tipos de pavimentos (asfalto, terra etc.); e
- Preço médio da energia elétrica industrial.

Dessa forma, a definição do binômio potência do conjunto motor-bomba e o respectivo diâmetro das linhas de recalque é fundamentalmente dependente dos preços e de outros aspectos físicos indicados anteriormente. Assim, a melhor maneira para se definir o binômio “potência instalada e diâmetro” da linha de recalque é a definida pela metodologia do diâmetro econômico de Bresse aliado à pesquisa de outros binômios (potência x diâmetro) próximos ao diâmetro econômico definido por Bresse. Sendo assim, para a definição final do sistema mais econômico, comparam-se os custos de implantação e os gastos de operação, no horizonte do projeto, trazidos ao valor presente. Deste modo, aquele binômio (potência x diâmetro) que apresentar o menor valor presente será o escolhido para ser detalhado em projeto básico e executivo.

3.3.2.1 Instalações elevatórias

Os preços das instalações elevatórias completas, incluindo obras civis e eletromecânicas, foram estimados em função das vazões médias a serem desenvolvidas em cada cenário. Portanto, os custos relativos a cada uma das vazões definidas são, conforme a equação a seguir, aderentes à faixa de vazão 50 até 500 l/s.

$$\text{Custo} = Q(\text{l/s}) \times 2450 \times \left(\frac{Q(\text{l/s})}{500} \right)^{-0,32}$$

$$\text{Custo atual} = \text{Custo (2010)} \times (1,00 + 0,50)$$

Nota: Esta equação foi desenvolvida pelo engenheiro Lineu A. de Almeida com base na média de preços das instalações elevatórias, de diversas vazões, contratadas pela Sabesp, com 1_o de junho de 2010 e considerado atualização monetária de 50% para recomposição de preços.

3.3.2.2 Linha de recalque e adutora por gravidade

Foram considerados variados tipos de escoramentos e uma porcentagem de asfalto para a definição dos preços médios de fornecimento e instalação das obras lineares, além de profundidade máxima das valas de até 2,50 m, conforme segue:

TABELA 27 – Estimativa de custos para obras lineares

| Diâmetro | Material | Tipos de Escoramentos | | | | | Asfalto extensão total | Preços médios (R\$/m) |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------|----------|-------|------------------------|-----------------------|
| | | Sem | Pontaletes | Descontínuo | Contínuo | Total | | |
| 50 | PVC | 0,80 | 0,17 | 0,03 | 0,00 | 100% | 40% | 86,67 |
| 75 | HD - K9 | 0,80 | 0,17 | 0,03 | 0,00 | 100% | 40% | 314,76 |
| 100 | HD - K9 | 0,70 | 0,25 | 0,05 | 0,00 | 100% | 40% | 340,34 |
| 150 | HD - K9 | 0,70 | 0,22 | 0,08 | 0,00 | 100% | 40% | 430,98 |
| 200 | HD - K9 | 0,40 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 100% | 40% | 563,14 |
| 250 | HD - K9 | 0,30 | 0,25 | 0,25 | 0,20 | 100% | 40% | 727,13 |
| 300 | HD - K9 | 0,10 | 0,10 | 0,40 | 0,40 | 100% | 40% | 883,37 |
| 400 | HD - K9 | 0,00 | 0,25 | 0,35 | 0,40 | 100% | 40% | 1.159,90 |
| 500 | HD - K9 | 0,00 | 0,15 | 0,35 | 0,50 | 100% | 40% | 1.541,20 |
| 600 | HD - K9 | 0,00 | 0,00 | 0,45 | 0,55 | 100% | 40% | 2.035,31 |
| 700 | HD - K9 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,60 | 100% | 40% | 2.761,35 |
| 800 | HD - K9 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,60 | 100% | 40% | 3.320,49 |
| 900 | HD - K9 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,65 | 100% | 40% | 3.861,69 |
| 1.000 | HD - K9 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,70 | 100% | 40% | 4.420,61 |

Nota: Os preços desenvolvidos estão fundamentados com base na média de preços de diversas obras lineares, contratadas pela Sabesp, com I₀ de junho de 2010 e considerada uma atualização monetária 50% para recomposição de preços.

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

3.3.3 RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

Os preços dos reservatórios de distribuição foram considerados em função das vazões médias a serem desenvolvidas em cada cenário. Assim, os custos são, conforme a equação a seguir, aderentes para volumes variando de 100 m³ até 2.000 m³.

$$Custo(2010) = [Volume \times 448 \times \left(\frac{Volume}{500}\right)^{-0,37} + (Volume)^{1,465}]$$

$$Custo\ atual = Custo\ (2010) \times (1,00 + 0,50)$$

Nota: Esta equação foi desenvolvida pelo engenheiro Lineu A. de Almeida com base na média de preços de diversos reservatórios, de diversos volumes, contratados pela Sabesp, com I₀ de junho de 2010 e considerada uma atualização monetária de 50% para recomposição de preços.

3.4 ESTIMATIVAS DE OPEX

3.4.1 ENERGIA ELÉTRICA

O insumo energia elétrica é fator de grande influência sobre a composição de custos. Sendo assim, realizou-se levantamento das tarifas de distribuição das diversas fornecedoras e buscou-se um valor médio, de forma a não restringir a avaliação a uma reduzida área de atuação. Além disso, com base no valor médio utilizado no trabalho e o adotado em cada região, pode-se ponderar, de forma mais precisa, o custo da energia.

Foram utilizadas tarifas praticadas pelas principais distribuidoras das regiões Sudeste e Centro-Oeste para classe industrial, a valores de outubro de 2015 com reajuste para abril de 2016.

TABELA 28 – Valores utilizados para composição de tarifa média de energia elétrica

| Distribuidora | Tarifa (R\$/MWh) |
|---|------------------|
| ECELSEA | 454,62 |
| CPFL Sta. Cruz | 454,22 |
| CEMIG | 445,72 |
| CPFL Paulista | 437,95 |
| Energisa MS | 430,35 |
| Energisa MG | 430,24 |
| ELEKTRO | 427,24 |
| CPFL - Piratininga | 419,77 |
| COPEL | 412,27 |
| Vale do Parapanema | 400,08 |
| Caiua | 397,59 |
| Light | 395,76 |
| CPFL Leste Paulista | 390,30 |
| CPFL Mococa | 390,28 |
| Bandeirante | 388,32 |
| Bragantina | 385,04 |
| Eletropaulo | 378,04 |
| CPFL Sul Paulista | 365,66 |
| Média | 411,30 |
| Revisão Tarifaria de abr. 2016 | 6,560% |
| Média corrigida para o período abril/16 | 438,28 |

Fonte: páginas das concessionárias. Tarifas vigentes em outubro de 2015.

Portanto, adotou-se, para estimativa dos custos com energia elétrica, valor de **R\$ 0,43828/kWh**.

3.4.2 ADAPTAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE LODOS ATIVADOS

Com base nos dados de vazões e respectivos custos unitários de O&M (tabela Tabela 29), exceto gastos de energia elétrica, é gerado o gráfico mostrado na Figura 20 com a respectiva equação de aderência aos dados fornecidos.

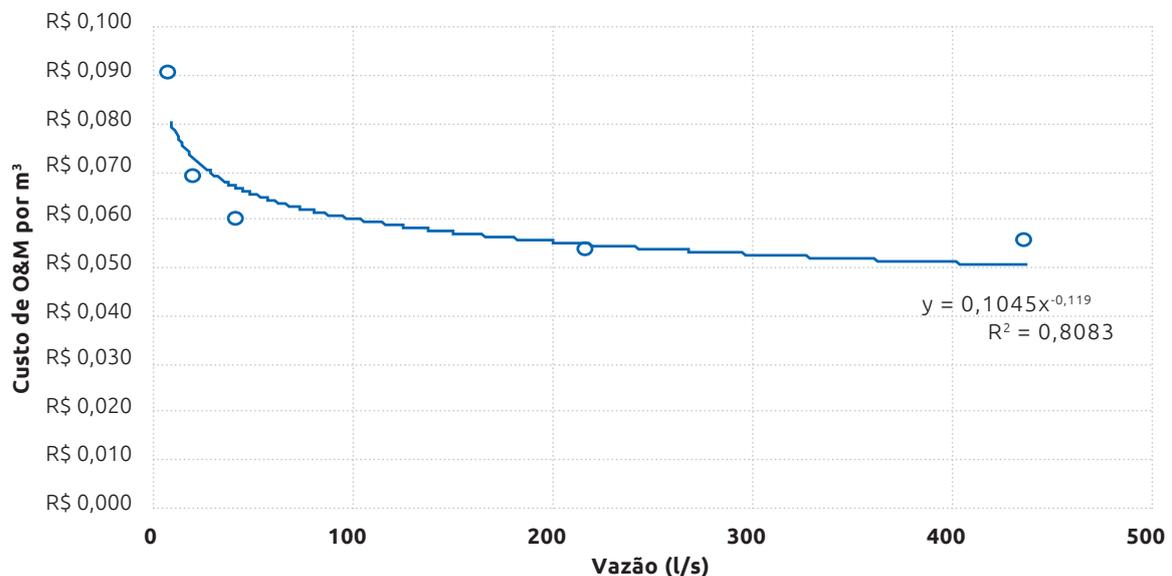
TABELA 29 – Dados de base para estimativa de Opex em função da vazão

| | | | | | |
|--|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Vazão L/s | 8,76 | 21,90 | 43,81 | 219,04 | 438,08 |
| Vazão (m³/d) | 757,00 | 1.892,50 | 3.785,00 | 18.925,00 | 37.850,00 |
| Vazão (m³/ano) | 276.305 | 690.763 | 1.381.525 | 6.907.625 | 13.815.250 |
| Opex (R\$/ano) | R\$ 298.368 | R\$ 570.096 | R\$ 985.680 | R\$ 4.406.256 | R\$ 9.116.208 |
| R\$/m³ | 1,08 | 0,83 | 0,71 | 0,64 | 0,66 |
| Valor de reposição de membranas | R\$ 53.280 | R\$ 133.200 | R\$ 266.400 | R\$ 1.297.368 | R\$ 2.586.744 |

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

O gráfico abaixo dispõe a correlação entre vazão (l/s) e Opex (R\$/m³) a partir dos dados da Tabela 29, bem como apresenta a curva de tendência e sua respectiva aderência (coeficiente de determinação, R²).

FIGURA 20 – Gráfico dos custos de operação e manutenção correspondentes à adaptação de ETES existentes para produzir água de reúso (R\$/m³)



Fonte: adaptado de CNI (2017).

A curva de custo unitário de O&M adotada é:

$$\text{Custo Unitário ETAR O\&M (R\$/m}^3) = 0,1045 \times [Q(l/s)]^{-0,119}$$

Nota: Para cada cenário, de acordo com o porte, a O&M da estação será variável composta pelo consumo de produtos químicos, da manutenção propriamente dita e dos custos de pessoal.

O consumo de energia elétrica foi considerado à parte, com valor fixo de **1,10 KWh/m³ tratado**.

3.4.3 SISTEMA ELEVATÓRIO

Os custos de operação do sistema elevatório foram estimados a partir das seguintes premissas:

- Salário mais encargos para um empregado = R\$ 2.500/mês;
- Verba para manutenção = R\$ 0,01 /m³ bombeado;
- O custo total mensal em função da potência instalada necessária para cada cenário e da vazão bombeada.

Nota: Para cada cenário, de acordo com o porte, a O&M da estação elevatória será variável e os custos de pessoal será considerado fixo. O consumo de energia elétrica está considerado a parte.

Assumiu-se necessidade de um empregado para operar e manter a estação elevatória e correr as linhas adutoras para executar manobras, revisar peças e acessórios e manter limpas as áreas e faixas das adutoras e reservatório de distribuição.

3.5 PLANO DE NEGÓCIO

Considerou-se para avaliação do plano de negócio período de exploração dos serviços de projetos associados de água de reúso de trinta anos.

- A taxa de atratividade definida em **12% aa**;
- Demais impostos com alíquotas normais: PIS/COFINS **9,25%** e I.R e CSLL de **34%**;
- Des considerados impostos do tipo ISS;
- A taxa de contribuição para agência reguladora estimada em **0,5%**;
- A depreciação considerada em trinta anos, e a execução integral das obras se dará no primeiro ano e a operação inicia-se a partir do segundo ano.

Os custos estimados para cada um dos oito cenários levam em consideração aplicação de tarifa que iguala a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto à taxa de atratividade considerada, resultando em o Valor Presente Líquido (VPL) igual a zero. Também se considerou que toda a água de reúso será vendida. Neste caso, o *payback* será de trinta

anos e o ganho da empresa que explorará o serviço da água de reúso terá o ganho de capital de 12% a.a. igual à taxa de atratividade.

Nota: Caso a tarifa média praticada seja superior ao custo calculado, a TIR do projeto será superior à taxa de atratividade, o VPL do projeto será positivo e o plano de negócio será mais atrativo aos investidores, tendo sua viabilidade melhorada.

3.6 RESULTADOS

Os valores de **Capex** (investimento total, incluindo a adaptação das ETEs de lodos ativado e as linhas de adução com recalque e reservatórios de distribuição) apresentado a seguir se referem aos investimentos no ano 1, enquanto as reposições estão consideradas ao longo do tempo.

Observação: Os custos a seguir, nos diversos cenários, não incluem o preço por m³ fornecido do efluente da planta de tratamento de esgotos por lodos ativados. Para estimar o custo total final considerando-se essa etapa, o valor deverá ser somado aos valores estimados neste estudo.

Os custos estimados por cenário foram divididos conforme o comprimento total da linha de distribuição, sendo:

- **Alternativa A:** linha de recalque 4,0 km e linha por gravidade 5,0 km;
- **Alternativa B:** linha de recalque 8,0 km e linha por gravidade 5,0 km.

Portanto, cada alternativa engloba quatro cenários distintos, conforme tabela abaixo.

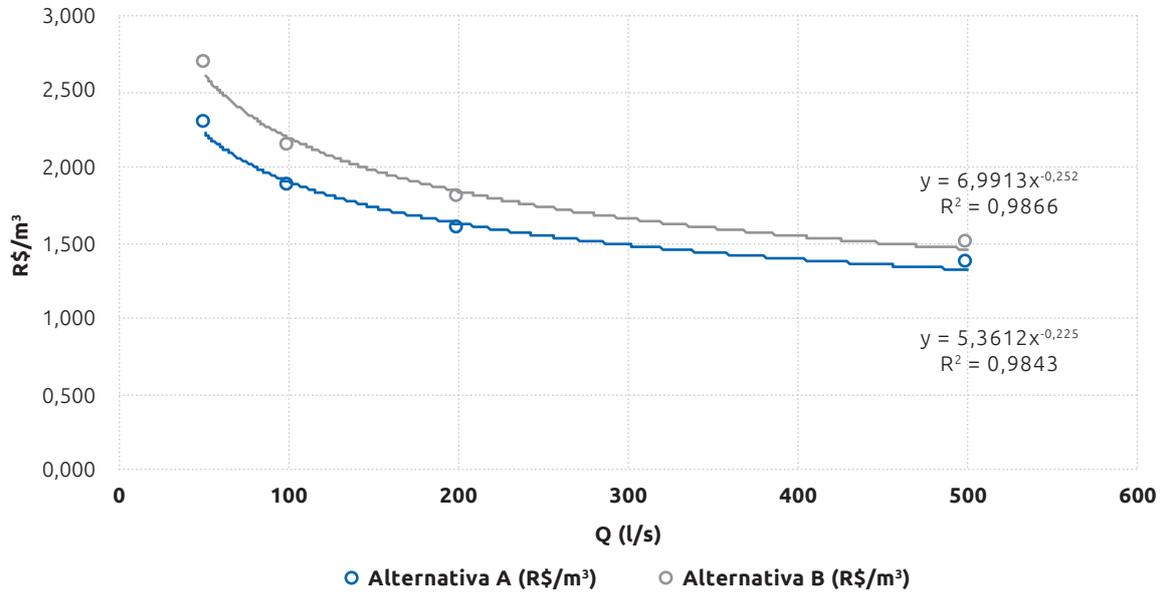
TABELA 30 – Custos estimados relativos ao sistema de reúso completo

| Vazão (l/s) | Alternativa A (R\$/m ³) | Alternativa B (R\$/m ³) |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 50 | 2,283 | 2,682 |
| 100 | 1,866 | 2,142 |
| 200 | 1,586 | 1,794 |
| 500 | 1,357 | 1,496 |

Fonte: CNI (2017).

O gráfico abaixo dispõe a correlação entre vazão (l/s) e custos totais (R\$/m³) a partir dos dados da Tabela 30, bem como apresenta a curva de tendência e sua respectiva aderência (coeficiente de determinação, R²) para cada uma das alternativas.

FIGURA 21 – Gráfico dos custos estimados relativos ao sistema de reúso completo



Fonte: CNI (2017).

As equações de custos estimadas em **R\$/m³** e para cada uma das alternativas nos intervalos de vazões estudadas são apresentadas a seguir:

Alternativa A: $Custo = 5,361 \times [Q]^{-0,225}$

Alternativa B: $Custo = 6,9913 \times [Q]^{-0,252}$

3.7 RESUMO E COMENTÁRIOS

Abaixo é apresentado o resumo dos resultados obtidos das estimativas de Capex e Opex do sistema completo de reúso para cada vazão considerada e para as alternativas de adutoras com as respectivas unidades de recalque e reservatórios de distribuição.

TABELA 31 – Resumo dos custos estimados de Capex e Opex para os cenários propostos

| Cenário (l/s) | Linha de distribuição | | | Reservatório de distribuição (m³) | Capex (R\$) | Opex (R\$/ano) | Custo (R\$/m³) |
|---------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|----------------|
| | Trecho de recalque (km) | Trecho por gravidade (km) | Comprimento total (km) | | | | |
| 50 | 4 | 5 | 9 | 500 | 11.670.950 | 1.095.265 | 2,283 |
| | 8 | | 13 | | 14.579.468 | 1.148.949 | 2,682 |
| 100 | 4 | 5 | 9 | 1000 | 16.579.354 | 2.199.339 | 1,866 |
| | 8 | | 13 | | 20.112.851 | 2.358.622 | 2,142 |
| 200 | 4 | 5 | 9 | 1500 | 25.808.257 | 4.109.659 | 1,586 |
| | 8 | | 13 | | 31.973.075 | 4.205.003 | 1,794 |
| 500 | 4 | 5 | 9 | 2000 | 44.991.535 | 10.468.610 | 1,357 |
| | 8 | | 13 | | 53.132.787 | 11.003.443 | 1,496 |

Fonte: CNI (2017).

Os valores estimados e resumidos na tabela acima contemplam os custos “B”, “C” e “D” (vide Figura 18). O custo “A”, relativo à compra de efluente secundário, dependerá de fatores de arranjo institucional, contrato de vazões e regulação da qualidade. Mesmo que se trate de um efluente ainda a ser submetido a tratamento, é fundamental que haja segurança nas quantidades e qualidades fornecidas à produção de água industrial, permitindo a constância no fornecimento do produto às indústrias. Dessa maneira, é importante que o efluente secundário seja entendido como objeto sujeito a regulação contratual.

Torna-se evidente que o valor por m³ decresce conforme aumentam as vazões tratadas, tornando sistemas de 500 l/s economicamente mais viáveis que os de 50 l/s, por exemplo. Ao mesmo tempo, o custo, assim como é esperado, aumenta significativamente com o acréscimo de distância de distribuição da água, o que pode ser observado pelo distanciamento entre as curvas das alternativas “A” e “B”. As equações de curva exponenciais da correlação vazão x R\$/m³ podem ser utilizadas para interpolações e consequente determinação do resultado da função para valores intermediários não previstos neste estudo. A lógica aplicada poderá também ser expandida para outras vazões e considerações iniciais (distâncias, capacidades de reserva etc.), chegando-se a novas curvas e equações e, consequentemente, modelagens distintas.



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos.** Brasília: ANA, 2017a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas.** Brasília: ANA, 2017b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas.** Documentação complementar. Brasília: ANA, 2017c. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuiid=1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Programa de consolidação do pacto nacional pela gestão das águas (PROGESTÃO).** 2017d. Disponível em: <http://progestao.ana.gov.br>. Acesso em 02 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Shapefiles com outorgas estaduais e federais vigentes (REGLA): ano base 2016.** Disponibilizado diretamente pela ANA. Brasília: ANA, 2018a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): balanço hídrico quantitativo.** 2018b. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/aceso-tematico/balanco-hidrico>. Acesso em: 05 jun. 2018.

BRASIL. Ministério do trabalho. **Microdados RAIS e CAGED.** Brasília: MT, 2017a. Disponível em: <ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados/>. Acesso em 2 de outubro de 2017.

BRASIL. Ministério do trabalho. **RAIS: dados estaduais.** Brasília: MT, 2017b. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/rais>. Acesso em 2 de outubro de 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Perfil da indústria nos estados 2014.** Brasília: CNI, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Reúso de efluentes: metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial.** Brasília: CNI, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Brasil em síntese: cidades.** 2017a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 24 out. 2017a.

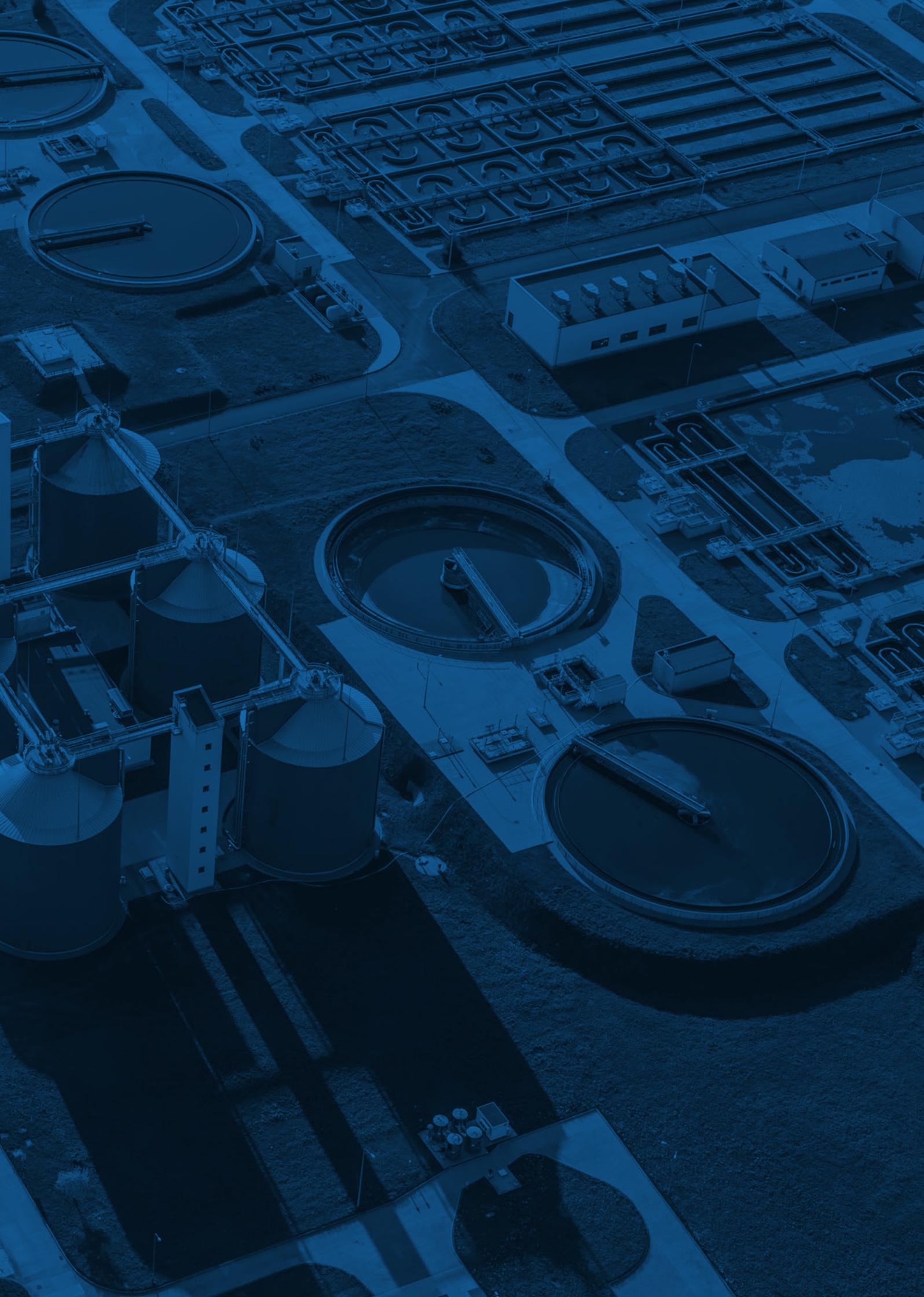
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PIB dos municípios brasileiros**. 2017b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: 28 set. 2017b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **CNAE20_EstruturaDetalhada**. 2017c. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/images/concla/downloads/revisao2007/PropCNAE20/CNAE20_EstruturaDetalhada.xls>. Acesso em: 29 set. 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **Microdados RAIS e CAGED**. 2017a. Disponível em: <<ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados/>>. Acesso em: 2 out. 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **RAIS: dados estaduais**. 2017b. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/rais>>. Acesso em: 2 out. 2017.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO MINISTÉRIO DAS CIDADES - SNSA/MCIDADES. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgoto: 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-eesgotos/diagnostico-ae-2016>. Acesso em: 14 jun. 2018.



ANEXO A - RESULTADOS POR ETE

| Cód. ETE (ANA) | Cód. município | Município | ETE | Qr (l/s) | Processo | Latitude | Longitude | Qout (l/s) | Nº out | Qout/ Qr |
|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------------------|----------|----------------------------------|--------------|------------|------------|--------|----------|
| 5008 | 2507507 | JOÃO PESSOA | ETE PÓLO DE TRATAMENTO DO BAIXO ROGER | 765,6 | Preliminar/ primário | -7,101532 | -34,877505 | 160,68 | 46 | 0,21 |
| 688 | 2504009 | CAMPINA GRANDE | ETE CAMPINA GRANDE | 643,7 | Lagoas | -7,280456 | -35,929314 | 4,68 | 4 | 0,01 |
| 693 | 2507507 | JOÃO PESSOA | ETE PÓLO DE TRATAMENTO DE MANGABEIRA | 358,1 | Lagoas | -7,18687 | -34,83425 | 375,71 | 59 | 1,05 |
| 691 | 2506301 | GUARABIRA | ETE GUARABIRA | 74,1 | Lagoas | -6,861651 | -35,482381 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 686 | 2503704 | CAJAZEIRAS | ETE CAJAZEIRAS | 38,9 | Outros | -6,900678001 | -38,545367 | 1,11 | 1 | 0,03 |
| 697 | 2510808 | PATOS | ETE PATOS | 31,7 | Lagoas | -7,007199 | -37,275072 | 3,78 | 3 | 0,12 |
| 694 | 2508307 | LAGOA SECA | ETE LAGOA SECA | 27,0 | UASB + polimento | -7,143871 | -35,852109 | 1,38 | 1 | 0,05 |
| 719 | 2507002 | ITAPORANGA | ETE IPORANGA | 17,6 | Lagoas | -7,301162 | -38,143213 | 0,09 | 1 | 0,01 |
| 699 | 2512507 | QUEIMADAS | ETE QUEIMADAS | 14,9 | Lagoas | -7,376031 | -35,905823 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 689 | 2504306 | CATOLÉ DO ROCHA | ETE CATOLÉ DO ROCHA | 14,3 | Lagoas | -6,348595 | -37,727161 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 723 | 2509701 | MONTEIRO | ETE MONTEIRO | 11,9 | Lagoas | -7,88928 | -37,102961 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 680 | 2500304 | ALAGOA GRANDE | ETE ALAGOA GRANDE | 11,2 | Lagoas | -7,041438 | -35,619991 | 0,63 | 1 | 0,06 |
| 745 | 2513406 | SANTA LUZIA | ETE SANTA LUZIA | 8,3 | Lagoas | -6,866364 | -36,926637 | 1,67 | 3 | 0,20 |
| 701 | 2515302 | SAPÉ | ETE SAPÉ | 5,7 | Lagoas | -7,093370002 | -35,153648 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 683 | 2501104 | AREIA | ETE 2 | 4,0 | Lagoas | -6,964155 | -35,693635 | 0,63 | 1 | 0,16 |
| 682 | 2501104 | AREIA | ETE 1 | 4,0 | Lagoas | -6,963706 | -35,693785 | 0,63 | 1 | 0,16 |
| 698 | 2511202 | PEDRAS DE FOGO | ETE PEDRAS DE FOGO | 2,8 | Lagoas | -7,39315 | -35,109839 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 695 | 2508901 | MAMANGUAPE | ETE MAMANGUAPE | 1,4 | Lagoas | -6,847233 | -35,104766 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 690 | 2505006 | CUBATI | ETE CUBATI | 1,2 | Lagoas | -6,865683 | -36,355322 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 687 | 2503753 | CAJAZEIRINHAS | ETE CAJAZEIRINHAS | 0,4 | Fossa séptica + filtro anaeróbio | -6,960519 | -37,802198 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| 743 | 2514651 | SÃO JOSÉ DO BREJO DO CRUZ | ETE SÃO JOSÉ DO BREJO DO CRUZ | 0,3 | Lagoas | -6,210015 | -37,348819 | 0,00 | 0 | 0,00 |

CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Diretoria de Relações Institucionais – DRI

Mônica Messenberg Guimarães
Diretora de Relações Institucionais

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

Davi Bomtempo
Gerente-Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade

José Quadrelli Neto
Percy Soares Baptista Neto
Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO

Ana Maria Curado Matta
Diretora de Comunicação

Gerência de Publicidade e Propaganda

Armando Uema
Gerente de Publicidade e Propaganda

André Dias
Produção Editorial

Diretoria de Serviços Corporativos – DSC

Fernando Augusto Trivellato
Diretor de Serviços Corporativos

Superintendência de Administração – SUPAD

Maurício Vasconcelos de Carvalho
Superintendente de Administração

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REÚSO DE ÁGUA - CIRRA

Ivanildo Hespanhol
Diretor Presidente

Bruno Nogueira Fukasawa
Lineu Andrade de Almeida
Luana Di Beo Rodrigues
Ivanildo Hespanhol
Virgínia Dias de Azevedo Sodre
Autores

Editorar Multimídia
Projeto Gráfico e Diagramação

Editorar Multimídia
Revisão gramatical

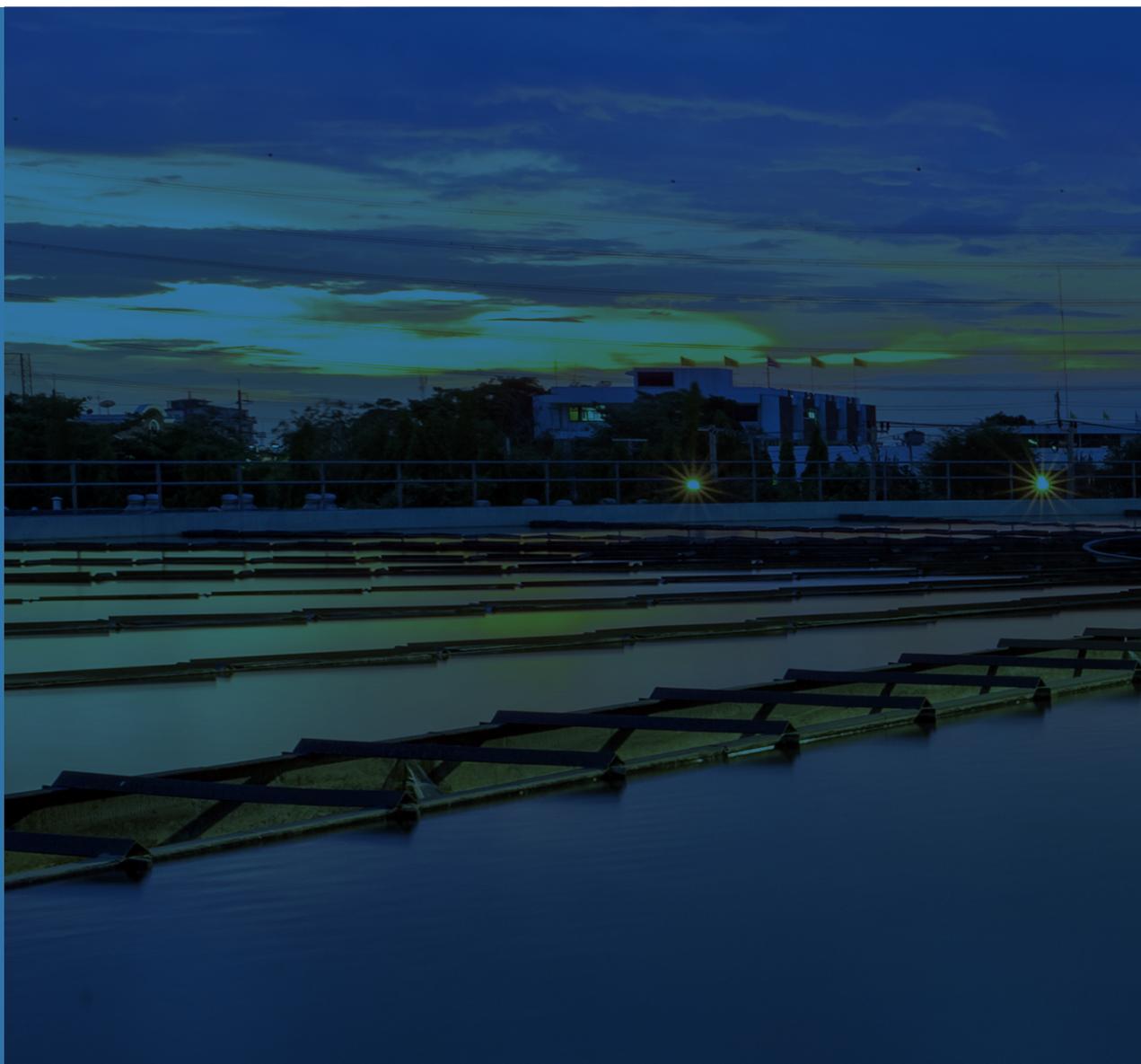
www.cni.org.br

[/CNIbr](https://www.facebook.com/CNIbr)

[/cni_br](https://twitter.com/cni_br)

[/cnibr](https://www.instagram.com/cnibr)

[/CNINacional](https://www.youtube.com/CNINacional)



Federação das Indústrias do Estado da Paraíba



Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA