



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA



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

Brasília  
2019



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

## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Paulo Afonso Ferreira*  
Presidente em exercício

### **Diretoria de Desenvolvimento Industrial**

*Carlos Eduardo Abijaodi*  
Diretor

### **Superintendência de Relações Públicas**

*Ana Maria Curado Matta*  
Superintendente de Relações Públicas

### **Diretoria de Educação e Tecnologia**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor

### **Diretoria de Políticas e Estratégia**

*José Augusto Coelho Fernandes*  
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 CNI/SP**

*Carlos Alberto Pires*  
Diretor

## **FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO - PE**

### **Diretor-Presidente**

*Ricardo Essinger*

### **1º Vice-Presidente**

*Alexandre José Valença Marques*

### **Diretores Vice-Presidentes**

*Aurélio Márcio Nogueira*  
*Renato Augusto Pontes Cunha*  
*Adenísio Lemos de Vasconcelos*  
*Anísio Bezerra Coelho*  
*João Sandoval da Silveira*  
*Massimo Giovanni Maschio Cadornin*  
*Dênis Sérgio Pereira de Sá*  
*Rafael Araújo de Souza Coelho*  
*Eduardo Carneiro Mota*  
*Hercílio Victor Neto*

### **1º Diretor Administrativo**

*Felipe José Bezerra Coêlho*

### **2º Diretor Administrativo**

*Francisco Ricardo Heráclio do Rêgo*

### **1º Diretor Financeiro**

*Bruno Salvador Veloso da Silveira*

### **2º Diretor Financeiro**

*Hugo Gonçalves de Souza*

### **Delegados Representantes - Efetivos**

*Ricardo Essinger*  
*Jorge Wicks Côte Real*

### **Delegados Representantes - Suplentes**

*Armando de Queiroz Monteiro Neto*  
*Felipe José Bezerra Coêlho*

### **Diretores Adjuntos**

*Paulo Pereira dos Santos Filho*  
*Caroline Moura Souto Maior Peixoto*  
*Celso Maia Duarte*  
*Maria de Fátima Borges Pereira Salazar*  
*Geraldo João Pereira dos Santos*  
*Oséas Omena Ribeiro Sobrinho*  
*Minarte Figueiredo Barbosa*  
*José Oliveira Borba Pacífico*  
*Pedro Paulo Medeiros Moares*  
*Otiniel Gerônimo Barbosa*  
*Murilo Medeiros Marinho Mendes*  
*Fernando Carlos de Albuquerque Teixeira*  
*Gilberto Duque de Souza Filho*  
*Luiz Arnaldo von Beckerath Grimaldi*  
*Milton dos Reis Gomes*  
*Marcos Ramos Cabral*

### **Conselho Fiscal - Efetivos**

*Airton Tenório de Albuquerque*  
*Samoel José Gomes da Silva*  
*Edgar Wanderley*

### **Conselho Fiscal - Suplentes**

*João D'Arru Monteiro Costa*  
*Carlos Albérico Bezerra*  
*Sebastião Pontes da Silva Filho*

### **Diretoria da Unidade Regional Agreste**

*Amaury Anderson Dias Porto*  
*João Bezerra da Silva Filho*

### **Diretoria da Unidade Regional Sertão do São Francisco**

*Albânio Ferreira do Nascimento*  
*Huberto Mendes Costa*

### **Diretoria da Unidade Regional Sertão do Araripe**

*Francisco Alves*  
*Meton Carvalho*



*Confederação Nacional da Indústria*

**PELO FUTURO DA INDÚSTRIA**

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

© 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

---

C748a

Confederação Nacional da Indústria.

Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado de Pernambuco / Confederação Nacional da Indústria, Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco – Brasília : CNI, 2018.

117 p. : il.

ISBN: 978-85-7957-216-6

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](mailto:sac@cni.org.br)



## 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-piloto<sup>1</sup> 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 km<sup>2</sup> 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 estados do 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.

Neste momento, temos a satisfação de apresentar os resultados obtidos em Pernambuco. 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.

**Confederação Nacional da Indústria (CNI)**

---

*1 Reuso 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/>*





## APRESENTAÇÃO

Esta publicação - “Reuso de Efluentes para Abastecimento Industrial: Avaliação da Oferta da Demanda no Estado de Pernambuco” -, é o estudo mais atual e mais detalhado sobre estações de tratamento de esgoto (ETEs) já feito na Região, candidato a ser referência para qualquer investimento que se queira fazer no caminho certo do uso criterioso da água.

Pelo que ele representa, a Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco - FIEPE, sente-se orgulhosa e inteiramente recompensada por se associar à Confederação Nacional da Indústria nesse trabalho de significativa importância para o crescimento sadio e sustentável, do abastecimento da água, seu uso e reuso.

Não apenas pelo que ele revela em termos de investimentos prósperos para nosso desenvolvimento socioeconômico. Mas, e principalmente, pelo roteiro que mostra, indispensável à convivência saudável com o ambiente, usando e reusando o bem maior que a natureza proporcionou à vida e ao planeta Terra.

A água é vida. Está presente na maior parte do nosso planeta, nos organismos vivos. A água é tudo, mas não é infinita. As ameaças que o crescimento desorganizado vem impondo ao planeta, vão ficando cada vez mais preocupantes e distante de soluções imediatas.

Em compensação, a conscientização desse problema universal aponta para o caminho equilibrado e saudável, fundamental para que a vida continue presente na Terra.

Quando assumi a Presidência da FIEPE, em 2016, enfatizei os compromissos com as questões ambientais, reiterando a preocupação da entidade e reafirmando que, na atualidade, não há nação, empresa ou associação que possa crescer indiferente aos problemas sociais do seu entorno e do meio ambiente, ao uso da água das mais variadas maneiras e à problemática do saneamento.

A questão não era nova. Desde a gestão Armando Monteiro Neto (1992/ 2004), a Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco criou o Conselho Temático de Meio Ambiente (CONTEMA), presidido até hoje pelo Empresário e Engenheiro Químico Anísio Coelho, com a finalidade de amparar projetos e discutir as questões ambientais no Estado, facilitando o acesso do setor indústria na busca de soluções junto aos órgãos públicos e iniciativa privada.

O problema é particularmente dramático na nossa região nordestina, vítima permanente das cíclicas secas, de uma secular cultura alheia à preservação ambiental ditada pela pobreza, pela ausência dos poderes público e falta de uma política federativa de inclusão do Nordeste no mapa do desenvolvimento nacional.

Daí, a importância desse estudo, oportuno leque que se abre para transformar graves problemas em bem-vindas soluções.

**Ricardo Essinger**

Presidente da Federação das Indústrias de Pernambuco

# LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SOLICITAÇÃO DE DADOS.....	18
TABELA 2 - FILTRO DE DADOS – OUTORGAS DA ANA.....	20
TABELA 3 - AGRUPAMENTO DE PROCESSOS DE TRATAMENTO .....	23
TABELA 4 - SEÇÕES CNAE 2.0 CONTEMPLADAS NO ESTUDO.....	27
TABELA 5 - FONTES DE DADOS – SÍNTESE .....	29
TABELA 6 - PRINCIPAIS INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E COLETA/TRATAMENTO DE ESGOTOS DO ESTADO DE ACORDO COM SNIS 2015 .....	33
TABELA 7 - FONTE DE DADOS – DEMANDAS .....	37
TABELA 8 - FILTRO DE DADOS – OUTORGAS DA APAC (ÁGUAS SUPERFICIAIS) .....	38
TABELA 9 - FILTRO DE DADOS – OUTORGAS DA APAC (SUBTERRÂNEAS) .....	41
TABELA 10 - NÚMERO DE OUTORGAS E VAZÕES OUTORGADAS .....	45
TABELA 11 - PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO OUTORGADA DE CAPTAÇÃO INDUSTRIAL.....	46
TABELA 12 - DUAS MAIORES OUTORGAS DE CAPTAÇÃO INDUSTRIAL NO ESTADO.....	47
TABELA 13 - VALORES DE CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CRH N° 04/2003 DE PERNAMBUCO .....	48
TABELA 14 - DISTRIBUIÇÃO DAS OUTORGAS POR FONTE.....	49
TABELA 15 - OUTORGAS INDUSTRIAIS POR DIVISÃO DA CNAE 2.0.....	50
TABELA 16 - FONTE DE DADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS .....	51
TABELA 17 - ETES E VAZÕES DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	52
TABELA 18 - ETES EXISTENTES POR VAZÃO E PROCESSO .....	53
TABELA 19 - DEZ PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO .....	54
TABELA 20 - DEZ PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR PROCESSO .....	55
TABELA 21 - DEZ PRINCIPAIS ETES DO ESTADO POR MUNICÍPIO, VAZÃO E PROCESSO .....	57
TABELA 22 - PIB INDUSTRIAL E VARIAÇÃO (2002-2014) POR MUNICÍPIO .....	58
TABELA 23 - NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO .....	59
TABELA 24 - PRINCIPAIS DIVISÕES DA CNAE 2.0 EM NÚMEROS DE EMPREGOS .....	59
TABELA 25 - DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGOS POR DIVISÃO DA CNAE 2.0 E MUNICÍPIO .....	62
TABELA 26 - NÚMERO DE ETES POR FAIXA DE VAZÃO INDUSTRIAL OUTORGADA NAS PROXIMIDADES.....	64

TABELA 27 - 20 MAIORES ETES E VAZÕES OUTORGADAS .....	65
TABELA 28 - ETES COM AS 20 MAIORES VAZÕES OUTORGADAS NO ENTORNO .....	66
TABELA 29 - DEMANDA INDUSTRIAL E TRATAMENTO DE ESGOTO AGREGADOS POR MUNICÍPIO.....	73
TABELA 30 - $Q_{OUT}$ E TRATAMENTO DE ESGOTO AGREGADOS POR MUNICÍPIO .....	82
TABELA 31 - CENÁRIOS PARA ESTIMATIVAS DE CUSTOS.....	89
TABELA 32 - DADOS DE BASE PARA ESTIMATIVA DE CAPEX EM FUNÇÃO DA VAZÃO .....	90
TABELA 33 - ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA OBRAS LINEARES.....	93
TABELA 34 - VALORES UTILIZADOS PARA COMPOSIÇÃO DE TARIFA MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA .....	94
TABELA 35 - DADOS DE BASE PARA ESTIMATIVA DE OPEX EM FUNÇÃO DA VAZÃO.....	95
TABELA 36 - CUSTOS ESTIMADOS RELATIVOS AO SISTEMA DE REÚSO COMPLETO .....	98
TABELA 37 - RESUMO DOS CUSTOS ESTIMADOS DE CAPEX E OPEX PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS .....	100

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DE CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DE $Q_R$ (VAZÃO DE REFERÊNCIA) DAS ETES .....	25
FIGURA 2 - MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR CONCEDENTE .....	45
FIGURA 3 - MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO.....	46
FIGURA 4 - MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO E TOTALIZAÇÃO POR MUNICÍPIO.....	47
FIGURA 5 - MAPA DAS ETES EXISTENTES POR VAZÃO .....	53
FIGURA 6 - MAPA DAS ETES EXISTENTES POR PROCESSO DE TRATAMENTO ADOTADO .....	56
FIGURA 7 - MAPA DAS ETES EXISTENTES POR PROCESSO E ATENDIMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS POR MUNICÍPIO .....	56
FIGURA 8 - MAPA DO NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS E PIB INDUSTRIAL POR MUNICÍPIO.....	60
FIGURA 9 - MAPA DO NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS E PARTICIPAÇÃO DAS CINCO PRINCIPAIS DIVISÕES DA CNAE 2.0 NO ESTADO .....	61
FIGURA 10 - MAPA COM RAIO DE 10 KM EM TORNO DAS ETES EXISTENTES E OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO.....	63
FIGURA 11 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES E ATENDIMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS POR MUNICÍPIO .....	68
FIGURA 12 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES E ATENDIMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS POR MUNICÍPIO – PRINCIPAIS REGIÕES.....	68
FIGURA 13 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES E BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO POR MICROBACIA .....	69
FIGURA 14 - MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES E BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO POR MICROBACIA – PRINCIPAIS REGIÕES .....	70
FIGURA 15 - MAPA DE AGRUPAMENTO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DAS ETES POR MUNICÍPIO.....	81
FIGURA 16 - CUSTOS PRIMÁRIOS E MARGINAIS ASSOCIADOS AO REÚSO .....	86
FIGURA 17 - GRÁFICO DOS CUSTOS DE CAPITAL CORRESPONDENTES À ADAPTAÇÃO DE ETES EXISTENTES PARA PRODUÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO ( $R\$/M^3$ ) .....	90
FIGURA 18 - GRÁFICO DOS CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO CORRESPONDENTES À ADAPTAÇÃO DE ETES EXISTENTES PARA PRODUZIR ÁGUA DE REÚSO ( $R\$/M^3$ ) .....	96
FIGURA 19 - GRÁFICO DOS CUSTOS ESTIMADOS RELATIVOS AO SISTEMA DE REÚSO COMPLETO.....	99



# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1 METODOLOGIA.....	17
1.1 ASPECTOS GERAIS.....	17
1.2 DEMANDAS INDUSTRIAIS.....	19
1.3 OFERTAS DE ESGOTO TRATADO.....	22
1.3.1 Processos de tratamento.....	22
1.3.2 Vazão de referência (Q <sub>r</sub> ).....	24
1.3.3 Coordenadas geográficas.....	25
1.4 INDÚSTRIA.....	26
1.5 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES.....	27
1.6 FONTES DE DADOS – SÍNTESE.....	28
2 PERNAMBUCO.....	31
2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESTADO.....	31
2.1.1 Disponibilidade hídrica, saneamento básico e indústria.....	31
2.1.2 Legislação.....	33
2.1.3 Iniciativas de reúso.....	35
2.2 REUNIÕES PRESENCIAIS E SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	36
2.3 IDENTIFICAÇÃO DAS DEMANDAS INDUSTRIAIS.....	37
2.4 IDENTIFICAÇÃO DAS OFERTAS.....	51
2.5 PERFIL DA INDÚSTRIA.....	57
2.6 OPORTUNIDADES DE REÚSO.....	63
2.7 ANÁLISE E COMENTÁRIOS.....	70
2.7.1 Agrupamento por município.....	72
3 CUSTOS ATRIBUÍDOS A SISTEMAS DE REÚSO.....	85
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	85
3.2 CONCEPÇÃO DO PROJETO GENÉRICO.....	87
3.3 ESTIMATIVAS DE CAPEX.....	89
3.3.1 Adaptação das estações de tratamento de lodos ativados.....	89
3.3.2 Sistema elevatório e obras lineares.....	91
3.3.3 Reservatórios de distribuição.....	93
3.4 ESTIMATIVAS DE OPEX.....	94
3.4.1 Energia elétrica.....	94
3.4.2 Adaptação das estações de tratamento de lodos ativados.....	95
3.4.3 Sistema elevatório.....	96
3.5 PLANO DE NEGÓCIO.....	97
3.6 RESULTADOS.....	98
3.7 RESUMO E COMENTÁRIOS.....	99
REFERÊNCIAS.....	103
ANEXO A – RESULTADOS POR ETE.....	107







## INTRODUÇÃO

A segunda etapa do estudo **Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado de Pernambuco** contempla avaliações mais profundas de cinco estados brasileiros selecionados na primeira etapa, a saber: Ceará, Rio Grande do Norte, Espírito Santo, Pernambuco e Paraíba<sup>1</sup>. A seleção dos estados foi realizada pela Confederação Nacional da Indústria (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)<sup>2</sup>, 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 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 supramencionados, o estado de Pernambuco.

<sup>1</sup> O estudo do estado da Paraíba, ainda, está em fase de refinamento de dados e elaboração.

<sup>2</sup> 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/>>. Acesso em: 7 jun. 2017.





# 1 METODOLOGIA

## 1.1 Aspectos gerais

O estado de Pernambuco foi visitado pela equipe de consultoria em abril 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.

A seguir constam os principais órgãos contatados no estado de Pernambuco, a forma de solicitação de informações (se necessária) e o formato dos dados cedidos.

Tabela 1 - Solicitação de dados

Órgão	Informação requerida	Solicitação	Formato de dados
Apac	Dados de outorgas	Pessoal	xls
Compesa	Dados de ETEs	Pessoal/ofício	xls

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

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

Há de se destacar que, entre o ato da solicitação de informações e o recebimento destas, por vezes transcorreu-se período de alguns meses, dado que nem sempre os órgãos possuíam os registros requeridos já organizados. Esse fato evidencia a importância e a dificuldade da elaboração de estudos que, como este, buscam dados primários para a realização de análises junto aos principais atores envolvidos no tema.

## 1.2 Demandas industriais

A identificação das demandas foi realizada por meio dos registros de outorgas de captação subterrâneas e superficiais concedidas por órgãos estaduais e pela Agência Nacional de Águas (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.

Em relação às outorgas da ANA, foi utilizado o banco de dados disponibilizado no *site* da agência<sup>3</sup>, o qual contempla todas as Unidades da Federação (UFs). Os dados e filtros aplicados para seleção das informações pertinentes seguem na Tabela 2. Os filtros aplicados às outorgas estaduais (Agência Pernambucana de **Águas** e Clima – Apac) constam do **item 3.3**.

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx>>. Acesso em: 7 jul. 2017.

Tabela 2 - Filtro de dados – outorgas da ANA

<b>Categoria</b>	<b>Universo de informações</b>	<b>Filtro aplicado</b>	<b>Utilizada?</b>
Número do processo	–	–	<b>N</b>
Código CNARH	Inscrição no CNARH	–	<b>N</b>
Declaração outorgada	–	–	<b>N</b>
Nome do requerente	Identificação do usuário	–	<b>S</b>
CPF/CNPJ	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Município	Nome do município	–	<b>S</b>
UF	Unidade da Federação	Pernambuco	<b>S</b>
Corpo hídrico	Corpo hídrico de captação ou lançamento	–	<b>N</b>
Região hidrográfica	Região hidrográfica	–	<b>S</b>
Finalidade principal	Abastecimento público, aquicultura, indústria, irrigação, criação de animais e outros	Indústria	<b>S</b>
Tipo de interferência	Captação, lançamento, uso não consuntivo	Captação	<b>S</b>
Latitude	Coordenadas geográficas	–	<b>S</b>
Longitude	Coordenadas geográficas	–	<b>S</b>
Resolução	Legislação pertinente	–	<b>N</b>
Data de publicação	–	–	<b>N</b>
Data de vencimento	–	Somente vigentes	<b>S</b>
Categoria	Status da outorga	Todos menos revogação, suspensão, indeferido, cancelamento e uso de pouca expressão	<b>S</b>

<b>Categoria</b>	<b>Universo de informações</b>	<b>Filtro aplicado</b>	<b>Utilizada?</b>
Volume anual	Volume anual outorgado em m <sup>3</sup>	–	<b>S</b>
Método de irrigação	–	–	<b>N</b>
Cultura irrigada	–	–	<b>N</b>
Vazão (l/s)	Vazão em l/s outorgada	–	<b>N</b>
Dias/mês	Dias por mês em que a captação é permitida	–	<b>N</b>
Horas/dia	Horas por dia em que a captação é permitida	–	<b>N</b>
Concentração de DBO (mg/l)	Informações relativas a outorgas de lançamento	–	<b>N</b>
Carga máxima de DBO (kg/dia)		–	<b>N</b>
Q indisponível DBO (m <sup>3</sup> /h)		–	<b>N</b>
Concentração de P (mg/l)		–	<b>N</b>
Carga máxima de P (kg/dia)		–	<b>N</b>
Q indisponível P (m <sup>3</sup> /h)		–	<b>N</b>
°C		–	<b>N</b>
Q indisponível T (m <sup>3</sup> /h)		–	<b>N</b>
URL		<i>Link para download da resolução de concessão de outorga para cada usuário</i>	–
Data de extração	Data de extração dos dados	–	<b>N</b>

Fonte: adaptado de ANA (2017b).

Ressalta-se que as outorgas da ANA apresentam valores de volume anual (m<sup>3</sup>) e vazões (l/s), estas com especificação de horas/dia e dias/mês para captação. Foi utilizado, para obtenção de vazão média ao longo do ano, o volume anual dividido pelo número de segundos do ano (86.400 s/dia x 365 dias/ano).

Em 2017, a ANA publicou o estudo **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos** (ANA, 2017a), que apresenta estimativas de vazões demandadas e consumidas pelo setor industrial por município e por classe da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (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 e pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). 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 ETEs, 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 UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). No entanto, o agrupamento tem como objetivo simplificar a categorização dos mais de 30 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 Tabela 3, em que estão listados os agrupamentos e os principais processos contemplados.

Tabela 3 - 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 condicionamento
	Decantação primária
	Tanque Imhoff
Outros	Não especificados/não informados

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

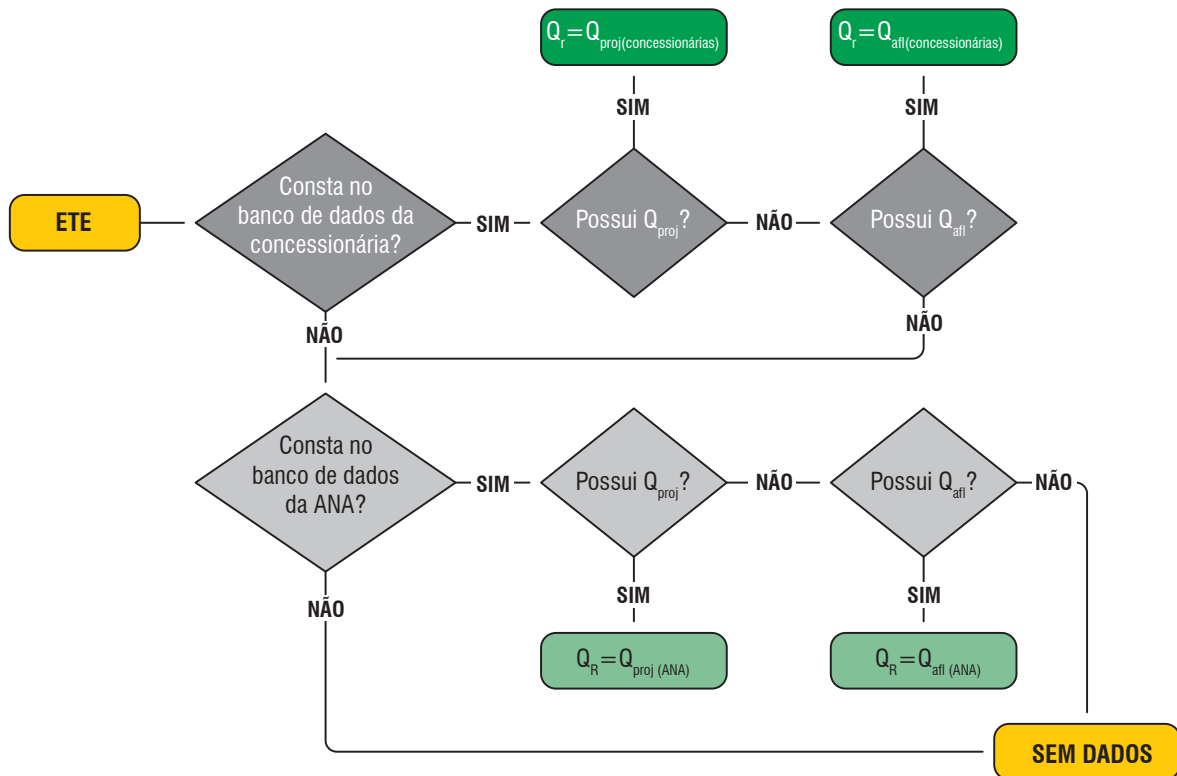
### 1.3.2 Vazão de referência ( $Q_r$ )

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 os seguintes critérios:

- 5) Foram utilizados, prioritariamente, os dados de vazão de projeto fornecidos pela concessionária.
- 6) Para ETEs que constam somente do 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 afluente é diferente de zero,  $Q_r = Q_{\text{afluente}}$ .
- 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 afluente 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.

### 1.3.3 Coordenadas geográficas

A utilização de dados de coordenadas seguiu critério análogo ao das vazões, com priorização de dados da Compesa. Na indisponibilidade destes, ou para ETEs que constam somente do banco de dados da ANA, foram utilizados dados da agência. Adicionalmente, algumas plantas da Compesa possuíam somente indicação de endereço, fazendo-se necessária, para fins de georreferenciamento, a obtenção de coordenadas via Google Earth®.

## 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 produto interno bruto (PIB) industrial de cada município. Buscou-se, junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (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:

- PIB dos municípios, do IBGE.
- Rais, Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Os dados de PIB dos municípios são disponibilizados na plataforma Sidra<sup>4</sup> (Sistema IBGE de Recuperação Automática), sendo possível a solicitação de envio de arquivos digitais das informações necessárias. Foram requeridos somente os dados referentes ao PIB total municipal (PIB 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 da Rais foram obtidos a partir do servidor *ftp* de microdados<sup>5</sup> do 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 da Rais por estado<sup>6</sup>. 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 (UFs). Adicionalmente, é apresentado somente o número de empregos industriais por seção da Cnae 2.0

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: 7 jul. 2017.

<sup>5</sup> Disponível em: <<ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados/>>. Acesso em: 7 jul. 2017.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://pdet.mte.gov.br/rais>>. Acesso em: 7 jul. 2017.

(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 MTE.

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

Tabela 4 - 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 coordenadas geográficas.
- 2) Georreferenciamento das ofertas de esgoto por ETE, considerando-se a  $Q_r$  (vazão de referência), tipo de tratamento e coordenadas geográficas.
- 3) Georreferenciamento, por município, do índice de atendimento de esgoto de acordo com informações do SNIS 2015.
- 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 2015 (SNSA/MCIDADES, 2016) 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 quanto das estações que possuem as maiores demandas industriais em seu entorno.

Todas as análises e produtos de geoprocessamento foram elaborados utilizando-se o *software* livre QGIS<sup>7</sup> 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.

<sup>7</sup> QGIS – Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Download disponível em: [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/](https://www.qgis.org/pt_BR/site/)>. Acesso em: 7 jul. 2017.

Tabela 5 - Fontes de dados – síntese

Grupo	Informações	Escala	Fonte	Complementação	Ano-base
Saneamento básico	Dados sobre ETEs	Por ETE	ANA (2016)	Banco de dados fornecido diretamente pela ANA	2013
		Por ETE	Concessionárias locais	Banco de dados fornecidos diretamente pelas concessionárias	2017
	Dados sobre produção e consumo de água e coleta e tratamento de esgotos	Por município	SNIS (SNSA/MCIDADES, 2016)	Ano-base 2015	2016
Indústria	Demanda industrial por água	Por ponto outorgado	ANA (2017b)	Para rios de domínio da União	2017
		Por ponto outorgado	Agências estaduais	Para mananciais (superficiais e subterrâneos) de domínio estadual	2017
		Por município	ANA (2017a)	Demanda hídrica por município	2017
	PIB industrial	Por município	IBGE (2017b)	PIB 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	Balço hídrico quantitativo	Por microbacia	ANA (2017d)	SNIRH	2017
Demografia e território	Dados demográficos e territoriais	Por município	IBGE (2017a)	–	2017
	Shapefiles para uso em SIG	Por unidade administrativa	IBGE e Geobank	–	–

Fonte: elaborado pelos autores (2018).







## 2 PERNAMBUCO

### 2.1 Caracterização geral do estado

#### 2.1.1 Disponibilidade hídrica, saneamento básico e indústria

Pernambuco é o sétimo estado mais populoso do Brasil com cerca de 8.800.000 habitantes o que corresponde a, aproximadamente, 4,6% da população brasileira (IBGE, 2017a), distribuída em 98.076 km<sup>2</sup>.

Apesar de ocupar apenas cerca de 3% do território estadual, a Região Metropolitana do Recife (RMF) concentra, aproximadamente, 42% da população pernambucana e é a região de maior importância econômica do estado, onde predominam atividades secundárias e terciárias. Além da questão econômica, essa região destaca-se por apresentar problemas associados à insuficiência na produção de água tratada, elevado percentual de perdas e desperdícios, sistema de esgotamento sanitário precário e poluição acentuada de alguns mananciais. (APAC, 2015)

O estado de Pernambuco está inserido nas Regiões Hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental e do São Francisco e, conforme estabelecido no Plano de Estadual de Recursos Hídricos, é dividido em

29 unidades de planejamento (UPs), sendo 13 correspondentes a bacias hidrográficas importantes como: Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú, Ipanema, Moxotó, Pajeú, Terra Nova, Brígida, Garças e Pontal, e 16 constituídas por grupos de bacias menores compostas por pequenos rios litorâneos e interiores. É o estado com a menor disponibilidade hídrica do país, igual a 1.320 m<sup>3</sup>/hab. ano (SRHE/PE, 2017).

De acordo com o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas – Progestão (ANA, 2017c), programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais para aplicação exclusiva em ações de gerenciamento de recursos hídricos da ANA, o estado de Pernambuco se enquadra na tipologia “C”, uma vez que apresenta:

Balanço 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, 2017c).

Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios de Pernambuco são operados pelas próprias prefeituras, por Sistemas Autônomos de Água e Esgoto (SAAEs) e pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa). A Compesa, empresa de capital misto, com fins de utilidade pública, tem como acionista majoritário o Governo do Estado, e é responsável por cerca de 93% dos sistemas de água e esgoto.

Dos municípios que recebem água tratada, 96 são abastecidos por mananciais superficiais ou mistos e 14 por mananciais subterrâneos e apenas 56 municípios possuem abastecimento de água satisfatório. Na Região Metropolitana do Recife, o abastecimento de água é bastante complexo devido à elevada demanda, pois nessa região estão concentradas 51% da população e grande parte das indústrias do estado.

Tabela 6 - Principais indicadores de abastecimento de água e coleta/tratamento de esgotos do estado de acordo com SNIS 2015

Código	Índice	Valor (%)
IN055	Índice de atendimento total de água	76,1
IN023	Índice de atendimento urbano de água	88,4
IN015	Índice de coleta de esgoto	27,4
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	27,1

Fonte: adaptado de SNSA/MCidades (2016).

De acordo com informações da própria Compesa, estão em andamento processos de licitação destinados ao estabelecimento de Parcerias Público-Privadas (PPPs) para expansão dos sistemas de esgotamento sanitário de 14 municípios da Região Metropolitana de Recife e da cidade de Goiânia, visando a expandir o atendimento de 30% para 90% até a conclusão dos projetos previstos.

Referentemente à indústria, o PIB industrial de Pernambuco é o 2º maior da região Nordeste e 12º do país, somando R\$ 21,2 bilhões em 2014. Os setores que possuem maior representatividade são o de extração de alimentos, produtos químicos e bebidas, os quais, juntos, representam 47% da indústria estadual (CNI, 2014).

### 2.1.2 Legislação

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

A **Lei nº 11.426, de janeiro de 1997**, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, considerando a água como um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. O principal objetivo desta lei é estabelecer diretrizes que assegurem à atual e às gerações futuras o acesso aos recursos hídricos, garantindo o desenvolvimento econômico e social, priorizando sempre o consumo humano.

A **Lei nº 12.984, de dezembro de 2005**, também dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e estabelece diretrizes para o enquadramento dos corpos hídricos, em classes, de acordo com os usos preponderantes.

A **Lei Estadual nº 14572/2011** estabelece normas para o uso racional e aproveitamento das águas pluviais e servidas nas edificações do estado de Pernambuco. Em seu artigo primeiro, estabelece-se como objetivo a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para às demandas de água nas edificações, além de enfatizar a conscientização dos usuários sobre a importância desse recurso para a vida.

Conforme estabelece o artigo 8º, as águas servidas, após serem submetidas a tratamento adequado, poderão atender às seguintes demandas:

- Rega de vegetação, exceto hortas.
- Descarga em vasos sanitários.
- Lavagem de calçadas.
- Combate a incêndios.

No artigo 9º, fica estabelecido o atendimento às normas sanitárias vigentes sempre que a prática de utilização de águas servidas for adotada a fim de:

- Evitar o consumo indevido, definindo sinalização de alerta padronizada a ser colocada em local visível junto ao ponto de água não potável e determinando os tipos de utilização admitidos para a água servida.
- Garantir padrões de qualidade da água apropriados ao tipo de utilização previsto, definindo os dispositivos, processos e tratamentos necessários para manutenção desta qualidade.
- Impedir a contaminação do sistema predial destinado à água potável, sendo terminantemente vedada qualquer comunicação entre este sistema de reaproveitamento, o sistema predial destinado à água potável e o sistema de abastecimento da concessionária.

**Lei nº 14.028, de março de 2010:** cria a Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac), entidade vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos, que tem por finalidade executar a Política Estadual de Recursos Hídricos e regular o uso da água através de diversas competências.

**Decreto nº 20.423, de 26 de março de 1998:** regulamenta a Lei nº 11.427, de 17 de janeiro de 1997, dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas.

**Decreto nº 38.752, de 22 de outubro de 2012:** estabelece procedimentos administrativos de fiscalização do uso de recursos hídricos no estado de Pernambuco, e dá outras providências, considerando a necessidade de regular e fiscalizar o uso dos recursos hídricos no estado de Pernambuco como forma de promover o seu uso racional, sua conservação e sua proteção, garantindo, de forma sustentável, o acesso democrático à água para todos os cidadãos e seus múltiplos usos.

### **2.1.3 Iniciativas de reúso**

O município de Toritama, Região Agreste de Pernambuco, é responsável por cerca de 15% da produção nacional de *jeans*, processo produtivo que requer grandes quantidades de água e produtos químicos, que, após serem utilizados no tingimento e preparo das peças, dão origem a um efluente com elevada carga poluidora. Esse efluente, se não for tratado de forma adequada, causa impactos ambientais nos corpos receptores, podendo até inviabilizar a utilização da água para atender às demandas existentes a jusante dos lançamentos (COMETTI et. al., 2016).

Com um investimento de R\$ 8,2 milhões, proveniente do Ministério das Cidades (MCidades), a Companhia de Saneamento de Pernambuco (Compesa) implementou um projeto de ampliação da ETE Caruaru tanto em termos de vazão de esgoto tratado quanto em relação à eficiência de remoção de contaminantes. A produção de um efluente de melhor qualidade favoreceu a implantação do reúso, que já é adotado para atender à demanda de irrigação de toda a área verde da ETE, incluindo uma faixa de cultivo experimental de maracujá e os jardins das áreas públicas da cidade (COMPESA, 2016).

No Distrito de Mutuca, localizado na microrregião Vale do Ipojuca, Agreste de Pernambuco, foi implementado um projeto-piloto de saneamento rural envolvendo, dentre outras ações a implantação de sistemas de reúso de água. O projeto recebeu investimento de R\$ 700 mil e foi desenvolvido numa parceria estabelecida entre Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/PE), Universidade Federal (UFPE) e Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), além da Prefeitura de Pesqueira (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA, 2009). Nesse projeto, o esgoto, após coletado e submetido a tratamento, é utilizado na irrigação de plantações de algodão e girassol. Essa prática traz diversos benefícios tanto ao meio ambiente, pois garante que o esgoto gerado seja tratado e não mais lançado *in natura* nos corpos hídricos ou mesmo dispostos no solo ou em fossas e conserva a água de qualidade para atendimento às demandas mais nobres. Além disso, proporciona redução nos custos com fertilizante, pois o tratamento adotado promove remoção de grande parte da matéria orgânica presente no efluente, mas não remove nutrientes, como nitrogênio e fósforo, necessários ao crescimento das plantas.

Na Região Metropolitana do Recife, a Compesa utiliza água de reúso proveniente de esgoto sanitário tratado para atender à demanda de atividades associadas à desobstrução e limpeza de tubulações. São duas as estações produtoras de água de reúso para tais finalidades: ETE Dancing Days, no Recife, e ETE Arena, em São Lourenço da Mata, as quais abastecem, diariamente, cerca de 10 caminhões do tipo hidrojato ou vácuo, proporcionando uma economia próxima de 100 m<sup>3</sup> de água potável, volume suficiente para abastecer o consumo diário de, aproximadamente, 700 pessoas.

## 2.2 Reuniões presenciais e solicitação de informações

A visita ao estado ocorreu entre os dias 6 e 7 de abril de 2017 e contou com 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.

- **Compesa: Companhia Pernambucana de Saneamento:**
  - José Fernandes – diretor de Novos Negócios.

- **APAC: Agência Pernambucana de Águas e Clima:**
  - Maria Crystianne F. Rosal – diretora de Regulação e Monitoramento.
  - Laíse – engenheira Ambiental.
- **CPRH: Agência Estadual de Meio Ambiente:**
  - Helder H. C. Nogueira – gerente da Unidade de Controle Industrial.
  - Stella M. Freitas – chefe do Setor de Controle industrial.
- **SDEC/SRHE: Secretaria de Desenvolvimento Econômico/Secretaria Executiva de Recursos Hídricos:**
  - Celso Luiz Agra de Sá – gerente-geral de Obras Hidráulicas.
  - Pedro Cavalcanti – secretário executivo.
- **FIEPE: Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco:**
  - Anísio Bezerra Coelho – diretor vice-presidente/presidente do Conselho Temático de Meio Ambiente.
  - Maria Izabel Tavares – assistente da Gerência de Relações Industriais.

## 2.3 Identificação das demandas industriais

As demandas industriais por água no estado foram mapeadas a partir de duas fontes: registros de outorgas de uso concedidas pela Apac e outorgas de uso de água de rios de domínio da União da ANA. Os dados da Apac não são disponibilizados ao público e foram solicitados pessoalmente à Diretoria de Regulação e Monitoramento, com disponibilização imediata do banco de dados em formato xls.

Tabela 7 - Fonte de dados – demandas

Informação	Fonte	Ano-base	Obtido via
Registros de outorgas estaduais de uso de água	Apac (2017)	2017	Diretamente pela Apac
Registros de outorgas de uso de água de rios de domínio da União	ANA (2017b)	2017	<a href="https://goo.gl/eDFwc4">https://goo.gl/eDFwc4</a>

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Para seleção das outorgas de interesse ao estudo, foram aplicados filtros aos bancos de dados da Apac e da ANA. Ressalta-se que a Apac é a agência, entre todas as analisadas, que possui o banco de dados mais completo.

Tabela 8 - Filtro de dados – outorgas da Apac (águas superficiais)

Categoria	Universo de informações	Filtro aplicado	Utilizada?
<b>Apac – superficiais</b>			
Código do Processo Apac	Informações do processo	–	<b>N</b>
Protocolo CPRH	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. Entrada Apac	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. Entrada CPRH	Informações do processo	–	<b>N</b>
CNPJ/CPF	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
CPF/CNPJ Requerente	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Requerente (antigo)	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Requerente (novo)	Identificação do usuário	–	<b>S</b>
Situação (antigo)	Enviado para vistoria, isento, outorgado, processo arquivado, processo concluído	–	<b>N</b>
Situação (novo)	Aguardando assinatura, cancelado, arquivado, cadastrado, em análise, outorga vencida, outorgado, com pendência, deferido (isento de outorga)	Cadastrado, outorgado, deferido	<b>S</b>
Modalidade da outorga	Autorização ou concessão	–	<b>N</b>
Tipo de outorga	Captação, efluentes ou obra	Captação	<b>S</b>



<b>Categoria</b>	<b>Universo de informações</b>	<b>Filtro aplicado</b>	<b>Utilizada?</b>
<b>Apac – superficiais</b>			
Local	Localidade	–	<b>N</b>
Barragem	Barragem	–	<b>N</b>
Município (antigo)	Nome do município	–	<b>N</b>
Município (novo)	Nome do município	–	<b>S</b>
Bacia Hidrográfica (antigo)	Bacia hidrográfica	–	<b>N</b>
Bacia Hidrográfica (novo)	Bacia hidrográfica	–	<b>S</b>
Curso d'Água (antigo)	Corpo d'água	–	<b>N</b>
Curso d'água (novo)	Corpo d'água	–	<b>N</b>
Capac. máx. de acumulação (m³)	Informações sobre o corpo d'água	–	<b>N</b>
Coordenadas UTM – E	Coordenadas	–	<b>S</b>
Coordenadas UTM – N	Coordenadas	–	<b>S</b>
Vazão Requerida (m³/dia)	Vazão solicitada pelo requerente	–	<b>N</b>
No. de horas/dia	Tempo de captação requerido	–	<b>N</b>
Vazão Requerida (l/s)	Vazão solicitada pelo requerente	–	<b>N</b>
Período do ano	Meses solicitados	–	<b>N</b>
Finalidade do uso (antigo)	Abastecimento industrial, irrigação, humano ou outros, produção de álcool etílico	–	<b>N</b>
Finalidade do uso (novo)	Industrial, lavanderia, abastecimento humano, carcinicultura, aquicultura, irrigação etc.	Industrial e lavanderia	<b>S</b>

<b>Categoria</b>	<b>Universo de informações</b>	<b>Filtro aplicado</b>	<b>Utilizada?</b>
<b>Apac – superficiais</b>			
Dt. da vistoria	Informações do processo	–	<b>N</b>
Nº da notificação (irregularidades)	Informações do processo	–	<b>N</b>
Prazo da notificação	Informações do processo	–	<b>N</b>
Estudo hidrológico	Informações do processo	–	<b>N</b>
Analista responsável	Informações do processo	–	<b>N</b>
Num. o termo	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. de emissão	Informações do processo	–	<b>N</b>
Vazão outorgada (m³/dia)	Vazão efetivamente concedida na outorga	–	<b>S</b>
Vencimento da outorga	Vigência	Apenas vigentes	<b>S</b>
Vazão outorgada (L/s)	Vazão efetivamente concedida na outorga	–	<b>S</b>
Nº da notificação (isenção)	Apontamento de dispensa de outorga	–	<b>N</b>
Garantia	–	–	<b>N</b>
Tipo de Obra	–	–	<b>N</b>
Nome da Obra	–	–	<b>N</b>
Dt. do contrato de concessão	–	–	<b>N</b>

Fonte: adaptado de Apac (2017).

Tabela 9 - Filtro de dados – outorgas da Apac (subterrâneas)

<b>Categoria</b>	<b>Universo de informações</b>	<b>Filtro aplicado</b>	<b>Utilizada?</b>
<b>Apac – subterrâneas</b>			
Protocolo Apac	Informações do processo	–	<b>N</b>
Protocolo CPRH	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. entrada Apac	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. entrada CPRH	Informações do processo	–	<b>N</b>
CPF/CNPJ	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Requerente (antigo)	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Requerente	Identificação do usuário	–	<b>S</b>
Endereço/ logradouro	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Local	Localidade	–	<b>N</b>
Município (antigo)	Nome do município	–	<b>N</b>
Município	Nome do município	–	<b>S</b>
Finalidade do uso (antigo)	Abastecimento industrial, irrigação, humano ou outros, produção de álcool etílico	–	<b>N</b>
Finalidade do uso (novo)	Industrial, abastecimento humano, carcinicultura, aquíicultura, irrigação etc.	Industrial e lavanderia	<b>S</b>
Tipo do processo	Cimentação, licença de operação, licença de instalação, isenção de outorga, regularização	–	<b>N</b>
Situação do processo (antigo)	Em análise, outorgado, PVE	–	<b>N</b>

Categoria	Universo de informações	Filtro aplicado	Utilizada?
<b>Apac – subterrâneas</b>			
Situação do processo (novo)	Aguardando assinatura, deferido (cimentado), arquivado, cadastrado, em análise, outorga vencida, outorgado	Cadastrado, deferido e outorgado	<b>S</b>
Razão social	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Responsável	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Fone executor	Identificação do usuário	–	<b>N</b>
Bacia hidrogeológica	–	–	<b>N</b>
Aquífero	–	–	<b>N</b>
Bacia hidrográfica	–	–	<b>N</b>
Coordenada Lat.	Coordenadas	–	<b>S</b>
Coordenadas long	Coordenadas	–	<b>S</b>
Zona	Coordenadas	–	<b>S</b>
Código do poço	Informações do poço	–	<b>N</b>
Dt. perfuração	Informações do poço	–	<b>N</b>
Prof. (m)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Prof. útil (m)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Diam. (pol.)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Cota top. (m)	Informações do poço (cota de topo do poço)	–	<b>N</b>
Cota pot. (m)	Informações do poço	–	<b>N</b>
N.D.(m)	Informações do poço	–	<b>N</b>
T.D.S.(mg/l)	Informações do poço (concentração de sólidos dissolvidos totais)	–	<b>N</b>

Categoria	Universo de informações	Filtro aplicado	Utilizada?
<b>Apac – subterrâneas</b>			
AQ/PL/EB	Informações do poço	–	<b>N</b>
N.E.(m)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Vazão (m³/s)	Informações do poço (capacidade do poço)	–	<b>N</b>
Q/s (m³/s)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Dt. Mediçã	Informações do poço	–	<b>N</b>
Tipo de bomba	Informações do poço	–	<b>N</b>
Potência (HP/CV)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Profundidade do CMB (m)	Informações do poço	–	<b>N</b>
Vazão requerida (m³/dia)	Vazão solicitada pelo requerente	–	<b>N</b>
Situação do poço	Ativo ou inativo	Ativo	<b>S</b>
Tipo de revestimento	Informações do poço	–	<b>N</b>
Estado do poço	Informações do poço	–	<b>N</b>
Analista responsável	Informações do processo	–	<b>N</b>
Nº do Cadastramento	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. de Cadastramento	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. do PVE	Informações do processo	–	<b>N</b>
Nº notificação	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. da notificação	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. do PT	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. parecer final	Informações do processo	–	<b>N</b>
Nº do termo	Informações do processo	–	<b>N</b>

Categoria	Universo de informações	Filtro aplicado	Utilizada?
<b>Apac – subterrâneas</b>			
Processo LI	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. LI	Informações do processo	–	<b>N</b>
Dt. da outorga	Informações do processo	–	<b>N</b>
Vazão outorgada (m³/dia)	Vazão efetivamente concedida na outorga	–	<b>S</b>
Validade outorga	Vigência	Somente vigentes	<b>S</b>

Fonte: adaptado de Apac (2017).

Para requisição de outorga, o solicitante deve preencher um formulário com informações relativas à produção industrial por unidade de tempo e à demanda de água associada aos diferentes usos existentes na planta industrial. Além disso, após a concessão da outorga, os usuários devem enviar trimestralmente uma planilha com os dados de consumo de água obtidos através da leitura de hidrômetros. Esse envio é realizado por meio físico, o que traz morosidade e problemas ao acompanhamento. Por isso, a Apac está migrando o informe de consumo para plataforma digital no *site* da agência.

Entretanto, os dados de produção industrial – tanto as presentes no formulário de concessão de outorga, quanto as dos acompanhamentos trimestrais –, que possuem grande importância para o desenvolvimento do estudo, encontram-se somente em meio físico, impossibilitando o acesso imediato ao banco de dados. As únicas informações disponíveis em meio digital são essenciais ao processo de outorga, como usuário, tipo de outorga, vazão e coordenadas.

Em contato posterior com a equipe da Apac, foi informado à consultoria que o questionário de solicitação de outorga com as informações mencionadas foi adotado recentemente apenas, ou seja, o banco de dados detalhado ainda contempla poucas indústrias, e as mais antigas foram cadastrados via formulário simplificado.

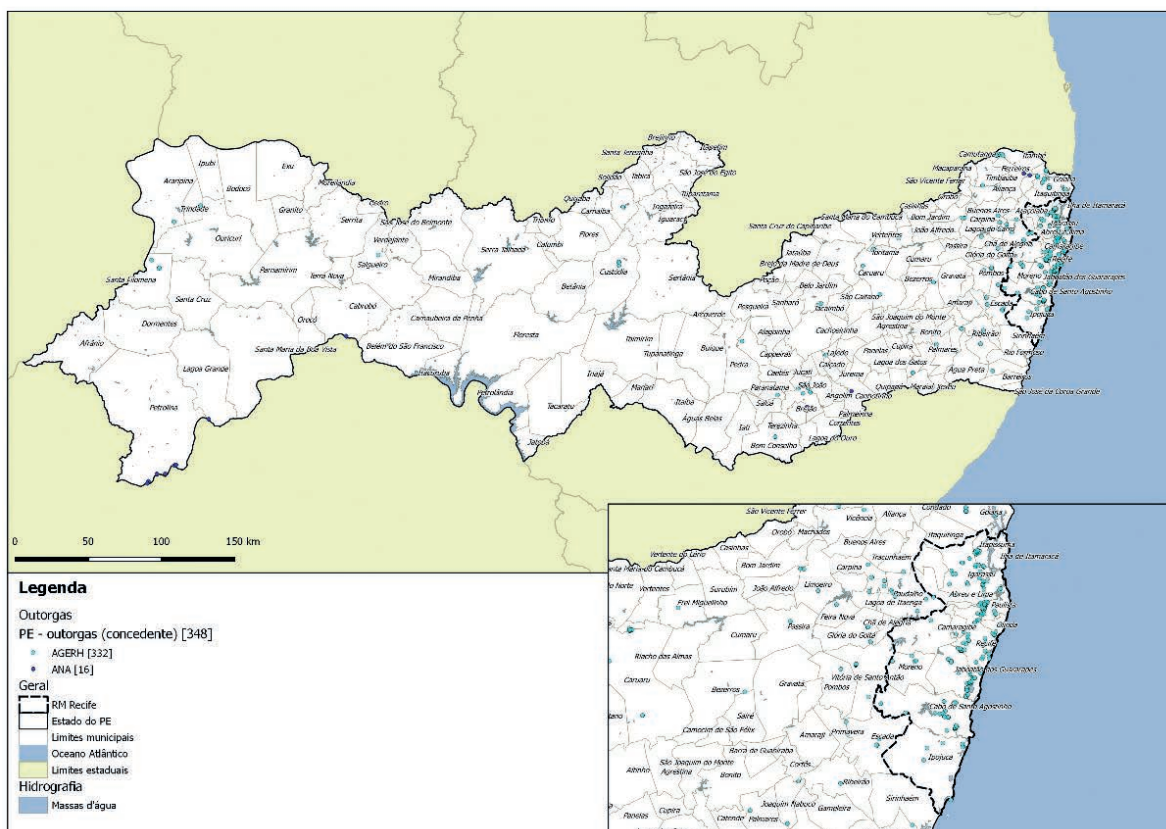
Tabela 10 - Número de outorgas e vazões outorgadas

Concedente	Nº de outorgas	ΣQ (l/s)
Apac	332	3554,1
ANA	16	124,5
<b>Total</b>	<b>348</b>	<b>3.679</b>

Fonte: adaptado de ANA (2017b) e Apac (2017).

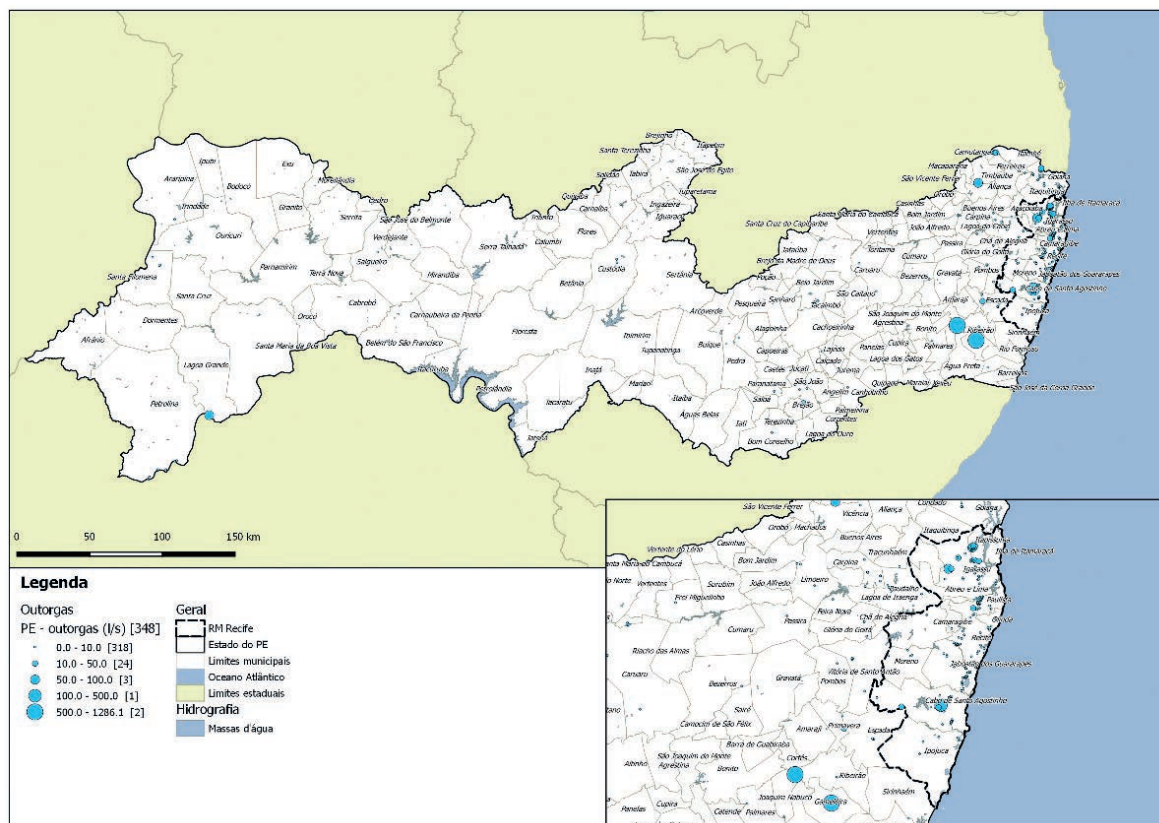
Ao realizar a análise por município, dos 185 existentes no estado, apenas 56 possuem algum registro de outorga de captação industrial, sendo que 83% dos volumes outorgados encontram-se somente em cinco municípios: Gameleira, João Nabuco, Itapissuma, Cabo de Santo Agostinho e Igarassu. A seguir são listados 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.

Figura 2 - Mapa de outorgas industriais por concedente



Fonte: ANA (2017b) e Apac (2017).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Figura 3 - Mapa de outorgas industriais por vazão



Fonte: ANA (2017b) e Apac (2017).  
 Elaboração: Fukasawa (2017).

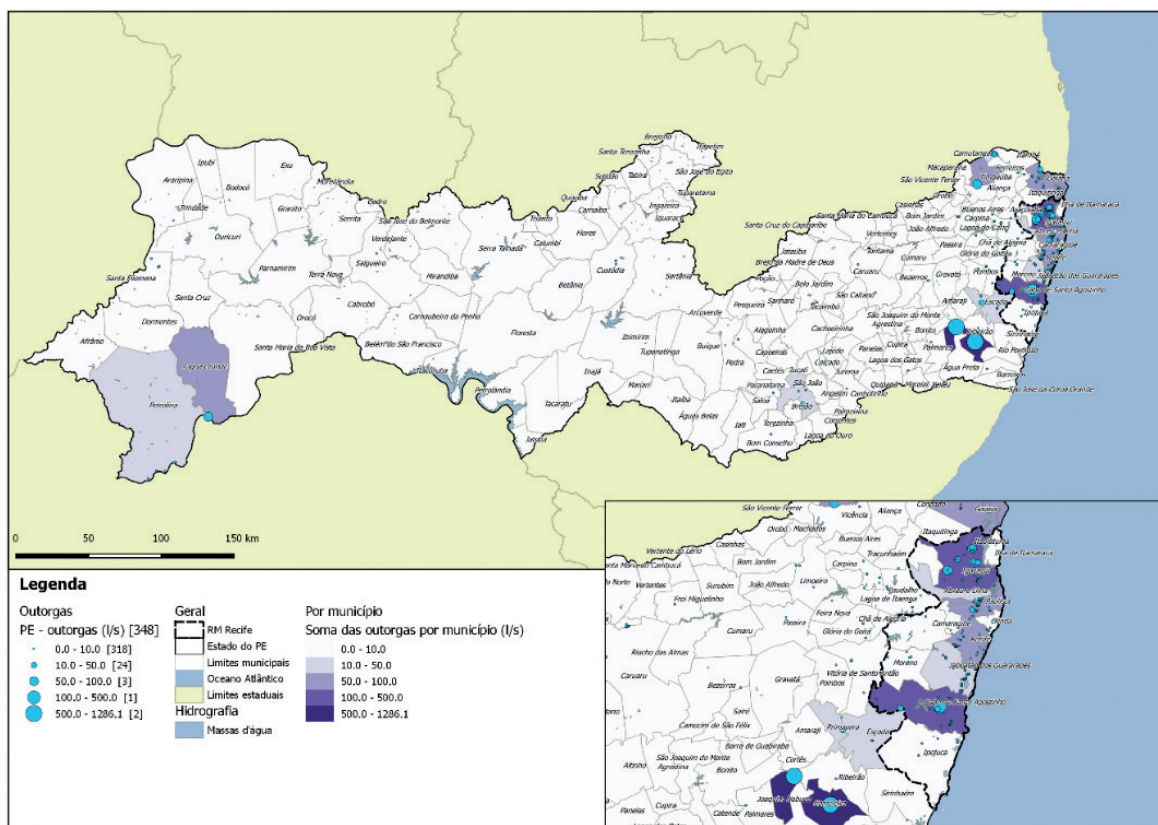
Tabela 11 - Principais municípios em termos de vazão outorgada de captação industrial

Município	Nº de outorgas	Q (l/s)	% em nº de outorgas	% em vazão (Q)	ΣQ/nº outorgas (l/s.outorga)
Gameleira	1	1286,1	0,3	35,0	1286,1
Joaquim Nabuco	2	1203,4	0,6	32,7	601,7
Itapissuma	15	216,6	4,3	5,9	14,4
Cabo de Santo Agostinho	30	198,6	8,6	5,4	6,6
Igarassu	24	164,2	6,9	4,5	6,8
Recife	41	81,2	11,8	2,2	2,0
Lagoa Grande	1	77,5	0,3	2,1	77,5
Goiana	21	75,9	6,0	2,1	3,6
Paulista	22	56,1	6,3	1,5	2,5
Timbaúba	2	54,7	0,6	1,5	27,3
<b>Subtotal</b>	<b>159</b>	<b>3.414</b>	<b>46</b>	<b>93</b>	<b>21,5</b>

Fonte: adaptado de ANA (2017b) e Apac (2017).



Figura 4 - Mapa de outorgas industriais por vazão e totalização por município



Fonte: ANA (2017b) e Apac (2017).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Os municípios de Gameleira e João Nabuco sozinhos possuem quase 2,5 m<sup>3</sup>/s (2.500 l/s) outorgados para a indústria, o que representa 66% de todo o estado de Pernambuco. É crucial frisar que os 2,5 m<sup>3</sup>/s outorgados são praticamente referentes somente a duas outorgas, uma em cada município, a saber:

Tabela 12 - Duas maiores outorgas de captação industrial no estado

Município	Requerente	Divisão Cnae 2.0	Vazão requerida (l/s)	Vazão Outorgada (l/s)
Gameleira	Zihuatanejo do Brasil Açúcar e Alcool Ltda.	10*	1.446,8	1.286,1
João Nabuco	Vale Verde Empreendimentos Agrícolas Ltda.	10*	1.203,4	1.203,4
<b>Subtotal</b>			<b>2.650</b>	<b>2.490</b>

Fonte: adaptado de ANA (2017b) e Apac (2017).  
Nota: \* fabricação de produtos alimentícios.

A Apac apresenta, além das vazões outorgadas, também as vazões solicitadas pelos requerentes, as quais, em linhas gerais, são muito próximas às concedidas. Por exemplo, em Rio Formoso, a Zihuatanejo solicitou vazão 12% superior à concedida pela agência.

Para a concessão de outorga, tanto para exploração de recursos hídricos subterrâneos como superficiais, a Apac baseia-se nos valores de consumo de água por unidade de produção estabelecidos na Resolução CRH nº 04/2003 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco, mesmo este documento sendo destinado apenas ao gerenciamento das águas subterrâneas. A outorga é então concedida de acordo com as estimativas de produção e os respectivos índices de consumo de água por unidade produzida. A título de exemplo, segue a tabela constante no Anexo II da resolução:

Tabela 13 - Valores de consumo médio de água por unidade de produção industrial de acordo com a Resolução CRH nº 04/2003 de Pernambuco

Consumo médio de água em m <sup>3</sup> por tonelada produzida	
Produto	Consumo (m <sup>3</sup> )
Têxtil	100,0
Papel e celulose	150,0
Alumínio	1.500,0
Fertilizante	600,0
Óleo cru refinado	15,0
Borracha sintética	200,0
Aço	250,0
Tijolos	2,0

Fonte: Pernambuco (2003).

No caso de atividades não previstas na resolução, a agência utiliza coeficientes constantes em literatura, conforme informado em reunião.

Relativamente ao tipo de manancial, predomina no estado a utilização de águas superficiais para abastecimento industrial. Ao total, 85% do volume outorgado são referente a águas superficiais, sendo também esta fonte a que possui a maior razão vazão/nº de outorgas.

Tabela 14 - Distribuição das outorgas por fonte

Fonte	Nº de outorgas	Q (l/s)	Representatividade em nº de outorgas (%)	Representatividade em vazão (%)	Q/nº de outorgas (l/s.outorga)
Superficial	73	3.131	21	85	42,9
Subterrânea	275	548	79	15	2,0
<b>Total</b>	<b>348</b>	<b>3.679</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>10,6</b>

Fonte: adaptado de ANA (2017b) e Apac (2017).

Uma vez que a Apac e a ANA disponibilizam os nomes e o Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) de todos os requerentes de outorgas, 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 à Classificação Nacional de Atividade Econômica (Cnae) 2.0. O fato de haver frequente ocorrência de grafias distintas para identificação da mesma empresa requereu análise detalhada caso a caso.

Em razão do grande número de outorgas (348), determinou-se, para fins de otimização do tempo na elaboração do estudo:

- Foram buscadas informações das empresas com maiores vazões outorgadas que, somadas, representam 98,0% das vazões outorgadas.
- Utilizou-se 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.

A busca pela atividade da empresa nem sempre teve resultado positivo, o que levou à participação superior a 2,0% de atividades classificadas como “outros”.

Disso, obteve-se:

Tabela 15 - Outorgas industriais por divisão da Cnae 2.0

	Divisão Cnae 2.0	Nº de outorgas	Q (l/s)	% em nº	% em Q
10	Fabricação de produtos alimentícios	35	2.809,4	10,1	76,4
11	Fabricação de bebidas	20	329,9	5,7	9,0
20	Fabricação de produtos químicos	12	210,8	3,4	5,7
-	Outros	211	120,7	60,6	3,3
24	Metalurgia	9	51,4	2,6	1,4
23	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	21	46,0	6,0	1,3
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	12	43,4	3,4	1,2
13	Fabricação de produtos têxteis	7	25,7	2,0	0,7
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	2	10,7	0,6	0,3
42	Obras de infraestrutura	10	9,6	2,9	0,3
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	5	8,6	1,4	0,2
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	1	5,8	0,3	0,2
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	1	3,7	0,3	0,1
35	Eletricidade, gás e outras utilidades	1	1,8	0,3	0,0
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	1	1,0	0,3	0,0
	<b>Total</b>	<b>348</b>	<b>3.679</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: adaptado de ANA (2017b) e Apac (2017).

A prevalência das demandas por água de atividades das divisões 10, 11 e 20 é bastante evidente, representando juntas mais de 85% da vazão outorgada no estado. Vale ressaltar que são as mesmas atividades que, segundo a CNI (2014), são as mais representativas em termos de produção no estado.

A divisão “outros”, ou seja, referentes às empresas cuja classificação não foi buscada ou encontrada, soma 60% de todas as outorgas do estado, mas somente 3,3% das vazões; isto é, são pouco relevantes do ponto de vista de identificação de oportunidades de reúso. Destaca-se que algumas divisões detectadas (divisões 3, 9 e 46) não estão dentro dos setores da Cnae 2.0 industriais, mas foram mantidos por constarem nos registros da Apac. De qualquer modo, tanto em número de outorgas como em vazões, essas outorgas são irrelevantes.

## 2.4 Identificação das ofertas

As potenciais ofertas de esgoto foram levantadas com base em três bancos de dados distintos, a saber:

Tabela 16 - Fonte de dados de tratamento de esgotos

Informação	Fonte	Ano-base	Obtido via
Dados das ETEs sob responsabilidade da Compesa	Compesa (2017)	2017	Diretamente pela Compesa
Dados de ETEs da Compesa e dos SAEs	ANA (2016)	2013	Diretamente pela ANA
Volumes de esgoto coletado e tratado por município	SNIS 2015 (SNSA/MCIDADES, 2016)	2015	<a href="http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015">http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015</a>

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A Compesa e a ANA apresentam os dados detalhados por ETE, enquanto o SNIS os apresenta somente agregados por município.

A Compesa, a principal concessionária do estado, está presente em 173 dos 185 municípios de Pernambuco, com 27 atualmente deles contemplados também com coleta e tratamento de esgotos de acordo com o SNIS 2015 (SNSA/MCIDADES, 2016). Adicionalmente, outros 20 municípios possuem serviços de água e esgotos sob responsabilidade do poder municipal ou iniciativa privada.

Tabela 17 - ETEs e vazões de coleta e tratamento de esgotos

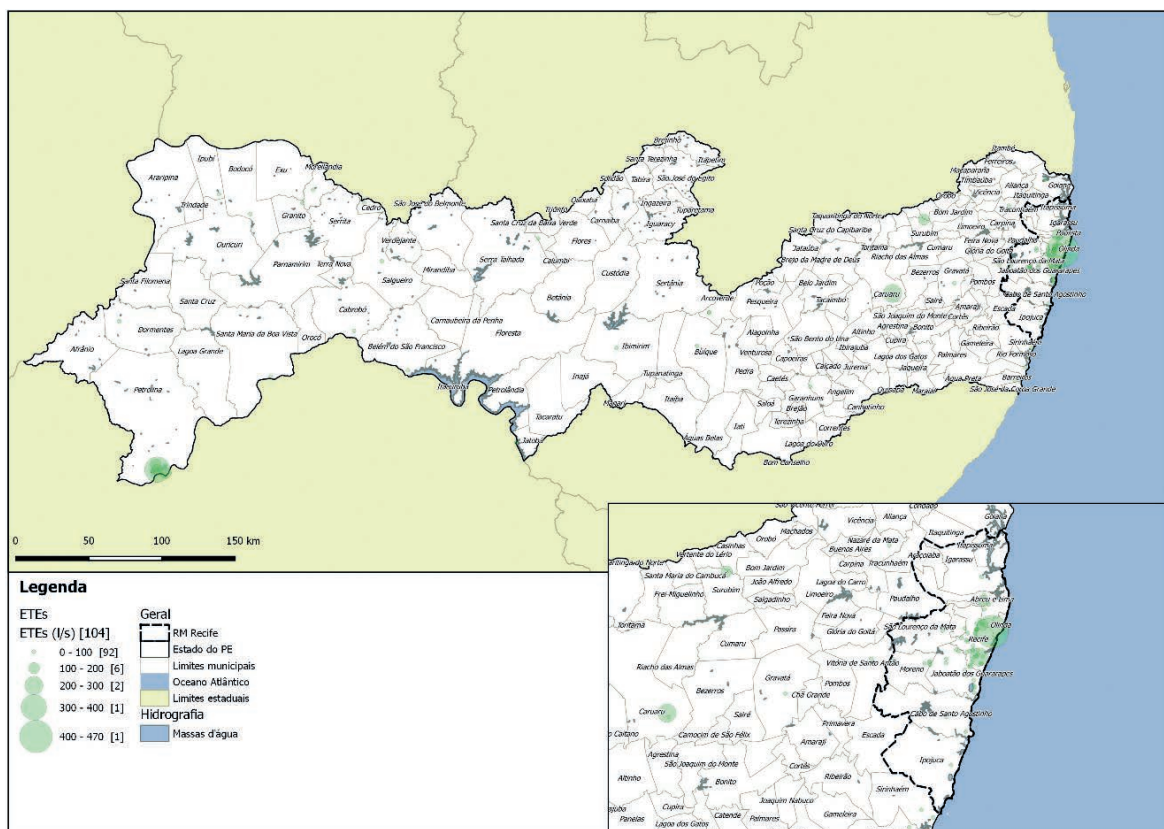
Fonte	Nº de ETEs	Vazão de esgoto coletado (l/s)	Vazão de projeto atual (l/s)	Vazão de esgoto tratado (l/s)
Compesa	76	–	4.202	–
ANA	100	–	5.908	4.301
SNIS	–	2.794	–	2.206

Fonte: adaptado de ANA (2016) e Compesa (2017).

Comparando-se individualmente cada ETE, verifica-se que há 59 registros repetidos, o que resulta em total de estações de 76 (Compesa) + 100 (ANA) - 60 (repetições) = 116. Utilizando-se o conceito de vazão de referência ( $Q_r$  – vide item 2.3.2), chega-se ao valor de **5.302 l/s** para o estado de Pernambuco.

Das 116 ETEs, 20 não apresentavam dados de vazão e indicavam processo como sendo de lagoas ou “outros”. Adicionalmente, 20 ETEs não possuíam dados de coordenadas, mas apresentavam indicação endereço. Dessas 20 plantas, apenas 9 possuíam dados de vazão, e procedeu-se à obtenção de coordenadas destas via Google Earth®; para as 12 restantes ( $Q_r = 0$ ), não foram obtidas as coordenadas, dado que a ausência de dados de vazão impede sua utilização no estudo. Portanto, para a análise de localização de ETEs *versus* outorgas industriais, foram consideradas somente 105 estações.

Figura 5 - Mapa das ETEs existentes por vazão



Fonte: ANA (2016) e Compesa (2017).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Em termos de processos de tratamento, o estado apresenta o seguinte panorama.

Tabela 18 - ETEs existentes por vazão e processo

Processo	Nº de ETES	Q <sub>r</sub> (l/s)	% em nº	% em Q <sub>r</sub>
Lagoas	49	1767,3	42,2	33,3
UASB + polimento	25	1735,7	21,6	32,7
Preliminar/primário	6	978,4	5,2	18,5
Lodos ativados	3	666,0	2,6	12,6
Fossa + filtro anaeróbio	11	79,3	9,5	1,5
UASB	11	51,7	9,5	1,0
Outros	11	24,0	9,5	0,5
<b>Total geral</b>	<b>116</b>	<b>5302</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: adaptado de ANA (2016) e Compesa (2017).

A maior parte do esgoto tratado no estado é submetida a processos de lagoas (33%) ou UASB + polimento (33%). A maior ETE do estado, a ETE Cabanga em Recife, possui tratamento apenas primário (decantação primária e digestão anaeróbia de lodo) e, sozinha, representa, por conta de sua vazão de 921 l/s, quase 20% de todo o esgoto tratado no estado.

Avaliando-se a distribuição das capacidades de tratamento por município, expressas em Q<sub>r</sub> (vazão de referência), tem-se:

**Tabela 19 - Dez principais municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto**

Município	Nº de ETEs	Q <sub>r</sub> (l/s)	% em n°	% em Q
Recife	32	1594,2	28	30
Petrolina	13	1097,0	11	21
Paulista	4	685,0	3	13
Olinda	3	476,4	3	9
Caruaru	2	268,1	2	5
Jaboatão dos Guararapes	11	238,4	9	4
Surubim	1	113,5	1	2
Abreu e Lima	2	105,3	2	2
Sirinhaém	2	78,0	2	1
Cabo de Santo Agostinho	3	77,0	3	1
<b>Subtotal</b>	<b>73</b>	<b>4.733</b>	<b>63</b>	<b>89</b>

Fonte: adaptado de ANA (2016) e Compesa (2017).

A capital, Recife, concentra 30% da vazão de tratamento de esgotos do estado e 28% das ETEs, ainda que possua 17,5% da população do estado (IBGE, 2017). Os dez municípios que possuem as maiores vazões de tratamento de esgotos concentram 90% de toda a vazão tratada no estado, com destaque a Recife, Petrolina e Paulista.

Estudando-se mais a fundo os processos de tratamento para os dez principais municípios em termos de capacidade, tem-se:



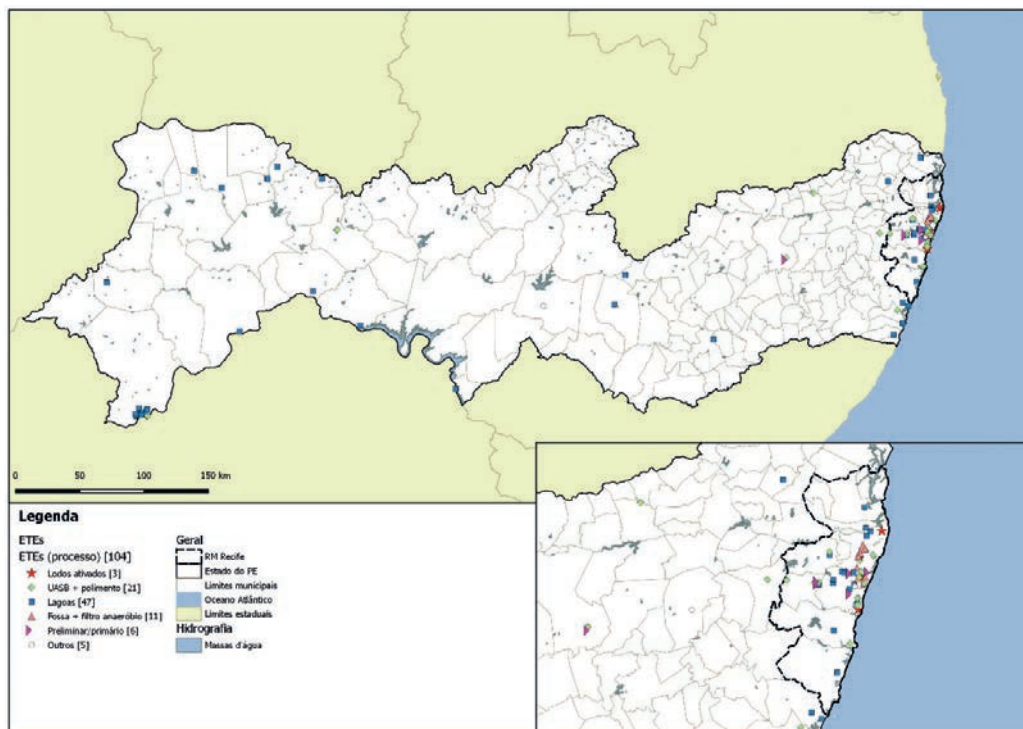
Tabela 20 - Dez principais municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto por processo

Município	Processo (l/s)							Total
	Fossa + filtro anaeróbio	Lagoas	Lodos ativados	Outros	Preliminar/primário	UASB	UASB + polimento	
Recife	72,9	21,6	31,3	6,4	926,9	38,9	496,3	<b>1594,2</b>
Petrolina	-	911,0	-	-	-	-	186,0	<b>1097,0</b>
Paulista	-	71,5	613,4	-	-	-	-	<b>685,0</b>
Olinda	6,4	-	-	-	-	-	470,0	<b>476,4</b>
Caruaru	-	-	-	-	18,1	-	250,0	<b>268,1</b>
Jaboatão dos Guararapes	-	167,2	21,2	-	28,1	-	21,9	<b>238,4</b>
Surubim	-	-	-	-	-	-	113,5	<b>113,5</b>
Abreu e Lima	-	102,8	-	-	-	2,5	-	<b>105,3</b>
Sirinhaém	-	78,0	-	-	-	-	-	<b>78,0</b>
Cabo de Santo Agostinho	-	41,4	-	-	-	-	35,6	<b>77,0</b>
<b>Subtotal</b>	<b>79,3</b>	<b>1393,5</b>	<b>666,0</b>	<b>6,4</b>	<b>973,1</b>	<b>41,4</b>	<b>1573,3</b>	<b>4.733</b>

Fonte: adaptado de ANA (2016) e Compesa (2017).

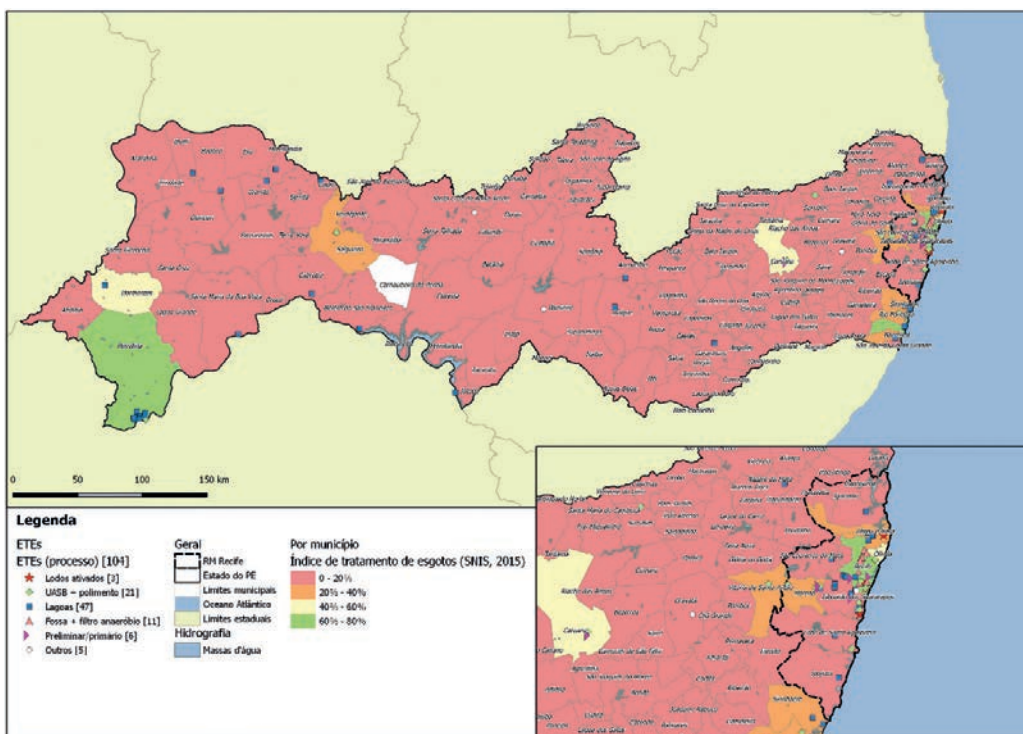
A prevalência de processos de UASB + polimento e lagoas é evidente nos municípios acima, com ressalva de Paulista, que trata praticamente todo seu esgoto por lodos ativados. Recife, conforme já comentado, possui quase 60% de sua capacidade de tratamento realizada por processo preliminar/primário somente (ETE Cabanga).

Figura 6 - Mapa das ETEs existentes por processo de tratamento adotado



Fonte: ANA (2016) e Compesa (2017).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Figura 7 - Mapa das ETEs existentes por processo e atendimento de tratamento de esgotos por município



Fonte: ANA (2016), Compesa (2017) e SNSA/MCidades (2016).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

As dez principais ETEs de Pernambuco concentram 66% da vazão de todo estado e possuem tratamento exclusivamente em nível preliminar (ETE Cabanga), lagoas e UASB + complemento, com exceção da ETE Janga em Paulista (lodos ativados), conforme se verifica a seguir.

Tabela 21 - Dez principais ETEs do estado por município, vazão e processo

ETE	Q <sub>r</sub> (l/s)	% em Q <sub>r</sub>	Processo
ETE Cabanga – Recife	920,6	17	Preliminar/ primário
ETE Janga – Paulista	613,4	12	Lodos ativados
ETE Peixinhos – Olinda	470,0	9	UASB + polimento
ETE Izacolândia – Petrolina	384,0	7	Lagoas
ETE Imbiribeira (Dancing Days) – Recife	290,0	5	UASB + polimento
ETE Caruaru I – Caruaru	250,0	5	UASB + polimento
ETE Centro – Nova – Petrolina	186,0	4	UASB + polimento
ETE Minerva – Recife	171,1	3	UASB + polimento
ETE João de Deus – Petrolina	136,0	3	Lagoas
ETE Surubim – Surubim	113,5	2	UASB + polimento
<b>Subtotal</b>	<b>3.535</b>	<b>67</b>	–

Fonte: adaptado de ANA (2016) e Compesa (2017).

## 2.5 Perfil da Indústria

O PIB industrial de Pernambuco, em 2014, foi da ordem de R\$ 25 bilhões, representando 15% do PIB total estadual (R\$ 155 bilhões) (IBGE, 2017b). Analisando-se os municípios com maior PIB industrial, Recife, Cabo de Santo Agostinho e Jaboatão de Guararapes representam, juntos, 50% de todo o estado. Em termos de variação do PIB industrial na série de 2002 a 2014, os municípios de Glória do Goitá e Toritama destacam-se, com crescimento de aproximadamente 9.000% e 2.000%, respectivamente, em 12 anos.

A seguir apresentam-se os dez municípios com maior PIB industrial do estado e a variação ao longo da série histórica de 2002 a 2014.

Tabela 22 - 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)
Recife	7.328.218	30	260	4.514.279
Cabo de Santo Agostinho	2.579.531	10	401	1.936.380
Jaboatão dos Guararapes	2.409.224	10	402	1.809.694
Ipojuca	2.033.529	8	953	1.820.145
Igarassu	904.542	4	679	771.248
Paulista	902.546	4	454	703.963
Olinda	825.565	3	227	462.121
Petrolina	790.035	3	373	578.343
Goiana	727.761	3	696	623.242
Caruaru	724.708	3	640	611.487

Fonte: IBGE (2017b).

Em termos de número de empregos, o estado possuía, em 2015, 194.568 trabalhadores para os setores Cnae 2.0 pertinentes (*vide* item 2.4), sendo a maioria deles nos segmentos de fabricação de produtos alimentícios, fabricação de produtos de minerais não metálicos e artigos do vestuário e acessórios. Em geral, os mesmos municípios que concentram a maior parte do PIB industrial também possuem o maior número de empregos.

Tabela 23 - Número de empregos industriais por município

Município	Número de empregos	% do estado
Recife	30.739	16
Jaboatão dos Guararapes	15.183	8
Caruaru	12.349	6
Cabo de Santo Agostinho	11.267	6
Ipojuca	10.746	6
Goiana	9.840	5
Igarassu	8.986	5
Vitória de Santo Antão	7.615	4
Paulista	5.604	3
Sirinhaém	5.107	3

Fonte: MTE (2017a).

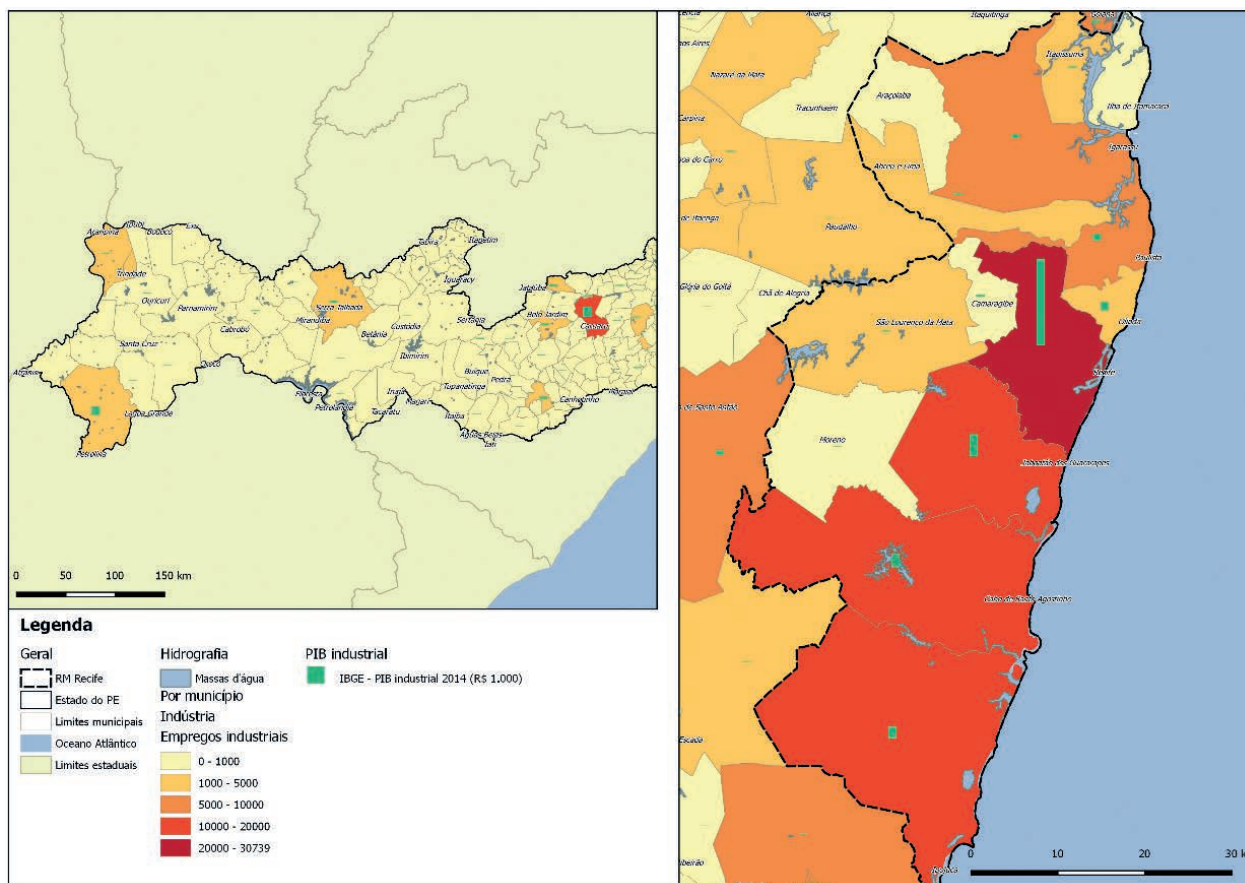
Tabela 24 - Principais divisões da Cnae 2.0 em números de empregos

Divisão Cnae 2.0	Denominação	Número de empregos	% do estado
10	Fabricação de produtos alimentícios	61.324	32
23	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	17.915	9
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	13.114	7
38	Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais	9.376	5
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	8.651	4
11	Fabricação de bebidas	8.169	4
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	7.522	4
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	7.412	4
20	Fabricação de produtos químicos	6.994	4
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	5.592	3

Fonte: MTE (2017a).

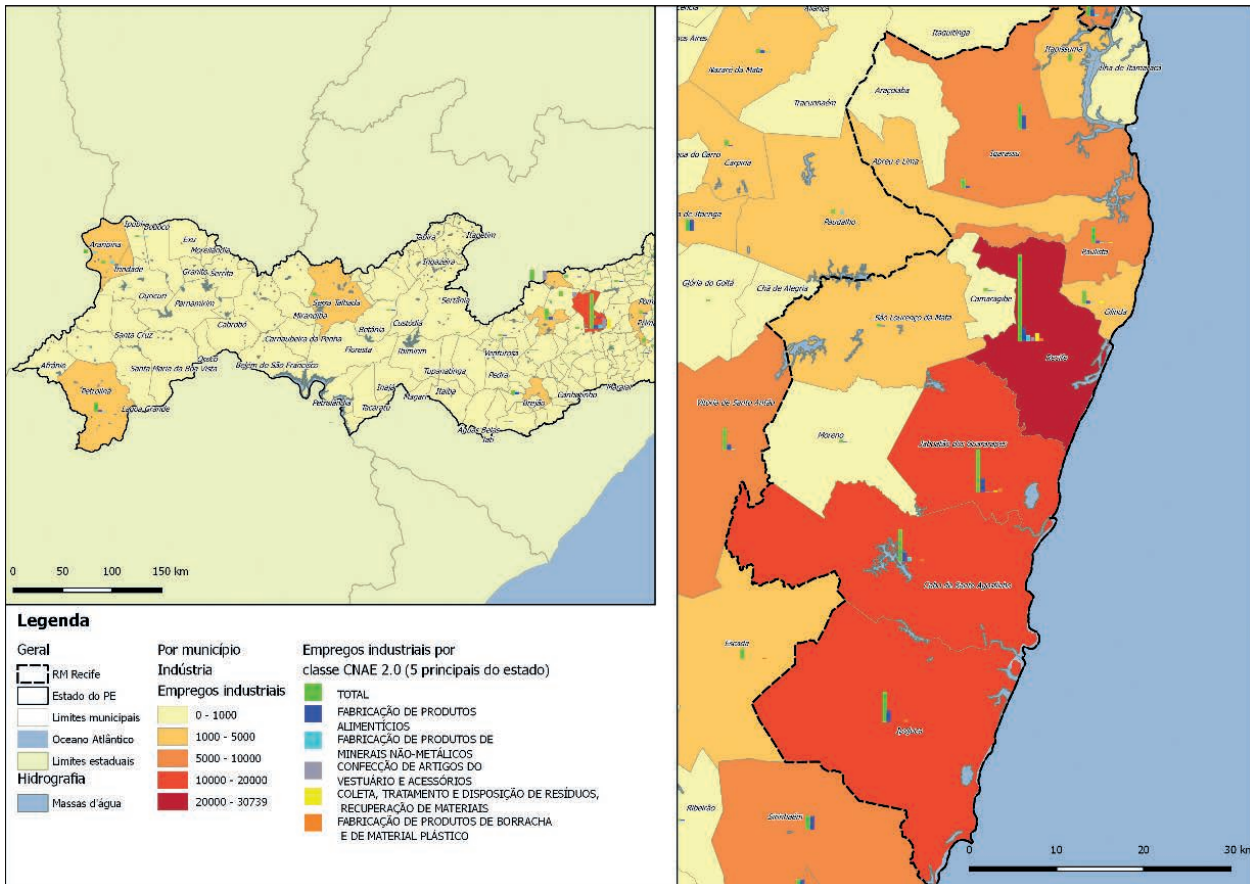
As figuras a seguir ilustram a distribuição de empregos industriais no estado, PIB industrial e participação das principais divisões da Cnae 2.0 por município.

Figura 8 - Mapa do número de empregos industriais e PIB industrial por município



Fonte: MTE (2017a) e IBGE (2017b).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Figura 9 - Mapa do número de empregos industriais e participação das cinco principais divisões da Cnae 2.0 no estado



Fonte: MTE (2017a).  
 Elaboração: Fukasawa (2017).

A Tabela 25 apresenta a distribuição dos empregos, por divisão Cnae 2.0, para os dez municípios com maior PIB industrial do estado.

Tabela 25 - Distribuição de empregos por divisão da 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
Recife	10	96	5	137	5	4.818	1.027	141	178	1.522	429	170	313	867	9	1.217	324	947	2.309	779	1.862	254	411	621	309	115	820	727	1.311	2.508	2.842	786	2.868	2	30.739
Jaboatão dos Guararapes	1			219	12	4.936	62		730	1.668	9	66	1.053	54	12	1.203		1.368	390	236	1.059	2	256	499	1.139	142	406	39	348	53	32	28	661		15.183
Caruaru				10		3.229	112		572	3.429	58	59	133	258		39	59	382	1.453	43	227	20	67	29	74	7	287	171	27	87	8	3	3.406		12.349
Cabo de Santo Agostinho				4		3.221	986		154	3	8	59	317	3		496		1.007	1.596	139	1.255	3	29	463	224	25	273	72	696	115		73		11.267	
Ipojuca				47		4.334	5		138	2		23	8	139	339			939	71		54			2	32	4.525	6	16	43	7		16		10.746	
Goiana				3		2.396	5		178	32		14	1.045	8		379	48	66	787		132			15	4.616		3	2	75	9		2		9.840	
Igarassu				41		4.925	275		30			4	969	104		364		474	334	3	172			17	14	716	18	15	7	29	359		96		8.986
Viçória de Santo Antão				137		1.852	292		17	130	6	2	4	5	3.855	95		175	443	1	137	2	175	1	2		118	4	131	11	4	4	12		7.615
Paulista				63		834	182		675	134	6	36	1	17	6	1.517		210	149	1	126		288	678	10	76	45	51	66	27	38	5	363		5.604
Sitinhaém				17		4.936																											1		5.107

Fonte: adaptado de MTE (2017a).



## 2.6 Oportunidades de reúso

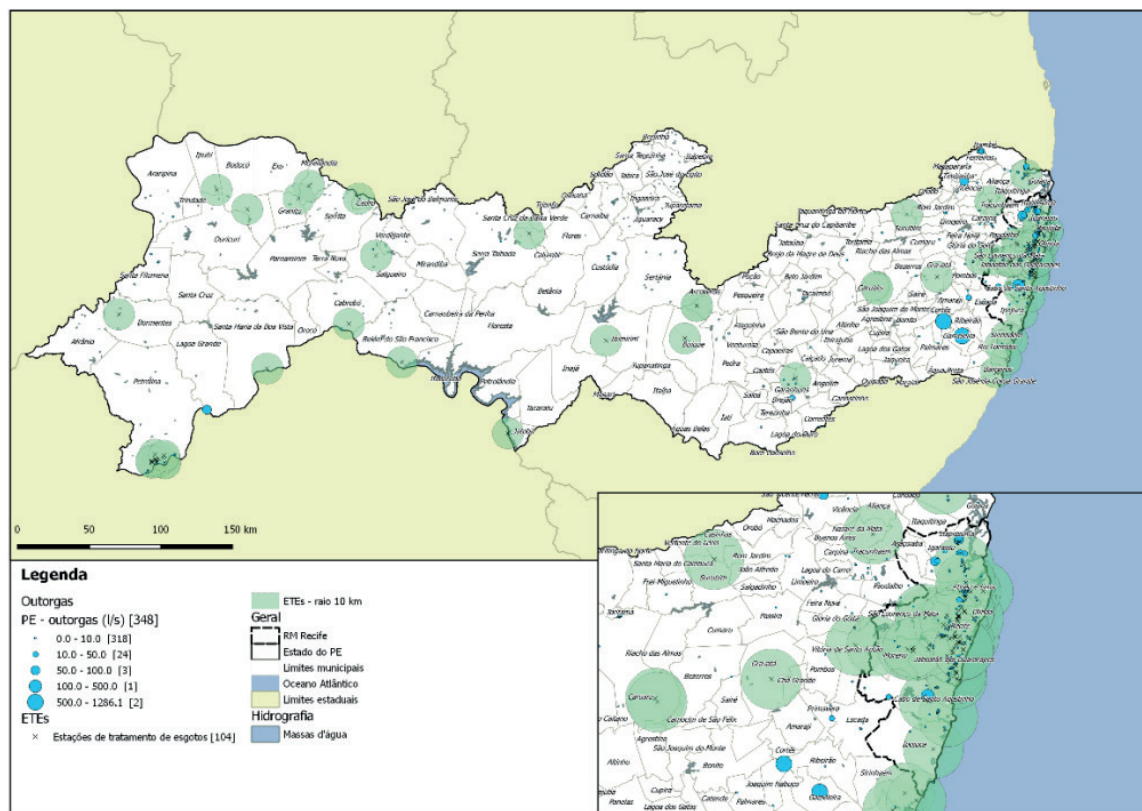
A partir da exportação das informações do Sistema de Informações Geográficas (SIG), detectaram-se as potencialidades de reúso para cada uma das ETEs existentes do estado. A análise foi realizada com o objetivo de detectar as correlações entre as vazões das estações e as outorgas industriais dentro da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

- Vazões outorgadas no entorno das 20 maiores ETEs do estado.
- 20 maiores vazões outorgadas no entorno de ETEs.

Os resultados para todas as ETEs do estado, contemplando, inclusive, dados de coordenadas geográficas, constam no **Anexo A – RESULTADOS POR ETE**.

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

Figura 10 - Mapa com raio de 10 km em torno das ETEs existentes e outorgas industriais por vazão



Fonte: ANA (2016, 2017b), Apac (2017) e Compesa (2017).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Para o estado de Pernambuco, das 105 ETEs analisadas (excluindo-se, do total de 117, as 12 que não possuem dados de coordenadas), 81 apresentam ao menos 1 registro de outorga industrial dentro do raio de 10,0 km determinado, das quais:

Tabela 26 - Número de ETEs por faixa de vazão industrial outorgada nas proximidades

Faixa de vazão outorgada (l/s)	Nº de ETEs
0	23
0-10	13
10-100	17
50-100	29
100-200	22
200-500	1

Fonte: adaptado de ANA (2016, 2017b), Apac (2017) e Compesa (2017).

Verifica-se que importante parcela das ETEs (22) possui demandas industriais superiores a 100 l/s em seu entorno, e 23 plantas sem registro de outorgas industriais nas proximidades.

Foram analisadas, primeiramente, as 20 maiores ETEs do estado e as respectivas vazões outorgadas localizadas no raio de 10 km. Em seguida, avaliaram-se as 20 estações que possuem as maiores vazões outorgadas no mesmo raio.

Para as 20 maiores ETEs do estado, foram destacadas aquelas que possuem vazões industriais outorgadas relevantes em seu entorno, expressas pela relação  $Q_{out}/Q_r$ . Ressaltaram-se aquelas com  $Q_{out}/Q_r \geq 0,5$ , ou seja, aquelas para as quais a soma das outorgas dentro do raio de 10 km equivale a, ao menos, 50% da vazão de referência da planta.

Tabela 27 - 20 maiores ETEs e vazões outorgadas

Nº	Município	ETE	Q <sub>r</sub> (l/s)	Processo	Q <sub>out</sub> (l/s)	Nº de outorgas	Q <sub>out</sub> /Q <sub>r</sub>
1	Recife	ETE Cabanga	920,6	Preliminar/ primário	78,9	64	0,09
2	Paulista	ETE Janga	613,4	Lodos ativados	109,0	57	0,18
3	Olinda	ETE Peixinhos	470,0	UASB + polimento	110,7	63	0,24
4	Petrolina	ETE Izacolândia	384,0	Lagoas	19,4	6	0,05
5	Recife	ETE Imbiribeira (Dancing Days)	290,0	UASB + polimento	91,0	76	0,31
6	Caruaru	ETE Caruaru I	250,0	UASB + polimento	0,0	1	0,00
7	Petrolina	ETE Centro - Nova	186,0	UASB + polimento	19,7	8	0,11
8	Recife	ETE Minerva	171,1	UASB + polimento	114,6	69	<b>0,67</b>
9	Petrolina	ETE João De Deus	136,0	Lagoas	16,0	5	0,12
10	Surubim	ETE Surubim	113,5	UASB + polimento	0,0		0,00
11	Petrolina	ETE Ouro Preto	108,0	Lagoas	19,4	6	0,18
12	Abreu e Lima	ETE Caetés	102,8	Lagoas	114,9	64	<b>1,12</b>
13	Petrolina	ETE Cohab IV	91,0	Lagoas	23,7	7	0,26
14	Vitória de Santo Antão	ETE Vitória de Santo Antão	73,9	UASB + polimento	7,8	9	0,11
15	Petrolina	ETE Manoel dos Arroz	67,0	Lagoas	22,0	7	0,33
16	Ipojuca	ETE Nossa Senhora Do Ó	64,0	Lagoas	5,7	5	0,09
17	Jaboatão Dos Guararapes	ETE Marcos Freire	61,9	Lagoas	96,4	79	<b>1,56</b>
18	Jaboatão Dos Guararapes	ETE Curado IV	53,0	Lagoas	78,3	52	<b>1,48</b>
19	Recife	ETE Engenho Do Meio / Roda De Fogo	46,1	Fossa + filtro anaeróbio	84,5	68	<b>1,83</b>
20	Sirinhaém	ETE Sirinhaém	42,0	Lagoas	0,0	1	0,00

Fonte: adaptado de ANA (2016, 2017b), Apac (2017) e Compesa (2017).

As maiores ETEs do estado, em geral, apresentam vazões outorgadas baixas em relação às suas capacidades, ainda que ETEs grandes como a Janga e Peixinhos possuam demandas superiores a 100 l/s em seu entorno. Adicionalmente, destacam-se as ETEs Minerva (Recife), Caetés (Abreu e Lima), Marcos Freire (Jaboatão dos Guararapes), Curado IV (Jaboatão dos Guararapes) e Engenho do Meio/Roda de Fogo.

Do ponto de vista das 20 ETEs que possuem as maiores vazões industriais outorgadas nas proximidades, foram destacadas aquelas que possuem  $Q_r \geq 10$  l/s, dado que há diversas estações de capacidades muito reduzidas.

Tabela 28 - ETEs com as 20 maiores vazões outorgadas no entorno

Nº	Município	ETE	$Q_r$ (l/s)	Processo	$Q_{out}$ (l/s)	Nº de outorgas	$Q_{out}/Q_r$
1	Igarassu	ETE Igarassu	3,1	Lagoas	426,4	63	137,53
2	Cabo De Santo Agostinho	ETE Cabo (Parque Pirapama)	41,4	Lagoas	179,8	31	4,34
3	Cabo De Santo Agostinho	ETE Gaibu	35,6	UASB + polimento	173,0	20	4,86
4	Recife	ETE Vila Buriti (A. Carneiro)	4,3	Fossa + filtro anaeróbio	171,0	90	39,68
5	Recife	ETE Buriti 01	4,8	Fossa + filtro anaeróbio	169,4	89	35,14
6	Recife	ETE Vila Buriti (Platô)	3,2	Fossa + filtro anaeróbio	169,4	89	53,61
7	Recife	ETE Vila Buriti (Vovô)	2,5	Fossa + filtro anaeróbio	169,4	89	69,14
8	Recife	ETE Canaã / Bela Vista	7,8	UASB	159,5	80	20,45
9	Recife	ETE Apipucos	2,1	Fossa + filtro anaeróbio	152,7	76	73,43
10	Abreu e Lima	ETE Matinha	2,6	UASB	150,0	65	58,83
11	Camaragibe	ETE Camaragibe	16,3	Outros	148,6	73	9,14
12	Camaragibe	ETEs – 12 (Vale das Pedreiras)	10,3	UASB	124,6	63	12,11

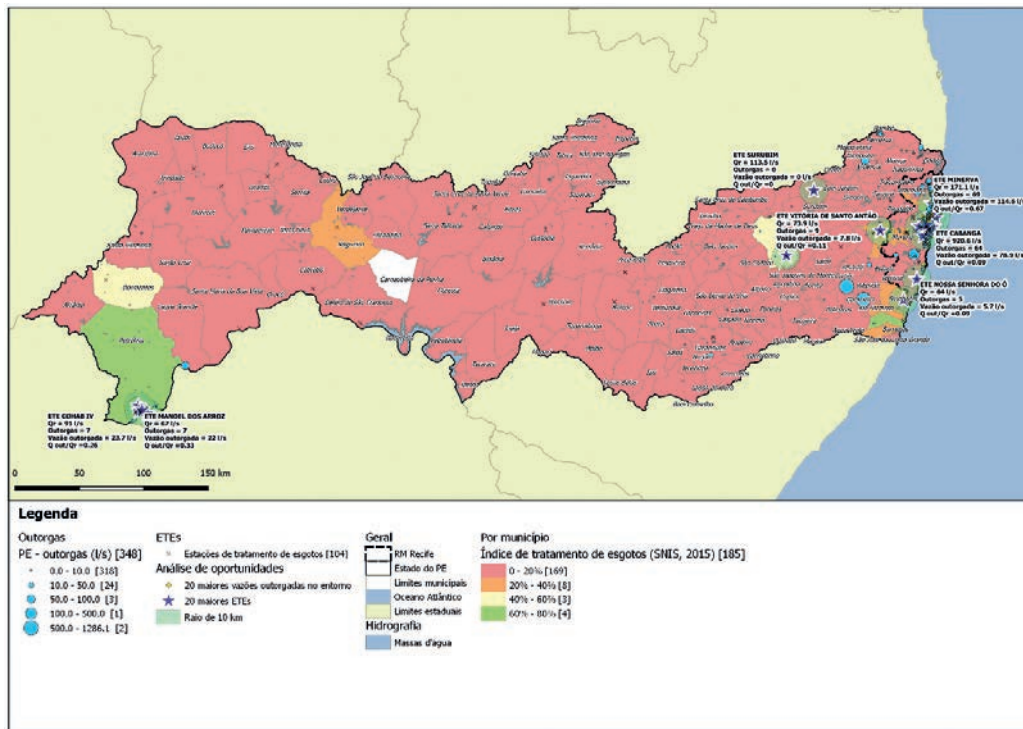
Nº	Município	ETE	Q <sub>r</sub> (l/s)	Processo	Q <sub>out</sub> (l/s)	Nº de outorgas	Q <sub>out</sub> /Q <sub>r</sub>
13	Abreu e Lima	ETE Caetés	<b>102,8</b>	Lagoas	114,9	64	1,12
14	Recife	ETE Minerva	<b>171,1</b>	UASB + polimento	114,6	69	0,67
15	Recife	ETE Abençoada por Deus	2,4	UASB + polimento	114,1	64	48,13
16	Paulista	ETE Arthur Lundgren	<b>35,8</b>	Lagoas	113,4	64	3,17
17	Recife	ETE Vila Felicidade	0,9	UASB	112,1	64	120,55
18	Paulista	ETE Jardim Paulista	<b>35,8</b>	Lagoas	111,9	65	3,13
19	Olinda	ETE Vila Esperança I e II	2,4	Fossa + filtro anaeróbico	111,2	66	45,95
20	Olinda	ETE Passarinho I e II	4,0	Fossa + filtro anaeróbico	111,0	65	28,10

Fonte: adaptado de ANA (2016, 2017b), Apac (2017) e Compesa (2017).

Entre as ETEs com as maiores vazões industriais outorgadas em seu entorno, nota-se a prevalência de plantas nos municípios de Recife e Cabo de Santo Agostinho, ainda que a ETE Igarassu (Igarassu) possua as maiores vazões nas proximidades. Verifica-se também que todas as 20 estão localizadas na Região Metropolitana de Recife. Selecionando-se as ETEs que possuem vazão de referência superior a 10 l/s, ressaltam-se as ETEs Cabo/Parque Pirapama (Cabo de Santo Agostinho), Gaibu (Cabo de Santo Agostinho), Camaragibe (Camaragibe), Vale das Pedreiras (Camaragibe), Caetés (Abreu e Lima), Minerva (Recife), Arthur Lundgren (Paulista) e Jardim Paulista (Paulista).

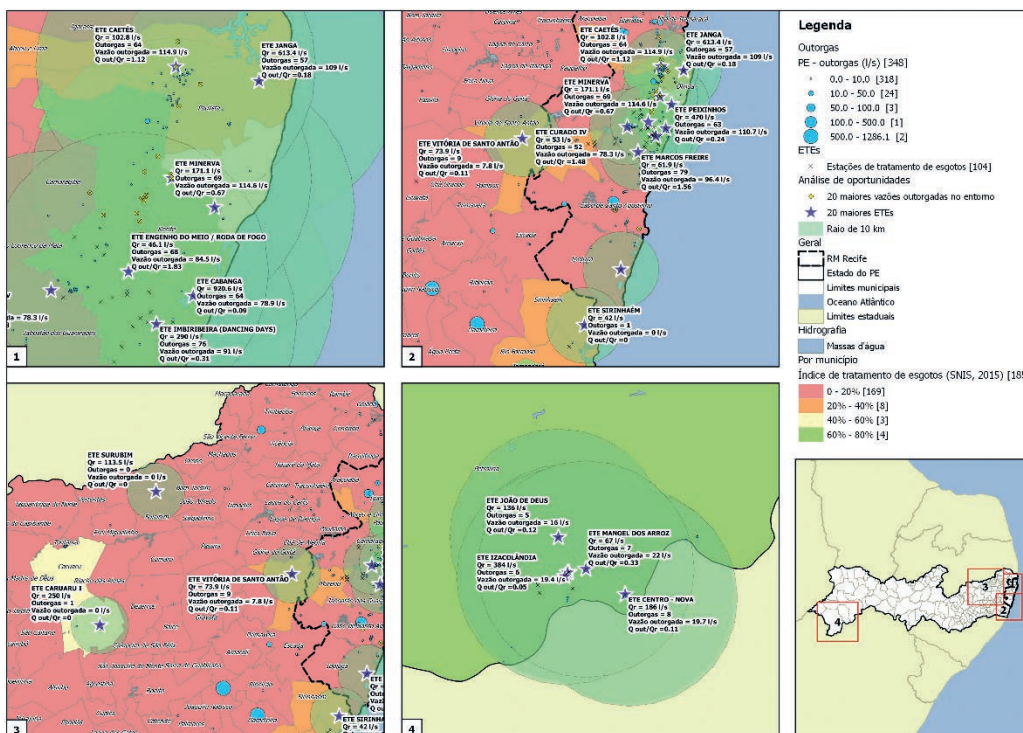
As figuras a seguir apresentam as 20 maiores ETEs do estado, as 20 ETEs que possuem as maiores vazões outorgadas em suas proximidades, as outorgas industriais (classificadas por vazão) e o índice de tratamento de esgotos, obtido pela razão entre os volumes anuais tratado e consumido de acordo com o SNIS 2015. Foram realizadas aproximações para as seguintes regiões: Região Metropolitana de Recife – Norte (1); Região Metropolitana de Recife – Sul (2); região dos municípios de Caruaru e Vitória de Santo Antão (3) e sul de Petrolina (4).

Figura 11 - Mapa de identificação de oportunidades e atendimento de tratamento de esgotos por município



Fonte: ANA (2016, 2017b), Apac (2017), Compesa (2017) e SNSA/MCidades (2016).  
 Elaboração: Fukasawa (2017).

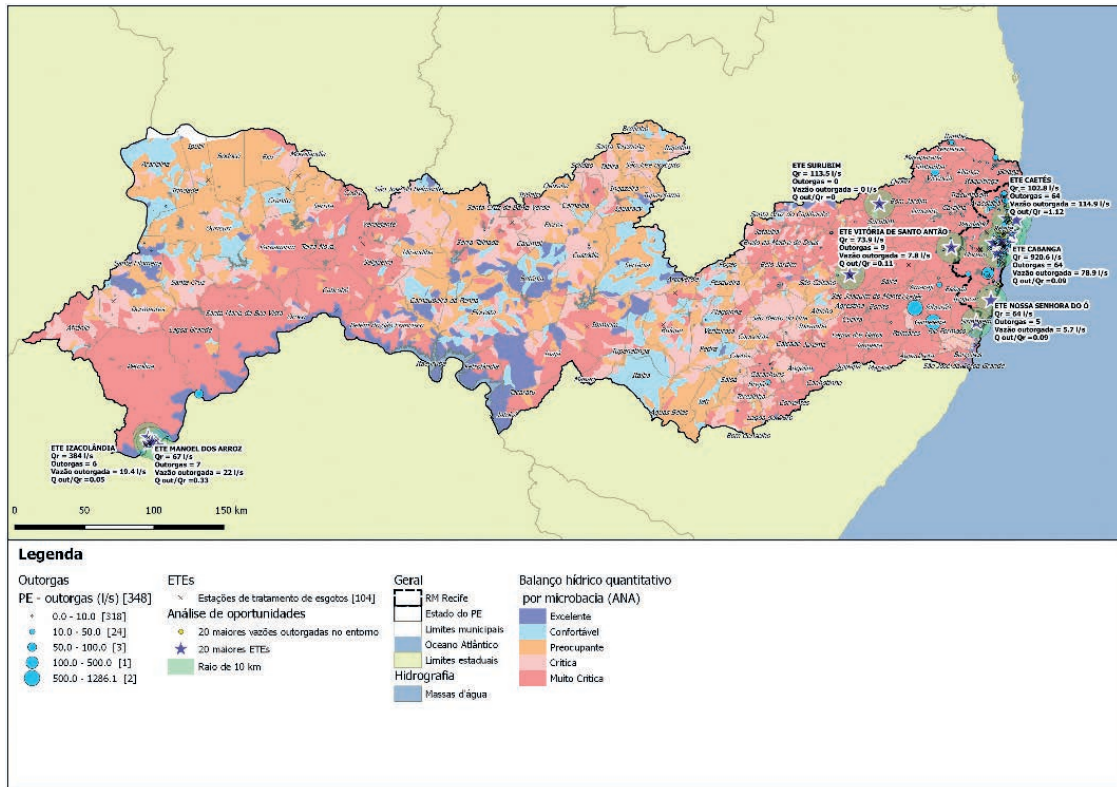
Figura 12 - Mapa de identificação de oportunidades e atendimento de tratamento de esgotos por município – principais regiões



Fonte: ANA (2016, 2017b), Apac (2017), Compesa (2017) e SNSA/MCidades (2016).  
 Elaboração: Fukasawa (2017).

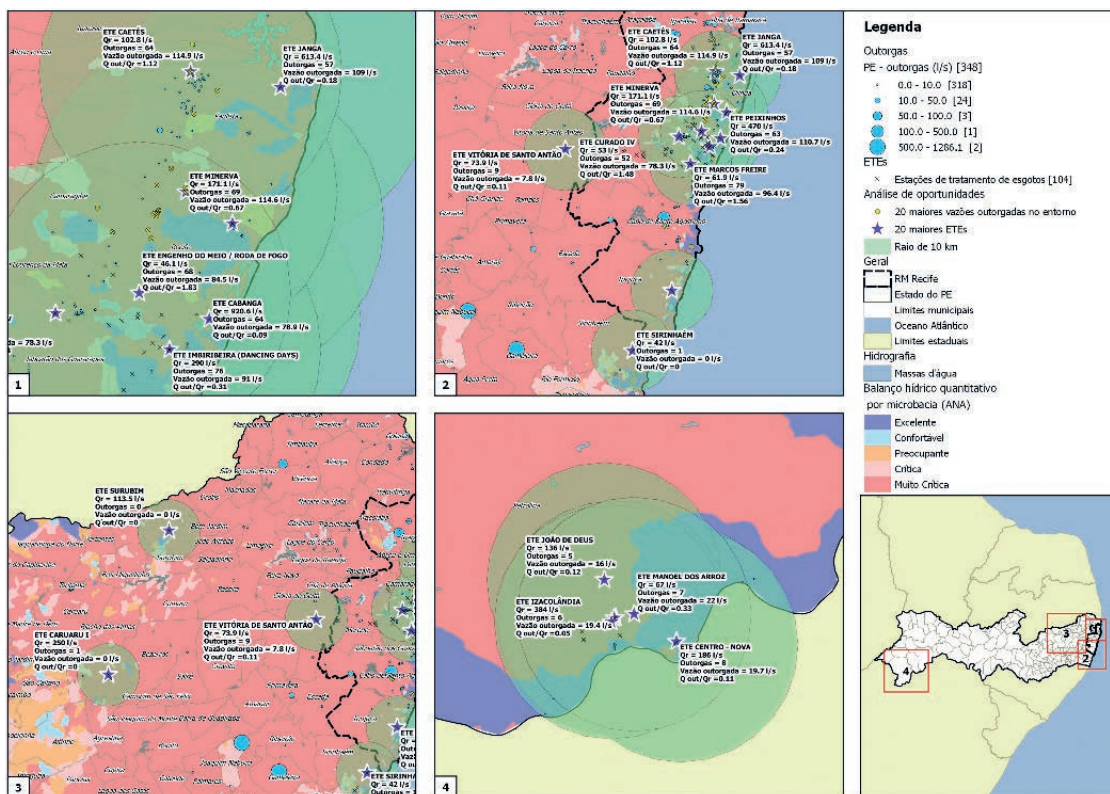
A mesma análise serve para as figuras a seguir, considerando-se a classificação, de acordo com a ANA, de balanço qualitativo por microbacia hidrográfica, o qual varia de “muito crítico” a “excelente”.

Figura 13 - Mapa de identificação de oportunidades e balanço hídrico quantitativo por microbacia



Fonte: ANA (2016, 2017b, 2017d), Apac (2017) e Compesa (2017).  
Elaboração: Fukasawa (2017).

Figura 14 - Mapa de identificação de oportunidades e balanço hídrico quantitativo por microbacia – principais regiões



Fonte: ANA (2016, 2017b, 2017d), Apac (2017) e Compesa (2017).  
 Elaboração: Fukasawa (2017).

## 2.7 Análise e comentários

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

- **Disponibilidade hídrica:** o estado é um dos mais críticos do país em termos de disponibilidade hídrica, com praticamente todos os principais centros urbanos localizados em microbacias hidrográficas consideradas muito críticas em termos de balanço hídrico quantitativo. Excetua-se algumas regiões próximas à divisa com os estados da Bahia e Alagoas às margens do rio São Francisco, nas quais a disponibilidade hídrica é considerada alta.
- **Saneamento básico:** a abrangência de tratamento de esgotos do estado é de 27% (SNSA/MCIDADES, 2016) com apenas 27 municípios com algum tipo de serviço de tratamento de esgotos.



Os processos de lagoas e UASB seguido de polimento são predominantes nas ETEs existentes (33% cada, em termos de vazão). A ETE Cabanga (921 l/s), localizada em Recife, representa quase 20% de toda a capacidade de tratamento do estado com tecnologia somente a nível primário (decantadores primários e digestão anaeróbia de lodo). Ainda assim, importante parcela do esgoto tratado no estado (12%) é submetida a processo de lodos ativados, essencialmente por conta da ETE Janga em Paulista (613 l/s), a segunda maior do estado.

- **Indústria:** tanto em termos de PIB industrial anual como em número de empregos, destacam-se os municípios de Recife, Cabo de Santo Agostinho e Jaboatão dos Guararapes, com destaque também a Ipojuca, Igarassu, Paulista e Caruaru. Quanto aos setores mais proeminentes no estado, destacam-se, em número de empregos, os de fabricação de produto de produtos alimentícios (divisão 10), fabricação de produtos de minerais não metálicos (divisão 23) e confecção de artigos do vestuário e acessórios (divisão 14).
- **Panorama geral de oportunidades de reúso industrial:** em geral, as maiores ETEs do estado apresentam vazões relativamente baixas em seu entorno. Ainda assim, nas proximidades das ETEs Janga e Peixinhos, há vazões relevantes (acima de 100 l/s), e vale ressaltar que aquela (Janga) é dotada de processo de lodos ativados. A ETE Igarassu detém as maiores vazões industriais nas proximidades, essencialmente por conta das outorgas da Usina São José no próprio município e da Ambev em Itapissuma, cidade vizinha.
- **ETEs com altas vazões e altas demandas industriais no entorno:** os pontos de intersecção oferta *versus* demanda mais relevantes localizam-se na Região Metropolitana de Recife, com destaque às ETEs Minerva (Recife), Caetés (Abreu e Lima), Marcos Freire (Jaboatão dos Guararapes), Curado IV (Jaboatão dos Guararapes) e Engenho do Meio / Roda de Fogo (Recife). As ETEs Janga (Paulista) e Peixinhos (Olinda) possuem vazões industriais no entorno superiores a 100 l/s, mas bastante inferiores às capacidades das plantas.

- **ETEs com altas vazões e baixas ou nenhuma demanda industrial no entorno:** a maior parte das ETEs com importantes vazões do estado apresentam baixas ou nenhuma demanda industrial no entorno, característica que pode basear o desenvolvimento de polos industriais a serem abastecidos por água de reúso a partir dos efluentes tratados. Nesse quesito, destacam-se as ETEs Cabanga (Recife), Izacolândia (Petrolina), Imbiribeira / *Dancing Days* (Recife), Caruaru I (Caruaru), Centro – Nova (Petrolina), João de Deus (Petrolina), Surubim (Surubim), Outro Preto (Petrolina), Cohab IV (Petrolina), Vitória de Santo Antão (Vitória de Santo Antão), Manoel dos Arroz (Petrolina), Nossa Senhora do Ó (Ipojuca) e Sirinhaém (Sirinhaém).
- **ETEs com baixas vazões e altas demandas industriais no entorno:** há incidência de ETEs localizadas em áreas que concentram altas demandas industriais, mas com baixas vazões de tratamento, o que indica a possibilidade da ampliação da capacidade das plantas considerando-se possível atendimento às demandas próximas. Destacam-se nesse quesito as ETEs Igarassu (Igarassu), Cabo / Parque Pirapama (Cabo de Santo Agostinho), Gaibu (Cabo de Santo Agostinho), Vila Buriti / A. Carneiro (Recife), Buriti 01 (Recife), Vila Buriti / Platô (Recife), Vila Buriti / Vovô (Recife), Canaã / Bela Vista (Recife), Apicucos (Recife), Camaragibe (Camaragibe), Vale das Pedreiras (Camaragibe), Abençoada por Deus (Recife), Arthur Lundgren (Paulista), Vila Felicidade (Recife), Jardim Paulsita (Paulista), Vila Esperança I e II (Olinda) e Passarinho I e II (Olinda).

### 2.7.1 Agrupamento por município

Organizando-se os dados de entrada e resultados do estudo por município a partir de informações de esgoto coletado e tratado (ES005 e ES006, respectivamente) do SNIS 2015 (SNSA/MCIDADES, 2016), 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 29 - Demanda industrial e tratamento de esgoto agregados por município

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
Gameleira	1.286,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Joaquim Nabuco	1.203,4	77,4	0,0	0,0	0,0
Itapissuma	216,6	228,4	0,0	4,6	4,6
Cabo de Santo Agostinho	198,6	678,8	77,0	11,9	11,9
Igarassu	164,2	1.053,5	3,1	1,7	1,7
Recife	81,2	444,1	1.594,2	1.253,6	1.249,4
Lagoa Grande	77,5	9,2	0,0	34,3	11,3
Goiana	75,9	601,1	1,0	0,0	0,0
Paulista	56,1	64,7	685,0	111,7	103,0
Timbaúba	54,7	108,1	0,0	0,0	0,0
Camutanga	48,0	730,2	0,0	0,0	0,0
Jaboatão dos Guararapes	41,4	264,1	238,4	40,0	40,0
Primavera	36,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Petrolina	27,4	70,1	1.097,0	223,3	223,3
Abreu e Lima	21,8	30,1	105,3	23,6	23,6
Garanhuns	18,6	39,1	31,1	12,0	12,0
Escada	17,3	87,4	0,0	0,0	0,0
Vitória de Santo Antão	7,1	918,8	73,9	29,3	29,3
Ipojuca	5,7	989,2	64,0	7,5	7,5
Glória do Goitá	4,2	3,0	0,0	0,0	0,0
Palmares	4,2	2,5	0,0	0,0	0,0
Itambé	4,1	1,0	0,0	0,0	0,0
Custódia	3,1	6,8	0,0	0,0	0,0
Bom Conselho	2,7	6,9	0,0	0,0	0,0
Tracunhaém	2,1	0,1	0,0	0,0	0,0

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
Carpina	2,0	37,7	0,0	0,0	0,0
Cabrobó	1,9	0,4	0,0	24,0	0,0
Canhotinho	1,8	1,4	0,0	0,0	0,0
Afogados da Ingazeira	1,4	3,3	0,0	0,0	0,0
Arapina	1,1	37,7	0,0	59,7	15,2
Camaragibe	1,1	12,5	26,6	2,1	2,1
Maraial	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Toritama	1,0	29,0	0,0	0,0	0,0
João Alfredo	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0
Paudalho	0,8	8,7	0,0	0,0	0,0
Lajedo	0,7	2,3	0,0	0,0	0,0
Limoeiro	0,7	8,1	0,0	0,0	0,0
Moreno	0,6	10,5	49,3	8,9	8,9
Olinda	0,6	23,4	476,4	187,0	187,0
Ribeirão	0,6	89,5	0,0	0,0	0,0
Serra Talhada	0,6	6,3	0,0	27,0	0,0
Santa Filomena	0,6	0,1	0,0	31,7	0,0
São Lourenço da Mata	0,5	9,1	37,2	10,3	10,3
Ouricuri	0,5	3,5	0,0	0,0	0,0
Correntes	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Bom Jardim	0,3	0,8	0,0	0,0	0,0
Paranatama	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0
Feira Nova	0,3	1,3	0,0	0,0	0,0
Salgueiro	0,2	1,8	20,0	18,5	18,5
Caruaru	0,2	95,0	268,1	159,4	159,4
Sairé	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0
Passira	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0
Belo Jardim	0,1	56,0	0,0	45,9	0,0
Lagoa de Itaenga	0,1	792,2	0,0	0,0	0,0

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
Venturosa	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0
Pombos	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
Afrânio	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Agrestina	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Água Preta	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
Águas Belas	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Alagoinha	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Aliança	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
Altinho	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Amaraji	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Angelim	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Araçoiaba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arcoverde	0,0	3,2	16,1	2,6	2,6
Barra de Guabiraba	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0
Barreiros	0,0	1,5	41,4	8,5	8,5
Belém de Maria	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Belém do São Francisco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Betânia	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0
Bezerros	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
Bodocó	0,0	0,4	0,0	7,6	7,6
Bonito	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
Brejão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brejinho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brejo da Madre de Deus	0,0	2,1	0,0	101,5	0,0
Buenos Aires	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Buíque	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Cachoeirinha	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
Caetés	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
Calçado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calumbi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Camocim de São Félix	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Capoeiras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carnaíba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carnaubeira da Penha	0,0	0,0	0,0	4,4	4,4
Casinhas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Catende	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Cedro	0,0	0,4	0,0	15,7	0,0
Chã de Alegria	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
Chã Grande	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
Condado	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Cortês	0,0	262,6	0,0	0,0	0,0
Cumaru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cupira	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0
Dormentes	0,0	0,5	36,0	3,8	3,8
Exu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fernando de Noronha	0,0	0,6	4,3	6,5	6,5
Ferreiros	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Flores	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Floresta	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0
Frei Miguelinho	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Granito	0,0	0,0	0,0	17,9	17,9
Gravatá	0,0	8,5	1,4	1,8	1,8
Iati	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ibimirim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ibirajuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Iguaracy	0,0	0,6	0,0	52,2	0,0

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
Ilha de Itamaracá	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Inajá	0,0	2,7	0,0	8,3	0,0
Ingazeira	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ipubi	0,0	10,9	13,0	2,8	2,8
Itacuruba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Itaíba	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Itapetim	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Itaquitinga	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Jaqueira	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Jataúba	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Jatobá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jucati	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jupi	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
Jurema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lagoa do Carro	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Lagoa do Ouro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lagoa dos Gatos	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Macaparana	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Machados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mirandiba	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Moreilândia	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
Nazaré da Mata	0,0	39,6	35,0	3,6	3,6
Orobó	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Orocó	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Palmeirina	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Panelas	0,0	0,1	0,0	20,3	0,0
Parnamirim	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
Pedra	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0
Pesqueira	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0
Petrolândia	0,0	1,1	27,0	0,0	0,0
Poção	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Quipapá	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Quixaba	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Riacho das Almas	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0
Rio Formoso	0,0	970,5	40,0	3,1	3,1
Salgadinho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saloá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sanharó	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Santa Cruz	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Santa Cruz da Baixa Verde	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Santa Cruz do Capibaribe	0,0	33,2	0,0	0,0	0,0
Santa Maria da Boa Vista	0,0	0,5	34,7	0,0	0,0
Santa Maria do Cambucá	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Santa Terezinha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
São Benedito do Sul	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
São Bento do Una	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0
São Caitano	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0
São João	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
São Joaquim do Monte	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
São José da Coroa Grande	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
São José do Belmonte	0,0	2,1	0,0	19,0	0,0
São José do Egito	0,0	1,6	0,0	31,7	0,0



Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017a)	Qr (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2015 – ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2015 – ES006)
São Vicente Ferrer	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Serrita	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sertânia	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Sirinhaém	0,0	958,7	78,0	5,6	5,6
Solidão	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Surubim	0,0	5,8	113,5	0,0	0,0
Tabira	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0
Tacaimbó	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Tacaratu	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Tamandaré	0,0	70,2	13,9	18,6	18,6
Taquaritinga do Norte	0,0	6,7	0,0	95,1	0,0
Terezinha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Terra Nova	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trindade	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0
Triunfo	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Tupanatinga	0,0	0,0	0,0	31,7	0,0
Tuparetama	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Verdejante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vertente do Lério	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0
Vertentes	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0
Vicência	0,0	174,9	0,0	0,0	0,0
Xexéu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>3.678,6</b>	<b>10.318,4</b>	<b>5.302,3</b>	<b>2.793,8</b>	<b>2.205,9</b>

Fonte: adaptado de ANA (2016, 2017a, 2017b), Apac (2017), Compesa (2017a) e SNSA/MCidades (2016).

É possível verificar que, no tocante às demandas industriais, há grande diferença entre os valores obtidos neste estudo e os estimados pela ANA para cada município. O valor total para o estado estimado pela ANA é três vezes maior do que o calculado neste estudo por meio de outorgas

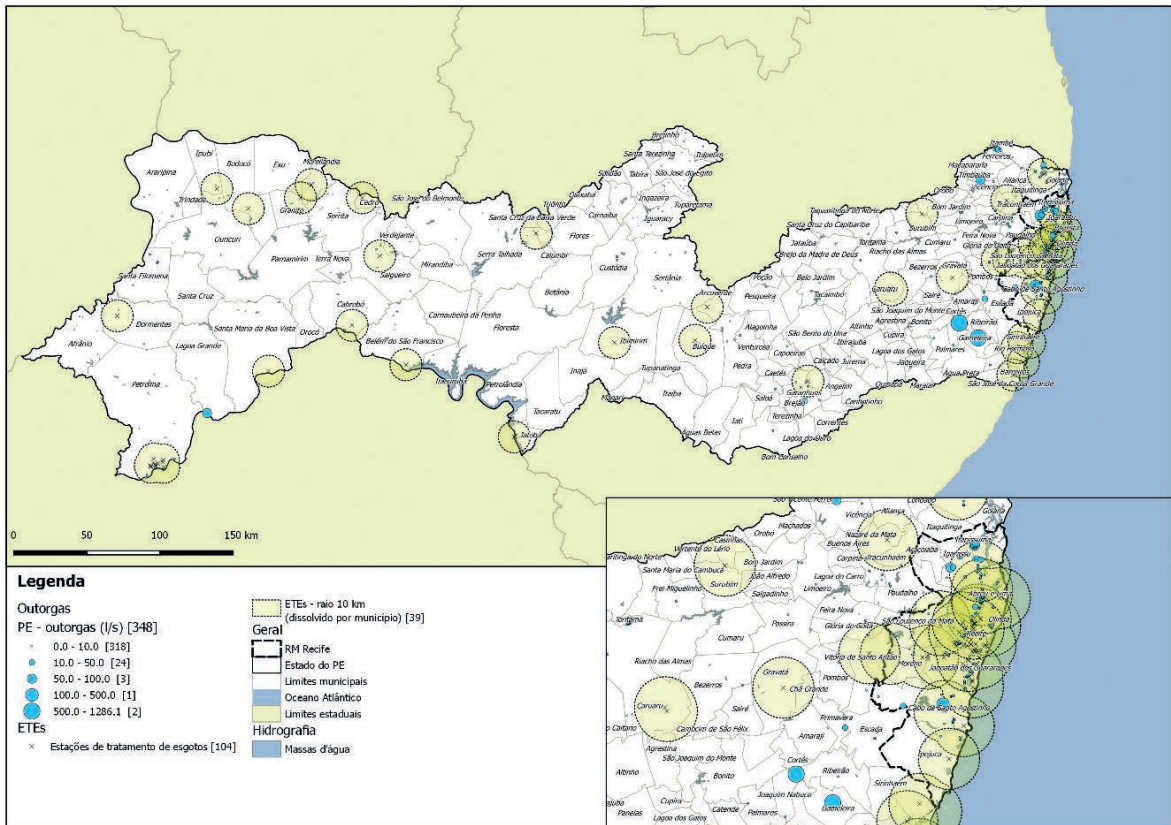
industriais. Conforme já abordado no item 2.4, a metodologia da ANA de estimativa de consumo é baseada em número de empregos industriais ativos (proveniente da Rais) e de coeficientes de demanda de água por funcionário para diferentes segmentos industriais de acordo com o Cnae 2.0, enquanto este estudo aborda a demanda industrial a partir das outorgas concedidas e vigentes para a indústria.

Quanto à oferta de esgoto, é esperado que os dados obtidos no estudo fossem superiores aos apresentados no SNIS 2015, uma vez que a variável  $Q_r$  (vazão de referência) foi determinada, prioritariamente, a partir das vazões de projeto das ETEs (*vide* item 2.3.2), ou seja, indicam a capacidade de tratamento das plantas e não necessariamente a vazão média afluente. Os dados constantes no SNIS, por sua vez, são declarados por “companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas e, em muitos casos, pelas próprias prefeituras, por meio de suas secretarias ou departamentos, todos denominados no SNIS como prestadores de serviço” (SNSA/MCIDADES, 2016, p. 1) e referem-se às vazões afluentes às estações. Entretanto, vale ressaltar que, nos bancos de dados estaduais e federais analisados, foram detectadas diversas ETEs que não apresentavam informações de medição de vazão afluente, o que indica que alguns dados declarados ao SNIS são possivelmente fruto de estimativa a partir de dados de população e/ou consumo de água *per capita*. Outro aspecto a ser ressaltado é que este estudo avalia a capacidade de tratamento de esgotos dos municípios, o que não necessariamente corresponde às vazões de esgotos gerados em cada cidade, uma vez que, principalmente em regiões metropolitanas conurbadas, o esgoto de um município pode ser tratado em outro. Por fim, o somatório de  $Q_r$  resultou em valor cerca de duas vezes maior daquele das vazões de esgoto tratado apresentadas no SNIS 2015.

Além da avaliação das outorgas contidas no raio de ETE individualmente e da vazão outorgada por município, realizou-se identificação e quantificação, também por município, das outorgas contidas dentro do raio de qualquer ETE. Ou seja, foram agrupadas (dissolvidas) áreas definidas pelo raio de 10 km no entorno de cada ETE e contabilizadas as outorgas que se encontram no raio de 10 km de qualquer planta do município. Esse valor é, evidentemente, distinto da soma direta das vazões outorgadas

próximas a cada estação no município, dado que a mesma outorga comumente encontra-se próxima a mais de uma planta. A figura a seguir ilustra o conceito apresentado.

Figura 15 - Mapa de agrupamento das áreas de influência das ETEs por município



Fonte: ANA (2016, 2017b), Apac (2017) e Compesa (2017a).  
 Elaboração: Fukasawa (2017).

Denominou-se  $Q_{out}$  o valor do somatório, por município, das vazões outorgadas contidas dentro do raio de 10 km no entorno de qualquer ETE. Dessa análise, resulta o seguinte quadro, ordenado em ordem decrescente de  $Q_{out}$ . São apresentados também os valores de vazão de referência das ETEs ( $Q_r$ ) e o número de estações por município. Vale ressaltar que essa avaliação foi realizada considerando-se somente as ETEs existentes e que foram excluídos os municípios que não possuem nenhuma ETE (e, portanto,  $Q_{out}$  automaticamente igual a zero).

Tabela 30 -  $Q_{out}'$  e tratamento de esgoto agregados por município

Município	$Q_{out}'$ (l/s)	Nº out.	$Q_r$ (l/s)	Nº ETEs
Igarassu	426,4	63	3,1	2
Recife	200,7	139	1594,2	32
Cabo de Santo Agostinho	181,0	32	77,0	3
Abreu e Lima	151,0	67	105,3	2
Camaragibe	148,7	74	26,6	2
Paulista	114,5	67	685,0	4
Olinda	113,4	69	476,4	3
Jaboatão dos Guararapes	104,2	95	238,4	11
Goiana	72,1	17	1,0	1
São Lourenço da Mata	68,6	35	37,2	2
Petrolina	27,4	10	1097,0	13
Moreno	9,6	12	49,3	6
Vitória de Santo Antão	7,8	9	73,9	1
Ipojuca	5,7	5	64,0	2
Garanhuns	3,8	4	31,1	1
Nazaré da Mata	2,1	2	35,0	1
Cabrobó	1,9	1	0,0	1
Salgueiro	0,2	1	20,0	1
Sirinhaém	0,0	2	78,0	2
Rio Formoso	0,0	1	40,0	1
Caruaru	0,0	1	268,1	2
Santa Maria da Boa Vista	0	0	34,7	1
Buíque	0	0	0,0	1
Dormentes	0	0	36,0	1
Tamandaré	0	0	13,9	1
Ibimirim	0	0	0,0	1
Petrolândia	0	0	27,0	2
Barreiros	0	0	41,4	1
Gravatá	0	0	1,4	1
Moreilândia	0	0	0,4	1

Município	Q <sub>out</sub> ' (l/s)	Nº out.	Q <sub>r</sub> (l/s)	Nº ETEs
Ipubi	0	0	13,0	1
Bodocó	0	0	0,0	1
Fernando de Noronha	0	0	4,3	2
Calumbi	0	0	0,0	1
Arcoverde	0	0	16,1	2
Cedro	0	0	0,0	1
Surubim	0	0	113,5	1
Belém do São Francisco	0	0	0,0	1
Granito	0	0	0,0	1

Fonte: adaptado de ANA (2016, 2017b), Apac (2017) e Compesa (2017a).

A título de exemplo, o município de Igarassu apresenta o maior valor de  $Q_{out}'$  (426 l/s) do estado, valor expressivamente superior ao somatório das outorgas industriais em seu território (164 l/s), o que ocorre em razão da proximidade a Itapissuma e a diversas outorgas relevantes neste município. O mesmo ocorre na capital, Recife, que, por possuir ETEs próximas às divisas com Paulista e Jaboatão dos Guararapes, apresenta valor de  $Q_{out}'$  (201 l/s) superior ao de  $Q_{out}$  (81 l/s). Tal evento ocorre somente nos municípios da Região Metropolitana de Recife, dado que, no interior do estado, há baixo número de ETEs e as distâncias são demasiadamente grandes entre si.





## 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 por 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 respectivos custos médios finais, de forma a orientar tanto os clientes consumidores (industriais) quanto 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.

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

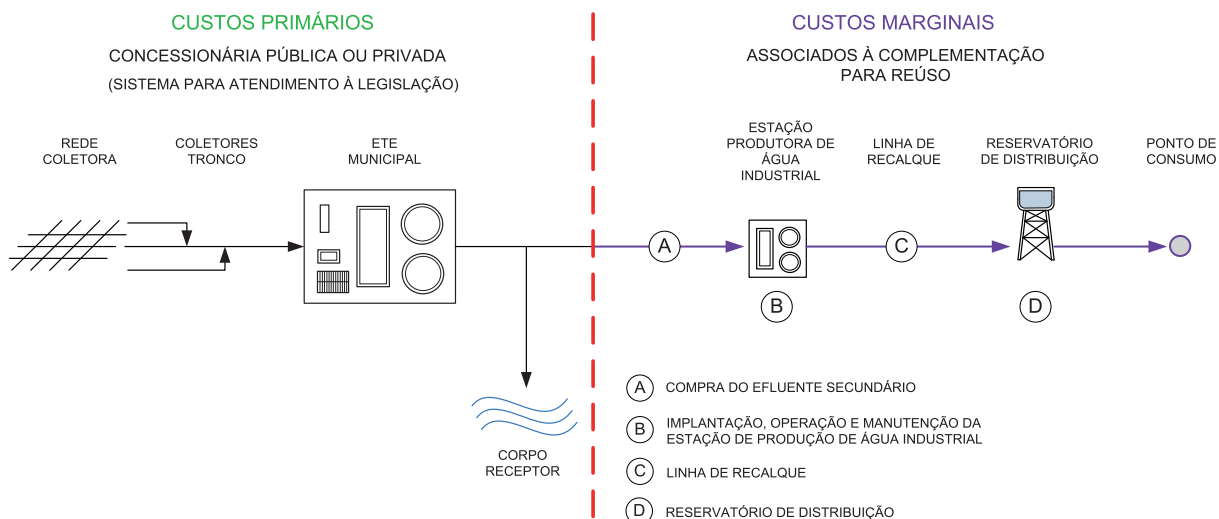
Os custos atribuídos ao reúso de água são exclusivamente os custos marginais associados às unidades de tratamento, à distribuição e reservação complementares necessárias para obtenção e uso de água de reúso com qualidade compatível com usos industriais não potáveis. Os custos primários associados aos 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 nº 357 e nº 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 16 ilustra, de maneira esquemática, as etapas elencadas na composição de custos.

Figura 16 - Custos primários e marginais associados ao reúso





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\$/m<sup>3</sup>, aos resultados obtidos pela estimativa.

Uma vez que as principais estações da RMSP são compostas por sistemas biológicos secundários de lodos ativados convencional, optou-se pela adaptação das plantas para que produzam efluentes com qualidade adequada para uma grande maioria de tipos de reúso<sup>8</sup>. 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 de 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 os 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 l/s a 500 l/s e linhas de distribuição com comprimento total de 9,0 km a 13,0 km, havendo sempre trecho por recalque (variando de 4,0 km 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

---

<sup>8</sup> Estipulou-se qualidade de água de reúso como aquela suficiente para uso em torres de resfriamento.

por gravidade que garantam que a perda de carga não ultrapasse a 15 mca<sup>9</sup> 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):**
  - $Q_1 = 50$  l/s.
  - $Q_2 = 100$  l/s.
  - $Q_3 = 200$  l/s.
  - $Q_4 = 500$  l/s.
- **Linha de distribuição:**
  - **Trecho de recalque:**
    - \*  $L_{R1} = 4,0$  km.
    - \*  $L_{R2} = 8,0$  km.
    - \* Material da tubulação: ferro fundido dúctil K9<sup>10</sup>.
    - \* Perdas de carga com  $\Sigma K_s$ <sup>11</sup> (sucção) = 2,25 e  $\Sigma K_s$  (recalque) = 9,3 para ambas as extensões.
    - \* Desnível geométrico ( $H_g$ <sup>12</sup>) = 50,0 m.
  - **Trecho de conduto forçado por gravidade:**
    - \*  $L_G = 5,0$  km.
    - \* Material da tubulação: ferro fundido dúctil K9.
    - \* Perdas de carga com  $\Sigma K_s = 9,0$ .
    - \* Desnível geométrico ( $H_g$ ) = 30,0 m .
- **Reservatório de distribuição:**
  - Para  $Q = 50$  l/s, volume de 500 m<sup>3</sup>.

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

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

11  $\Sigma K_s$ : somatório dos coeficientes singulares de perda de carga hidráulica, valor utilizado no cálculo das perdas de energia em tubulações em carga.

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

- Para Q = 100 l/s, volume de 1.000 m<sup>3</sup>.
- Para Q = 200 l/s, volume de 1.500 m<sup>3</sup>.
- Para Q = 500 l/s, volume de 2.000 m<sup>3</sup>.

Portanto, a associação entre as diferentes variáveis leva à criação de oito cenários distintos, ver tabela a seguir.

Tabela 31 - Cenários para estimativas de custos

Vazão (l/s)	Linha de distribuição			Reservatório de distribuição (m <sup>3</sup> )
	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).

### 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 (MBRs<sup>13</sup>) foi considerada como a instalação de sistemas de membranas completos, incluindo as membranas de ultrafiltração com poros de 0,035  $\mu\text{m}$ <sup>14</sup>, 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

<sup>13</sup> MBR: *membrane bioreactor*.

<sup>14</sup>  $\mu\text{m}$ : *micrômetro*, unidade de medida de comprimento equivalente à milionésima parte de um metro.

estações produtoras de água de reúso completas foi realizada em função das vazões médias produzidas e traduzidas em R\$/m<sup>3</sup> 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 32:

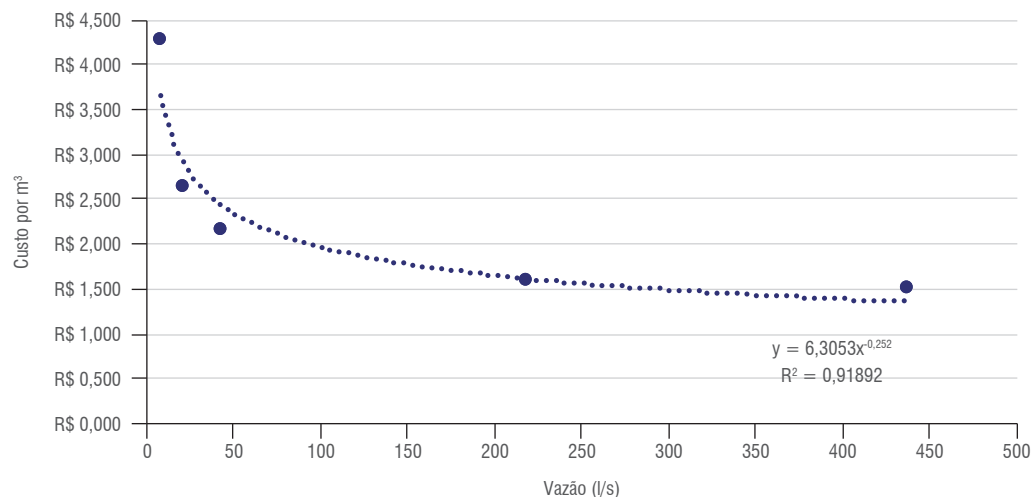
Tabela 32 - Dados de base para estimativa de Capex em função da vazão

Vazão L/s	8,76	21,90	43,81	219,04	438,08
Vazão (m <sup>3</sup> /d)	757,00	1.892,50	3.785,00	18.925,00	37.850,00
Vazão (m <sup>3</sup> /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\$/m <sup>3</sup>	4,25	2,63	2,13	1,59	1,49

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Da Tabela 32 foram segregados os valores de custo de capital relacionados com a vazão e seu indicador de R\$/m<sup>3</sup>. Com base nos dados de vazões e respectivos custos unitários dos investimentos para construção, fornecimento e montagem dos equipamentos (membranas, bombas, instrumentações, medidores etc.), foi gerado o gráfico mostrado na Figura 17 com a respectiva equação de aderência aos dados e seu coeficiente de determinação, R<sup>2</sup>.

Figura 17 - Gráfico dos custos de capital correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produção de água de reúso (R\$/m<sup>3</sup>)



Fonte: adaptado de CNI (2017).

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

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

### 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.).
- 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 são fundamentalmente dependentes 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. Desse 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 l/s até 500 l/s.

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

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

**Nota:** esta equação foi desenvolvida pelo eng. Lineu A. de Almeida com base na média de preços das instalações elevatórias, de diversas vazões, contratadas pela Sabesp, com I<sub>0</sub> 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 33 - 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

Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Nota: os preços desenvolvidos estão fundamentados com base na média de preços de diversas obras lineares, contratadas pela Sabesp, com I<sub>0</sub> de junho de 2010 e considerada uma atualização monetária 50% para recomposição de preços.

### 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 m<sup>3</sup> até 2.000 m<sup>3</sup>.

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

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

**Nota:** esta equação foi desenvolvida pelo eng. Lineu A. de Almeida com base na média de preços de diversos reservatórios, de diversos volumes, contratados pela Sabesp, com I<sub>0</sub> 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 34 - Valores utilizados para composição de tarifa média de energia elétrica

Distribuidora	Tarifa (R\$/MWh)
ESCELSA	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	<b>411,30</b>
Revisão Tarifaria de abr. 2016	<b>6,560%</b>
<b>Média corrigida para o período abril/16</b>	<b>438,28</b>

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 35), exceto gastos de energia elétrica, é gerado o gráfico mostrado na Figura 18 com a respectiva equação de aderência aos dados fornecidos.

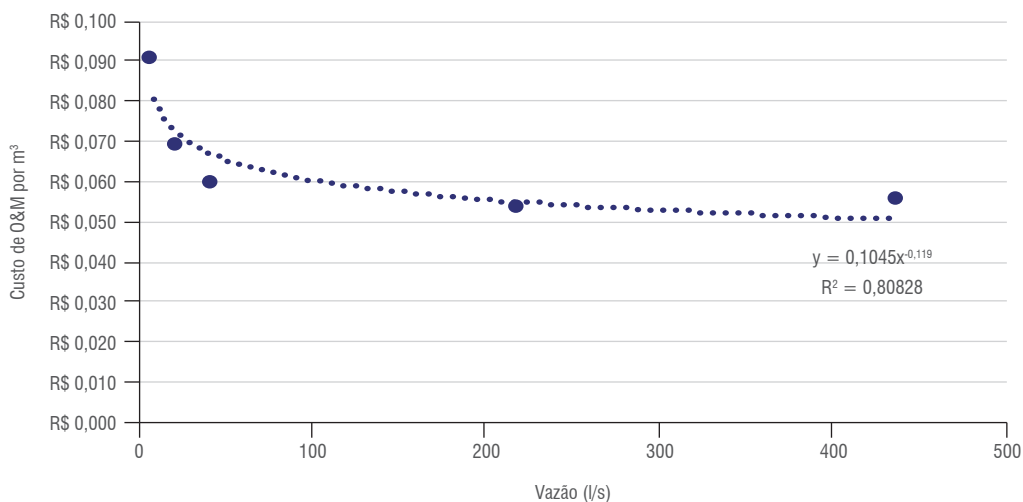
Tabela 35 - Dados de base para estimativa de Opex em função da vazão

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 a seguir dispõe a correlação entre vazão (l/s) e Opex (R\$/m³) a partir dos dados da Tabela 35, bem como apresenta a curva de tendência e sua respectiva aderência (coeficiente de determinação, R²).

Figura 18 - Gráfico dos custos de operação e manutenção correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produzir água de reúso (R\$/m<sup>3</sup>)



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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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 serão considerados fixo. O consumo de energia elétrica está considerado à parte.

Assumiu-se a necessidade de 1 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 30 anos.

- A taxa de atratividade definida em **12% ao ano (a.a.)**.
- Demais impostos com alíquotas normais: PIS/Cofins **9,25%** e IR e CSLL de **34%**.
- Desconsiderados impostos do tipo ISS.
- A taxa de contribuição para agência reguladora estimada em **0,5%**.
- A depreciação considerada em 30 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. Nesse caso, o *pay-back* será de 30 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 m<sup>3</sup> 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 a seguir.

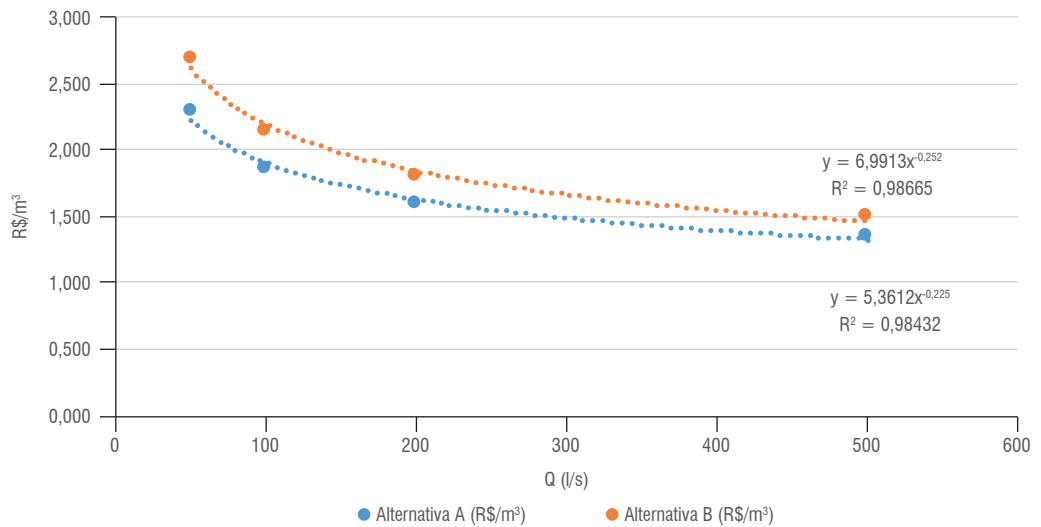
Tabela 36 - Custos estimados relativos ao sistema de reúso completo

Vazão (l/s)	Alternativa A (R\$/m <sup>3</sup> )	Alternativa B (R\$/m <sup>3</sup> )
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 a seguir dispõe a correlação entre vazão (l/s) e custos totais (R\$/m<sup>3</sup>) a partir dos dados da Tabela 36, bem como apresenta a curva de tendência e sua respectiva aderência (coeficiente de determinação, R<sup>2</sup>) para cada uma das alternativas.

Figura 19 - 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

A seguir 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 37 - Resumo dos custos estimados de Capex e Opex para os cenários propostos

Cenário (l/s)	Linha de distribuição			Reservatório de distribuição (m <sup>3</sup> )	Capex (R\$)	Opex (R\$/ano)	Custo (R\$/m <sup>3</sup> )
	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 16). 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 à regulação contratual.

Torna-se evidente que o valor por m<sup>3</sup> 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\$/m<sup>3</sup> 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 reservação etc.), chegando-se a novas curvas e equações e, conseqüentemente, modelagens distintas.







## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Banco de dados sobre ETEs estaduais e municipais com abrangência nacional**: ano base 2013. Brasília: ANA, 2016.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Planilha de outorgas federais emitidas**. 2017b. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/regulacao/principais-servicos/outorgas-emitidas>>. Acesso em: 14 set. 2017.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**: balanço hídrico quantitativo. 2017d. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/acesso-tematico/balanco-hidrico>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - APAC. **Plano Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Pernambuco**. Recife, 2015.

Disponível em: <[http://www.apac.pe.gov.br/down/PERHPE\\_volume1.pdf](http://www.apac.pe.gov.br/down/PERHPE_volume1.pdf)>.

Acesso em: 13 jun. 2018.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - APAC. **Banco de dados sobre outorgas estaduais industriais**. Recife: APAC, 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.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA. **Informações sobre as ETEs sob operação da companhia**. Recife: COMPESA, 2017.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA. **Governador entrega obra e anuncia investimentos em saneamento para Caruaru**. 2017b. Disponível em: <<http://servicos.compesa.com.br/governador-entrega-obra-e-anuncia-investimentos-em-saneamento-para-caruaru/>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

COMETTI, S. L. J. et al. **Diagnóstico Ambiental Comparativo entre 2014 e 2015 das Indústrias Têxteis (lavanderia de jeans) do Município de Toritama-PE**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7. Campina Grande, 2016.

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

Acesso em: 24 out. 2017.

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. 2017.

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](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**. Disponível em: <<ftp://ftp.mtpe.gov.br/pdet/microdados/>>. Acesso em: 2 out. 2017a.

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

PERNAMBUCO. **Resolução CRH nº04/2003**. Aprova o mapa de zoneamento explorável de águas subterrâneas na Região Metropolitana do Recife do estudo HIDROREC II. Recife: CRH, 2003. Disponível em: <[http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs\\_crh/IL\\_Resolucao\\_CRH\\_04\\_2003.pdf](http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs_crh/IL_Resolucao_CRH_04_2003.pdf)>. Acesso em: 14 jun. 2018.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO MINISTÉRIO DAS CIDADES - SNSA/MCIDADES. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgoto: 2015**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-eesgotos/diagnostico-ae-2015>. Acesso em: 14 jun. 2018.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DE PERNAMBUCO - SRHE.PE. **Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco**: manual de operações. 2017. Disponível em: <[http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/attachments/article/309/MANUAL%20DE%20OPERACOES\\_PSHPE.pdf](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/site/attachments/article/309/MANUAL%20DE%20OPERACOES_PSHPE.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2017.





## ANEXO A – RESULTADOS POR ETE

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LONG	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE001	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE CABANGA	ETE CABANGA - RECIFE	920,6	PRELIMINAR/ PRIMÁRIO	-8,080605	-34,893324	78,90046295	64	0,09
PE_ETE002	AMBOS	2610707	PAULISTA	ETE JANGA	ETE JANGA - PAULISTA	613,4	LODOS ATIVADOS	-7,927483	-34,846356	109,0104167	57	0,18
PE_ETE003	ANA	2609600	OLINDA	ETE PEIXINHOS	ETE PEIXINHOS - OLINDA	470,0	UASB + POLIMENTO	-8,017493	-34,878074	110,7233796	63	0,24
PE_ETE004	COMPESA	2611101	PETROLINA	ETE IZACOLÂNDIA	ETE IZACOLÂNDIA - PETROLINA	384,0	LAGOAS	-9,382376	-40,523625	19,44989853	6	0,05
PE_ETE005	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE IMBIRIBEIRA (DANCING DAYS)	ETE IMBIRIBEIRA (DANCING DAYS) - RECIFE	290,0	UASB + POLIMENTO	-8,10065	-34,919584	91,02199073	76	0,31
PE_ETE006	AMBOS	2604106	CARUARU	ETE CARUARU I	ETE CARUARU I - CARUARU	250,0	UASB + POLIMENTO	-8,283541	-35,937134	0	1	0,00
PE_ETE007	COMPESA	2611101	PETROLINA	ETE CENTRO - NOVA	ETE CENTRO - NOVA - PETROLINA	186,0	UASB + POLIMENTO	-9,402815	-40,471597	19,65601218	8	0,11
PE_ETE009	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE MINERVA	ETE MINERVA - RECIFE	171,1	UASB + POLIMENTO	-7,996579	-34,908736	114,6238426	69	0,67
PE_ETE010	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE JOÃO DE DEUS	ETE JOÃO DE DEUS - PETROLINA	136,0	LAGOAS	-9,350136	-40,533206	15,98718924	5	0,12
PE_ETE011	ANA	2614501	SURUBIM	ETE SURUBIM	ETE SURUBIM - SURUBIM	113,5	UASB + POLIMENTO	-7,821839	-35,742649	0		0,00
PE_ETE012	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE OURO PRETO	ETE OURO PRETO - PETROLINA	108,0	LAGOAS	-9,382728	-40,524714	19,44989853	6	0,18
PE_ETE013	ANA	2600054	ABREU E LIMA	ETE CAETÉS	ETE CAETÉS - ABREU E LIMA	102,8	LAGOAS	-7,917172	-34,905711	114,9131944	64	1,12
PE_ETE014	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE COHAB IV	ETE COHAB IV - PETROLINA	91,0	LAGOAS	-9,386056	-40,527222	23,72387113	7	0,26

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/ QR
PE_ETE015	AMBOS	2616407	VITÓRIA DE SANTO ANTÃO	ETE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO	ETE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - VITÓRIA DE SANTO ANTÃO	73,9	UASB + POLIMENTO	-8,10719722	-35,27155556	7,77488426	9	0,11
PE_ETE016	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE MANOEL DOS ARROZ	ETE MANOEL DOS ARROZ - PETROLINA	67,0	LAGOAS	-9,379408	-40,507781	21,96131405	7	0,33
PE_ETE017	AMBOS	2607208	IPOJUCA	ETE NOSSA SENHORA DO Ó	ETE NOSSA SENHORA DO Ó - IPOJUCA	64,0	LAGOAS	-8,452041	-35,011803	5,650462963	5	0,09
PE_ETE018	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE MARCOS FREIRE	ETE MARCOS FREIRE - JABOATÃO DOS GUARARAPES	61,9	LAGOAS	-8,143011	-34,966338	96,40393518	79	1,56
PE_ETE019	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE CURADO IV	ETE CURADO IV - JABOATÃO DOS GUARARAPES	53,0	LAGOAS	-8,076658	-34,994811	78,34837963	52	1,48
PE_ETE020	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE ENGENHO DO MEIO / RODA DE FOGO	ETE ENGENHO DO MEIO / RODA DE FOGO - RECIFE	46,1	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,063328	-34,939619	84,49999999	68	1,83
PE_ETE021	AMBOS	2614204	SIRINHAÉM	ETE SIRINHAÉM	ETE SIRINHAÉM - SIRINHAÉM	42,0	LAGOAS	-8,59879722	-35,10794722	0	1	0,00
PE_ETE022	AMBOS	2601409	BARREIROS	ETE BARREIROS	ETE BARREIROS - BARREIROS	41,4	LAGOAS	-8,82666667	-35,17479722	0	0	0,00
PE_ETE023	AMBOS	2602902	CABO DE SANTO AGOSTINHO	ETE CABO (PARQUE PIRAPAMA)	ETE CABO (PARQUE PIRAPAMA) - CABO DE SANTO AGOSTINHO	41,4	LAGOAS	-8,295489	-35,02623	179,8012732	31	4,34

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE024	AMBOS	2611903	RIO FORMOSO	ETE RIO FORMOSO	ETE RIO FORMOSO - RIO FORMOSO	40,0	UASB + POLIMENTO	-8,65526944	-35,14778333	0	1	0,00
PE_ETE025	AMBOS	2614204	SIRINHAÉM	ETE BARRA DE SIRINHAÉM	ETE BARRA DE SIRINHAÉM - SIRINHAÉM	36,0	LAGOAS	-8,62309444	-35,06958056	0,034722222	2	0,00
PE_ETE026	AMBOS	2605152	DORMENTES	ETE DORMENTES	ETE DORMENTES - DORMENTES	36,0	LAGOAS	-8,45706	-40,761203	0	0	0,00
PE_ETE027	ANA	2610707	PAULISTA	ETE ARTHUR LUNDGREN	ETE ARTHUR LUNDGREN - PAULISTA	35,8	LAGOAS	-7,929614	-34,888081	113,3969907	64	3,17
PE_ETE028	AMBOS	2610707	PAULISTA	ETE JARDIM PAULISTA	ETE JARDIM PAULISTA - PAULISTA	35,8	LAGOAS	-7,945159	-34,903484	111,9039352	65	3,13
PE_ETE029	AMBOS	2602902	CABO DE SANTO AGOSTINHO	ETE GAIBU	ETE GAIBU - CABO DE SANTO AGOSTINHO	35,6	UASB + POLIMENTO	-8,34472	-34,963757	173,0393519	20	4,86
PE_ETE030	AMBOS	2609501	NAZARÉ DA MATA	ETE NAZARÉ DA MATA	ETE NAZARÉ DA MATA - NAZARÉ DA MATA	35,0	LAGOAS	-7,737861	-35,212806	2,141203703	2	0,06
PE_ETE031	ANA	2612604	SANTA MARIA DA BOA VISTA	ETE SANTA MARIA DA BOA VISTA	ETE SANTA MARIA DA BOA VISTA - SANTA MARIA DA BOA VISTA	34,7	LAGOAS	-8,802492	-39,817625	0	0	0,00
PE_ETE032	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE LOTEAMENTO RECIFE	ETE LOTEAMENTO RECIFE - PETROLINA	33,0	LAGOAS	-9,369742	-40,478589	19,65601218	8	0,60
PE_ETE033	AMBOS	2613701	SÃO LOURENÇO DA MATA	ETE PARQUE CAPIBARIBE / SÃO LOURENÇO DA MATA	ETE PARQUE CAPIBARIBE / SÃO LOURENÇO DA MATA - SÃO LOURENÇO DA MATA	31,7	LAGOAS	-8,01531	-35,039744	68,49537037	34	2,16



ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE034	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE CAÇOTE	ETE CAÇOTE - RECIFE	31,3	LODOS ATIVADOS	-8,099053	-34,925872	93,49884258	79	2,99
PE_ETE036	AMBOS	2606002	GARANHUNS	ETE GARANHUNS	ETE GARANHUNS - GARANHUNS	31,1	LAGOAS	-8,863905	-36,452863	3,761574074	4	0,12
PE_ETE035	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE MANGUEIRA	ETE MANGUEIRA - RECIFE	31,1	UASB + POLIMENTO	-8,077831	-34,924787	88,0474537	73	2,83
PE_ETE037	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE MURIBECA	ETE MURIBECA - JABOATÃO DOS GUARARAPES	28,1	PRELIMINAR/ PRIMÁRIO	-8,161725	-34,959575	92,6423611	79	3,29
PE_ETE038	COMPESA	2611101	PETROLINA	ETE PORTO FLUVIAL	ETE PORTO FLUVIAL - PETROLINA	27,0	LAGOAS	-9,397479	-40,520107	23,72387113	7	0,88
PE_ETE039	ANA	2611002	PETROLÂNDIA	ETE 2	ETE 2 - PETROLÂNDIA	27,0	LAGOAS	-9,21355614	-38,28466393	0	0	0,00
PE_ETE040	COMPESA	2609402	MORENO	ETE MORENO 3	ETE MORENO 3 - MORENO	25,4	LAGOAS	-8,124907	-35,080518	7,15625	8	0,28
PE_ETE041	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE RIO CORRENTE	ETE RIO CORRENTE - PETROLINA	23,0	LAGOAS	-9,394222	-40,552206	23,72387113	7	1,03
PE_ETE042	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE DOM HELDER CÂMARA	ETE DOM HELDER CÂMARA - JABOATÃO DOS GUARARAPES	22,3	LAGOAS	-8,195275	-34,936292	26,39236111	51	1,19
PE_ETE043	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE BARRA DE JANGADA	ETE BARRA DE JANGADA - JABOATÃO DOS GUARARAPES	21,2	LODOS ATIVADOS	-8,218496	-34,934209	26,04513888	49	1,23
PE_ETE045	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE COHAB VI)	ETE COHAB VI) - PETROLINA	20,0	LAGOAS	-9,401322	-40,550811	23,72387113	7	1,19

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE044	AMBOS	2612208	SALGUEIRO	ETE SALGUEIRO	ETE SALGUEIRO - SALGUEIRO	20,0	UASB + POLIMENTO	-8,063179	-39,123934	0,208533333	1	0,01
PE_ETE046	AMBOS	2604106	CARUARU	ETE CARUARU II	ETE CARUARU II - CARUARU	18,1	PRELIMINAR/ PRIMÁRIO	-8,29560599	-35,931022	0	1	0,00
PE_ETE047	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE VILA RICA	ETE VILA RICA - JABOATÃO DOS GUARARAPES	16,5	LAGOAS	-8,120267	-35,028056	77,67708333	45	4,70
PE_ETE048	ANA	2603454	CAMARAGIBE	ETE CAMARAGIBE	ETE CAMARAGIBE - CAMARAGIBE	16,3	OUTROS	-8,027125	-34,93171	148,6284722	73	9,14
PE_ETE049	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE JARDIM PETRÓPOLIS	ETE JARDIM PETRÓPOLIS - PETROLINA	15,0	LAGOAS	-9,390664	-40,55495	23,72387113	7	1,58
PE_ETE050	AMBOS	2614857	TAMANDARÉ	ETE TAMANDARÉ	ETE TAMANDARÉ - TAMANDARÉ	14,0	LAGOAS	-8,74578056	-35,10873333	0	0	0,00
PE_ETE051	COMPESA	2609402	MORENO	ETE BONANÇA	ETE BONANÇA - MORENO	13,3	UASB + POLIMENTO	-8,108944	-35,200932	2,905092591	7	0,22
PE_ETE052	ANA	2607307	IPUBI	ETE IPUBI	ETE IPUBI - IPUBI	13,0	LAGOAS	-7,664622	-40,139639	0	0	0,00
PE_ETE053	ANA	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE CAJUEIRO SECO - OLHO D'ÁGUA	ETE CAJUEIRO SECO - OLHO D'ÁGUA - JABOATÃO DOS GUARARAPES	12,5	UASB + POLIMENTO	-8,176126	-34,936752	33,79976651	54	2,70
PE_ETE054	ANA	2611606	RECIFE	ETES - 11 (LAGOA ENCANTADA)	ETES - 11 (LAGOA ENCANTADA) - RECIFE	12,3	LAGOAS	-8,127342	-34,949907	96,90162036	80	7,85
PE_ETE055	ANA	2603454	CAMARAGIBE	ETES - 12 (VALE DAS PEDREIRAS)	ETES - 12 (VALE DAS PEDREIRAS) - CAMARAGIBE	10,3	UASB	-8,00705	-34,967122	124,6122685	63	12,11

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/ QR
PE_ETE056	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE PRAIA GRANDE	ETE PRAIA GRANDE - JABOATÃO DOS GUARARAPES	9,4	UASB + POLIMENTO	-8,200678	-34,935572	26,39236111	51	2,80
PE_ETE057	ANA	2611606	RECIFE	ETE FELIPE CAMARÃO	ETE FELIPE CAMARÃO - RECIFE	9,3	LAGOAS	-8,081797	-34,951081	91,29976851	76	9,87
PE_ETE058	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE RUA DO RIO / BEIRINHA	ETE RUA DO RIO / BEIRINHA - RECIFE	9,1	UASB	-8,092014	-34,923536	91,92476851	78	10,11
PE_ETE059	ANA	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE CURADO I	ETE CURADO I - JABOATÃO DOS GUARARAPES	8,7	LAGOAS	-8,081617	-34,986139	87,27199073	66	10,03
PE_ETE061	AMBOS	2601201	ARCOVERDE	ETE ARCOVERDE I	ETE ARCOVERDE I - ARCOVERDE	8,0	LAGOAS	-8,403433	-37,080996	0	0	0,00
PE_ETE060	AMBOS	2601201	ARCOVERDE	ETE ARCOVERDE II	ETE ARCOVERDE II - ARCOVERDE	8,0	LAGOAS	-8,403433	-37,080996	0	0	0,00
PE_ETE062	ANA	2611606	RECIFE	ETE CANAÃ / BELA VISTA	ETE CANAÃ / BELA VISTA - RECIFE	7,8	UASB	-7,992044	-34,927969	159,53125	80	20,45
PE_ETE063	AMBOS	2611101	PETROLINA	ETE VILA MARCELA	ETE VILA MARCELA - PETROLINA	7,0	LAGOAS	-9,356669	-40,473978	19,65601218	8	2,81
PE_ETE064	ANA	2611606	RECIFE	ETE VILA DOS MILAGRES	ETE VILA DOS MILAGRES - RECIFE	6,4	UASB	-8,116775	-34,944384	96,92476851	81	15,19
PE_ETE065	COMPESA	2611606	RECIFE	ETE EES 22	ETE EES 22 - RECIFE	6,4	OUTROS	-8,131958	-34,946664	98,38310184	82	15,44

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE066	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE JARDIM PLANALTO (VINICIUS DE MORAES)	ETE JARDIM PLANALTO (VINICIUS DE MORAES) - RECIFE	6,3	PRELIMINAR/ PRIMÁRIO	-8,084664	-34,959461	92,27199073	74	14,65
PE_ETE067	AMBOS	2613701	SÃO LOURENÇO DA MATA	ETE ARENA PERNAMBUCO	ETE ARENA PERNAMBUCO - SÃO LOURENÇO DA MATA	5,6	UASB + POLIMENTO	-8,003383	-35,041553	64,07407407	30	11,52
PE_ETE068	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE JARDIM UCHOA	ETE JARDIM UCHOA - RECIFE	4,9	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,102481	-34,936375	94,23958332	79	19,08
PE_ETE069	ANA	2611606	RECIFE	ETE BURITI 01	ETE BURITI 01 - RECIFE	4,8	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,010922	-34,930242	169,3923611	89	35,14
PE_ETE070	AMBOS	2607901	JABOATÃO DOS GUARARAPES	ETE MULTIFABRIL	ETE MULTIFABRIL - JABOATÃO DOS GUARARAPES	4,8	LAGOAS	-8,106789	-35,026719	73,66087963	39	15,38
PE_ETE071	ANA	2611606	RECIFE	ETE PLANETA DOS MACACOS	ETE PLANETA DOS MACACOS - RECIFE	4,4	UASB	-8,077131	-34,940336	88,71874999	73	19,98
PE_ETE072	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE CAFESÓPOLIS	ETE CAFESÓPOLIS - RECIFE	4,4	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,099189	-34,907956	84,95717592	73	19,44
PE_ETE073	AMBOS	2605459	FERNANDO DE NORONHA	ETE FERNANDO DE NORONHA (CACHORRO)	ETE FERNANDO DE NORONHA (CACHORRO) - FERNANDO DE NORONHA	4,3	UASB + POLIMENTO	-3,840154	-32,40801	0	0	0,00

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE074	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE VILA BURITI (A. CARNEIRO)	ETE VILA BURITI (A. CARNEIRO) - RECIFE	4,3	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,012392	-34,928539	171,0127315	90	39,68
PE_ETE075	ANA	2609600	OLINDA	ETE PASSARINHO I E II	ETE PASSARINHO I E II - OLINDA	4,0	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-7,981111	-34,918508	111,0011574	65	28,10
PE_ETE076	ANA	2611606	RECIFE	ETE JARDIM SÃO PAULO	ETE JARDIM SÃO PAULO - RECIFE	3,7	UASB	-8,079556	-34,940617	89,41319444	74	24,17
PE_ETE077	ANA	2609402	MORENO	ETE - 04	ETE - 04 - MORENO	3,5	UASB + POLIMENTO	-8,120819	-35,0979	7,083333333	7	2,01
PE_ETE078	AMBOS	2609402	MORENO	ETE MORENO 1	ETE MORENO 1 - MORENO	3,5	PRELIMINAR/ PRIMÁRIO	-8,12479	-35,080719	7,15625	8	2,03
PE_ETE079	ANA	2611606	RECIFE	ETE VILA ARRAES	ETE VILA ARRAES - RECIFE	3,4	UASB	-8,045656	-34,962164	102,5405093	56	30,52
PE_ETE080	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE VILA BURITI (PLATÔ)	ETE VILA BURITI ( PLATÔ) - RECIFE	3,2	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,010208	-34,927669	169,3923611	89	53,61
PE_ETE081	AMBOS	2606804	IGARASSU	ETE IGARASSU	ETE IGARASSU - IGARASSU	3,1	LAGOAS	-7,839604	-34,9113	426,3541666	63	137,53
PE_ETE082	ANA	2600054	ABREU E LIMA	ETE MATINHA	ETE MATINHA - ABREU E LIMA	2,6	UASB	-7,899169	-34,904469	150,02899352	65	58,83
PE_ETE083	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE VILA BURITI (VOVÔ)	ETE VILA BURITI (VOVÔ) - RECIFE	2,5	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,008711	-34,926858	169,3923611	89	69,14
PE_ETE084	ANA	2609600	OLINDA	ETE VILA ESPERANÇA I E II	ETE VILA ESPERANÇA I E II - OLINDA	2,4	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-7,993847	-34,909162	111,2094907	66	45,95
PE_ETE085	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE ABENÇOADA POR DEUS	ETE ABENÇOADA POR DEUS - RECIFE	2,4	UASB + POLIMENTO	-8,036667	-34,93	114,068287	64	48,13

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE086	ANA	2611606	RECIFE	ETE CAXANGÁ III	ETE CAXANGÁ III - RECIFE	2,2	UASB	-8,051144	-34,956911	81,0011574	58	36,49
PE_ETE087	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE APIPUCOS	ETE APIPUCOS - RECIFE	2,1	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,021578	-34,933783	152,7372685	76	73,43
PE_ETE088	ANA	2609402	MORENO	ETE - 05	ETE - 05 - MORENO	1,8	UASB + POLIMENTO	-8,115527	-35,081178	7,15625	8	4,02
PE_ETE089	COMPESA	2609402	MORENO	ETE MORENO 2	ETE MORENO 2 - MORENO	1,8	PRELIMINAR/ PRIMÁRIO	-8,115392	-35,081234	7,15625	8	4,04
PE_ETE090	ANA	2606408	GRAVATÁ	ETE VILA COHAB	ETE VILA COHAB - GRAVATÁ	1,4	OUTROS	-8,219474	-35,551586	0	0	0,00
PE_ETE091	ANA	2606200	GOIANA	ETE GOIANA	ETE GOIANA - GOIANA	1,0	LAGOAS	-7,572881	-34,984131	72,05416666	17	71,34
PE_ETE092	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE UR-7- VARZEA	ETE UR-7- VARZEA - RECIFE	0,9	UASB	-8,03852	-34,978135	99,79745371	47	106,17
PE_ETE093	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE VILA CARDEAL E SILVA	ETE VILA CARDEAL E SILVA - RECIFE	0,9	UASB + POLIMENTO	-8,096372	-34,931028	93,8460648	80	99,84
PE_ETE094	AMBOS	2611606	RECIFE	ETE VILA FELICIDADE	ETE VILA FELICIDADE - RECIFE	0,9	UASB	-8,022894	-34,957375	112,1122685	64	120,55
PE_ETE096	ANA	2611606	RECIFE	ETE - CEL FABRICIANO	ETE - CEL FABRICIANO - RECIFE	0,7	UASB + POLIMENTO	-8,121194	-34,912514	89,64467592	75	121,14
PE_ETE095	COMPESA	2611606	RECIFE	ETE CORONEL FABRICIANO	ETE CORONEL FABRICIANO - RECIFE	0,7	FOSSA + FILTRO ANAERÓBIO	-8,122522	-34,913426	89,64467592	75	121,14
PE_ETE097	ANA	2614303	MOREILÂNDIA	ETE MOREILÂNDIA	ETE MOREILÂNDIA - MOREILÂNDIA	0,4	LAGOAS	-7,637722	-39,551373	0	0	0,00

ID	FONTE	CÓDIGO	MUNICÍPIO	NOME ETE	NOME ETE + MUNICÍPIO	QR (L/S)	PROCESSO	LAT	LON	QOUT (L/S)	Nº DE OUTORGAS	QOUT/QR
PE_ETE117	ANA	2601607	BELÉM DO SÃO FRANCISCO	ETE BELÉM DE SÃO FRANCISCO	ETE BELÉM DE SÃO FRANCISCO - BELÉM DO SÃO FRANCISCO	0,0	LAGOAS	-8,762611	-38,960182	0	0	-
PE_ETE112	ANA	2602001	BODOCÓ	ETE BODOCÓ	ETE BODOCÓ - BODOCÓ	0,0	LAGOAS	-7,788177	-39,943412	0	0	-
PE_ETE115	ANA	2602803	BUÍQUE	ETE BUÍQUE	ETE BUÍQUE - BUÍQUE	0,0	LAGOAS	-8,610071	-37,157317	0	0	-
PE_ETE114	ANA	2603009	CABROBÓ	ETE CABROBÓ	ETE CABROBÓ - CABROBÓ	0,0	LAGOAS	-8,516737	-39,296578	1,917808219	1	-
PE_ETE113	ANA	2603405	CALUMBI	ETE CALUMBI	ETE CALUMBI - CALUMBI	0,0	OUTROS	-7,941654	-38,148239	0	0	-
PE_ETE110	ANA	2604304	CEDRO	ETE CEDRO	ETE CEDRO - CEDRO	0,0	LAGOAS	-7,720273	-39,232343	0	0	-
PE_ETE111	ANA	2606309	GRANITO	ETE GRANITO	ETE GRANITO - GRANITO	0,0	LAGOAS	-7,720423	-39,618245	0	0	-
PE_ETE116	ANA	2606606	IBIMIRIM	ETE IBIMIRIM	ETE IBIMIRIM - IBIMIRIM	0,0	OUTROS	-8,62460333	-37,65964889	0	0	-
PE_ETE117	ANA	2601607	BELÉM DO SÃO FRANCISCO	ETE BELÉM DE SÃO FRANCISCO	ETE BELÉM DE SÃO FRANCISCO - BELÉM DO SÃO FRANCISCO	0,0	LAGOAS	-8,762611	-38,960182	0	0	-

**CNI**

*Paulo Afonso Ferreira*

Presidente em exercício

**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

**Superintendência de Relações Públicas**

*Ana Maria Curado Matta*

Superintendente de Relações Públicas

*Andre Augusto de Oliveira Dias*

Produção Editorial

**Diretoria de Serviços Corporativos – DSC**

*Fernando Augusto Trivellato*

Diretor de Serviços Corporativos

**Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF**

*Maurício Vasconcelos de Carvalho*

Gerente Executivo de Administração, Documentação e Informação

*Alberto Nemoto Yamaguti*

Normalização

---

**FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO - FIEPE**

*Ricardo Essinger*

Diretor-Presidente

**Conselho Temático de Meio Ambiente - FIEPE**

*Anísio Bezerra Coelho*

Presidente

**Gerência de Relações Industriais**

*Abraão Rodrigues Lira*

Gerente

*Maria Izabel Lima Tavares*

Assistente



**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

*Danúzia Queiroz*

Revisão gramatical

*Editorar Multimídia*

Projeto Gráfico e Diagramação



Confederação Nacional da Indústria  
**PELO FUTURO DA INDÚSTRIA**