REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

FINDES
CINDES
SESI
SENAI
IEL
IDEIES

FINDES

CNI

Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI
Robson Braga de Andrade
Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial
Carlos Eduardo Abijaodi
Diretor

Diretoria de Relações Institucionais
Mônica Messenberg Guimarães
Diretora

Diretoria de Serviços Corporativos
Fernando Augusto Trivellato
Diretor

Diretoria Jurídica
Hélio José Ferreira Rocha
Diretor

Diretoria de Comunicação
Ana Maria Curado Matta
Diretora

Diretoria de Educação e Tecnologia
Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor

Diretoria de Inovação
Gianna Cardoso Sagazio
Diretora

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – FINDES

Presidente
Léo de Castro

Primeiro Vice-Presidente
José Carlos Zanotelli

Vice-Presidentes
Carlos Augusto Lira Aguiar
José Armando de Figueiredo Campos
José Carlos Bergamin
Luciano Raizer Moura
Luiz Rigoni
Manoel de Souza Pimenta Neto
Paulo Alexandre Gallis Pereira Baraona
Raphael Cassaro Machado

1º Diretor Administrativo
Alejandro Duenas

2º Diretor Administrativo
José Augusto Rocha

1º Diretor Financeiro
Renato Miguez Menezes

2º Diretor Financeiro
Eduardo Dalla Mura do Carmo

3º Diretor Financeiro
Elcio Alves

Diretores
Ademilse Guidini
Cristhine Samorini
Egídio Malanquini
Elder Elias Giordano Marin
Franco Machado
Geraldo Santana Machado
João Baptista Depizzol Neto
Luiz Carlos Azevedo de Almeida
Neviton Helmer Gasparini
Ortêmio Locatelli Filho
Paulo Roberto Almeida Vieira
Paulo Roberto Gonçalves Pereira
Wellington Simões Villaschi Filho
Wilmar dos Santos Barroso Filho
Valkineria Cristina Meirelles Bussular
Vladimir Rossi
Ricardo Zupeli de Paulo
Romário José Correa de Araújo
Sergio Rodrigues da Costa
Tales Pena Machado

Conselho de Representantes na CNI
Titulares
Léo de Castro
Marcos Guerra
Suplentes
Luiz Rigoni
José Carlos Zanotelli

Conselho Fiscal
Titulares
Antônio Tavares Azevedo de Brito
Bruno Moreira Balarini
Ednilson Caniçali
Suplentes
Aderval Casagrande
Marcos Roberto Casagrande Binda
Zilma Bauer Gomes

Superintendente Corporativo da Findes
Marcos Alexandre Penedo Gonçalves

Conselho Temático de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Coemas)
Presidente
João Bosco Reis da Silva
Vice-Presidente
Oldaque L. Campos Jr.
Executivo
Graciele Belisário Gobetti

REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL: AVALIAÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Brasília, 2019

CNI
Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

© 2019. CNI – Confederação Nacional da Indústria
Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI
Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS

FICHA CATALOGRÁFICA

C748r

Confederação Nacional da Indústria.
Reúso de efluentes para abastecimento industrial: avaliação da oferta e da demanda no estado do Espirito Santo / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2018.
95 p. : il.

ISBN 978-85-7957-232-6

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

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – SOLICITAÇÃO DE DADOS 14
TABELA 2 – FILTRO DE DADOS - OUTORGAS DA ANA 15
TABELA 3 – AGRUPAMENTO DE PROCESSOS DE TRATAMENTO 17
TABELA 4 – SEÇÕES CNAE 2.0 CONTEMPLADAS NO ESTUDO 21
TABELA 5 – FONTES DE DADOS - SÍNTESE 22
TABELA 6 – PRINCIPAIS INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E COLETA/ TRATAMENTO DE ESGOTOS DO ESTADO DE ACORDO COM SNIS 2017 24
TABELA 7 – FONTE DE DADOS – DEMANDAS 26
TABELA 8 – FILTRO DE DADOS – OUTORGAS DA AGERH 27
TABELA 9 – VAZÕES OUTORGADAS E NÚMERO DE OUTORGAS 27
TABELA 10 – PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO OUTORGADA DE CAPTAÇÃO INDUSTRIAL 29
TABELA 11 – TRÊS MAIORES OUTORGAS DE CAPTAÇÃO INDUSTRIAL NO ESTADO 30
TABELA 12 – FONTE DE DADOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS 31
TABELA 13 – ETES E VAZÕES DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS 32
TABELA 14 – ETES EXISTENTES E EM PROJETO/OBRAS POR VAZÃO E PROCESSO 34
TABELA 15 – ETES EM PROJETO/OBRAS POR VAZÃO E PROCESSO 35
TABELA 16 – DEZ PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO 37
TABELA 17 – DEZ PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO POR PROCESSO 37
TABELA 18 – DEZ PRINCIPAIS MUNICÍPIOS EM TERMOS DE VAZÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO 38
TABELA 19 – PIB INDUSTRIAL E VARIAÇÃO (2002–2016) POR MUNICÍPIO 39
TABELA 20 – NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS POR MUNICÍPIO 40
TABELA 21 – PRINCIPAIS DIVISÕES DA CNAE 2.0 EM NÚMEROS DE EMPREGOS 40
TABELA 22 – DISTRIBUIÇÃO DE EMPREGOS POR DIVISÃO CNAE 2.0 E MUNICÍPIO 43
TABELA 23 – NÚMERO DE ETES POR FAIXA DE VAZÃO INDUSTRIAL OUTORGADA NAS PROXIMIDADES – CENÁRIO ATUAL 45
TABELA 24 – 20 MAIORES ETES E VAZÕES OUTORGADAS – CENÁRIO ATUAL 45
TABELA 25 – ETES COM AS 20 MAIORES VAZÕES OUTORGADAS NO ENTORNO – CENÁRIO ATUAL 46
TABELA 26 – NÚMERO DE ETES POR FAIXA DE VAZÃO INDUSTRIAL OUTORGADA NAS PROXIMIDADES – CENÁRIO FUTURO 50
TABELA 27 – 20 MAIORES ETES E VAZÕES OUTORGADAS – CENÁRIO FUTURO 50
TABELA 28 – DEMANDA INDUSTRIAL E TRATAMENTO DE ESGOTO AGREGADOS POR MUNICÍPIO 56

TABELA 29 – Q_{OUT}' E TRATAMENTO DE ESGOTO AGREGADOS POR MUNICÍPIO 59
TABELA 30 – CENÁRIOS PARA ESTIMATIVAS DE CUSTOS 65
TABELA 31 – DADOS DE BASE PARA ESTIMATIVA DE CAPEX EM FUNÇÃO DA VAZÃO.....66
TABELA 32 – ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA OBRAS LINEARES 69
TABELA 33 – VALORES UTILIZADOS PARA COMPOSIÇÃO DE TARIFA MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA..... 70
TABELA 34 – DADOS DE BASE PARA ESTIMATIVA DE OPEX EM FUNÇÃO DA VAZÃO 71
TABELA 35 – CUSTOS ESTIMADOS RELATIVOS AO SISTEMA DE REÚSO COMPLETO 73
TABELA 36 – RESUMO DOS CUSTOS ESTIMADOS DE CAPEX E OPEX PARA OS CENÁRIOS PROPOSTOS..... 74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DE CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DE Q_R (VAZÃO DE REFERÊNCIA) DAS ETES 23
FIGURA 2 – MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR CONCEDENTE 34
FIGURA 3 – MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO 34
FIGURA 4 – MAPA DE OUTORGAS INDUSTRIAIS POR VAZÃO E TOTALIZAÇÃO POR MUNICÍPIO 36
FIGURA 5 – MAPA DAS ETES EXISTENTES POR VAZÃO – CENÁRIO ATUAL 39
FIGURA 6 – MAPA DAS ETES POR VAZÃO – CENÁRIO FUTURO 39
FIGURA 7 – MAPA DE ETES POR PROCESSO – CENÁRIO ATUAL 42
FIGURA 8 – MAPA DE ETES POR PROCESSO – CENÁRIO FUTURO 42
FIGURA 9 – MAPA DAS ETES EXISTENTES POR PROCESSO E ATENDIMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS POR MUNICÍPIO 44
FIGURA 10 – MAPA DO NÚMERO DE EMPREGOS INDUSTRIAIS E PIB INDUSTRIAL POR MUNICÍPIO 47

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 11

APRESENTAÇÃO 13

INTRODUÇÃO 15

1 METODOLOGIA 17

1.1 Aspectos gerais 17
1.2 Demandas industriais 18
1.3 Ofertas de esgoto tratado 21
1.4 Indústria 24
1.5 Identificação de oportunidades 25
1.6 Fontes de dados – síntese 26

2 ESPÍRITO SANTO 29

2.1 Caracterização geral do estado 29
2.2 Reuniões presenciais e solicitação de informações 31
2.3 Identificação das demandas industriais 32
2.4 Identificação das ofertas 37
2.5 Perfil da indústria 45
2.6 Oportunidades de reúso 49
2.7 Análise e comentários 59

3 CUSTOS ATRIBUÍDOS A SISTEMAS DE REÚSO 69

3.1 Considerações iniciais 69
3.2 Concepção do projeto genérico 71
3.3 Estimativas de Capex 73
3.4 Estimativas de Opex 77
3.5 Plano de negócio 79
3.6 Resultados 80
3.7 Resumo e comentários 82

ANEXO - RESULTADO POR ETE 89

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 Reuso 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[1] 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 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 no Estado do Espírito Santo. 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

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

APRESENTAÇÃO

Ciente da importância da utilização racional e integrada dos recursos hídricos, a Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES), junto à Confederação Nacional da Indústria (CNI), sente-se orgulhosa em apresentar o estudo "Avaliação de lacunas e alternativas para impulsionar o reuso de água no Brasil e desafios de regulação: 2° etapa – Espírito Santo".

Nas páginas a seguir, apresentamos uma discussão aprofundada sobre a segurança hídrica no Brasil, alinhada com objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, tais como: "água limpa e saneamento"; e "indústria, inovação e infraestrutura".

A abordagem sistêmica da sustentabilidade, em seu aspecto ambiental, é um dos eixos estratégicos do Sistema Findes. A identificação das oportunidades de reuso de efluente na indústria torna-se essencial para garantir a segurança hídrica e o efetivo planejamento de uso dos recursos hídricos, do saneamento básico e do desenvolvimento industrial.

O Espírito Santo apresenta déficits hídricos em parte do seu território, particularmente na região Norte. A configuração foi evidenciada pela estiagem de 2014 a 2016, que levou a uma grave situação de crise hídrica, incluindo regiões onde o problema não era tão evidente, como a Região Metropolitana da Grande Vitória.

Alinhando inovação com nossa preocupação ambiental e a vocação industrial do estado, as oportunidades aqui levantadas servirão como fonte de consulta para ações efetivas e inspiração para uma gestão cada vez mais eficiente dos recursos hídricos.

Léo de Castro

Presidente da Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES)

INTRODUÇÃO

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

Como resultado da primeira etapa, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) lançou a publicação ***Reúso de efluentes: metodologia para análise do potencial do uso de efluentes tratados para abastecimento industrial*** (CNI, 2017), 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 acimas mencionados, o estado do Espírito Santo.

A metodologia de identificação de oportunidades é composta por quatro etapas: Identificação das demandas; Identificação das ofertas; Caracterização da indústria; e Identificação das oportunidades

1 METODOLOGIA

1.1 ASPECTOS GERAIS

O estado do Espírito Santo foi visitado pela equipe de consultoria em março 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.

Abaixo constam os principais órgãos contatados no estado do Espírito Santo, 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
Agerh	Dados de outorgas	Ofício	shapefile
Cesan	Dados de ETEs	Pessoal/ofício	xls

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Uma vez que o estudo contempla, além do Espírito Santo, outros estados, fez-se necessária 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 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 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[2], o qual contempla todas as unidades da federação. Os dados e filtros aplicados para seleção das informações pertinentes seguem na Tabela 2. Os filtros aplicados às outorgas estaduais (Agerh) constam no item 2.3.

TABELA 2 – Filtro de dados - outorgas da ANA

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

2 Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx

Categoria	Universo de informações	Filtro aplicado	Utilizada?
Volume anual	Volume anual outorgado em m³	-	S
Método de irrigação	-	-	N
Cultura irrigada	-	-	N
Vazão (l/s)	Vazão em l/s outorgada	-	N
Dias/mês	Dias por mês em que a captação é permitida	-	N
Horas/dia	Horas por dia em que a captação é permitida	-	N
Concentração de DBO (mg/l)	Informações relativas a outorgas de lançamento	-	N
Carga máxima de DBO (kg/dia)		-	N
Q indisponível DBO (m³/h)		-	N
Concentração de P (mg/l)		-	N
Carga máxima de P (kg/dia)		-	N
Q indisponível P (m³/h)		-	N
ºC		-	N
Q indisponível T (m³/h)		-	N
URL	Link para download da resolução de concessão de outorga para cada usuário	-	N
Data de extração	Data de extração dos dados	-	N

Fonte: Adaptado de ANA (2019).

Ressalta-se que as outorgas da ANA apresentam valores de volume anual (m³) e vazões (l/s), estas com especificação de horas/dia e dias/mês para captação. Foram utilizados, 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), a qual apresenta estimativas de vazões demandadas e consumidas pelo setor industrial por município e por classe da CNAE 2.0. Em suma, o cálculo é realizado com base em coeficientes técnicos que relacionam demanda de água por funcionário por dia aplicados aos registros de número de empregos do 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 Cesan. Foram principalmente analisadas as informações de processo de tratamento, vazões e localização.

1.3.1 PROCESSOS DE TRATAMENTO

De modo a se homogeneizar a linguagem adotada para análise das estações de tratamento de esgotos, realizou-se agrupamento dos distintos processos registrados pela Cesan e 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 e maturação) 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, onde 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

Agrupamento	Processos
Lagoas	Aeróbia + decantação + maturação
	Aeróbia + decantação
	Anaeróbia + facultativa + maturação
	Anaeróbia + facultativa
	Facultativa + maturação
	Facultativa
	Anaeróbia
UASB	Somente reator UASB
	Reator UASB + cloração
Fossa séptica + filtro anaeróbio	Fossa séptica + filtro anaeróbio
	Decanto-digestor + filtro anaeróbio
Preliminar/primário	Estação de pré-condicionamento
	Decantação primária
	Tanque Imhoff
Outros	Não especificados/não informados

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

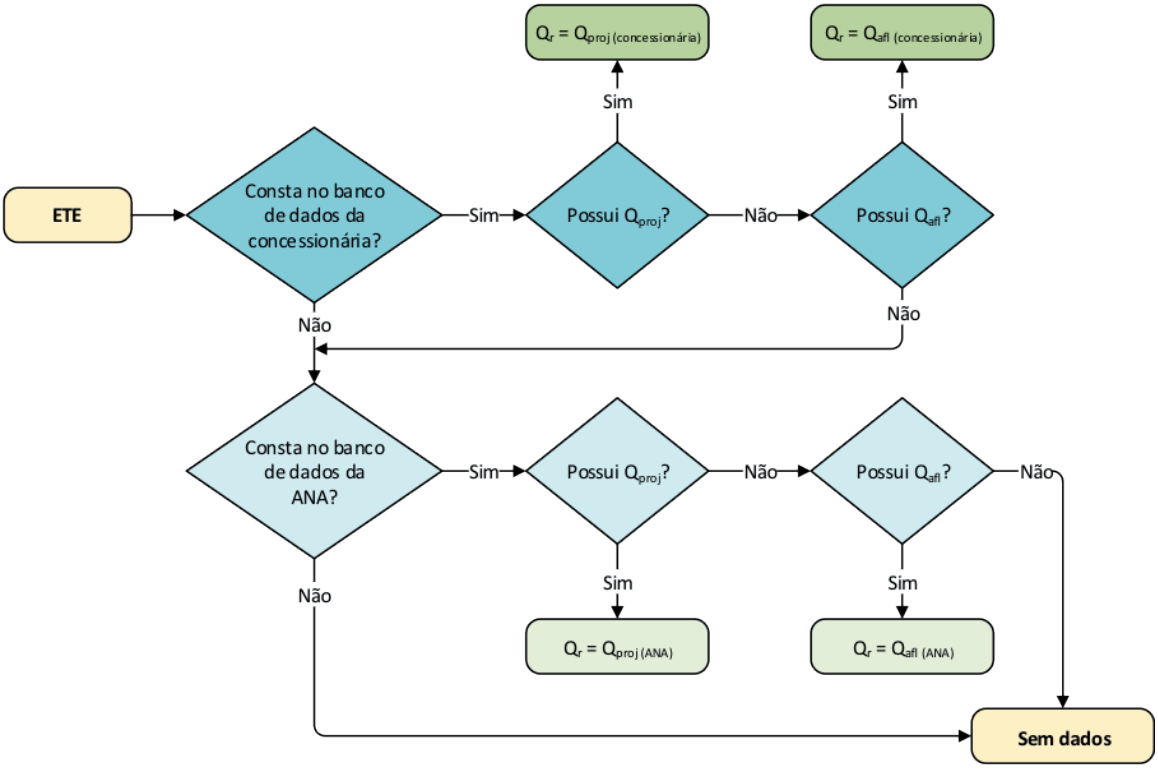
1.3.2 VAZÃO DE REFERÊNCIA (QR)

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. No caso das ETEs da Cesan, constam ora as vazões de projeto e afluente de cada planta. O banco de dados da ANA, por sua vez, possui ambas as informações, 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:

1. Foram utilizados, prioritariamente, os dados de vazão de projeto fornecidospela concessionária.
2. Para ETEs que constam somente no banco de dados da ANA, foram utilizadas as vazões de projeto desta.
3. Para as ETEs do banco de dados da ANA em que a vazão de projeto é nula e a afluente é diferente de zero, $Q_r = Q_{afluente}$.
4. 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 Cesan. Na indisponibilidade destes, ou para ETEs que constam somente no banco de dados da ANA, foram utilizados dados da agência.

1.4 INDÚSTRIA

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

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

Os dados de PIB dos municípios são disponibilizados na plataforma SIDRA[3] (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 (Produto Interno Bruto a preços correntes) e ao PIB industrial (Valor adicionado bruto a preços correntes da indústria), ambos expressos em R$ 1.000. As informações são enviadas por e-mail em arquivo formato xls.

Os dados do RAIS foram obtidos a partir do servidor ftp de microdados[4] do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Em razão da quantidade de registros, as informações foram analisadas e filtradas em softwares específicos de banco de dados. Foram selecionados somente os dados referentes às divisões da CNAE 2.0 pertinentes e vínculos empregatícios ativos até 31/12/2015, última data disponível no registro.

O MTE também disponibiliza arquivos com resultados agregados do RAIS por estado[5]. No entanto, para cada estado o nível de detalhamento das informações agregadas é distinto, não havendo caracterização por município para todas as Unidades da Federação. Adicionalmente, são apresentados somente o número de empregos industriais por seção da CNAE 2.0 (indústrias extrativas, indústrias de transformação etc.), sem detalhamento por divisão. Portanto, optou-se pela utilização dos microdados supracitados em detrimento das informações agregadas publicadas pelo Ministério do Trabalho.

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

3 Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938

4 Disponível em: ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados/

5 Disponível em: http://pdet.mte.gov.br/rais

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 (2017b).

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 2017.
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 2017 (SNSA/MCIDADES, 2018) e balanço hídrico quantitativo (ANA, 2017d).

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

Foram avaliadas as ETEs mais importantes do ponto de vista de vazão de referência e vazões industriais outorgadas nas proximidades, buscando-se tanto a avaliação das demandas próximas às maiores ETEs como das estações que possuem as maiores demandas industriais em seu entorno. Adicionalmente, a Cesan apontou cenários futuros referentes à infraestrutura de tratamento de esgotos, sendo possível também a análise contemplando as plantas a serem construídas ou ampliadas.

Todas as análises e produtos de geoprocessamento foram elaborados utilizando-se o *software* livre QGIS[6] e arquivos vetoriais do banco de dados do IBGE e do Geobank para base territorial.

1.6 FONTES DE DADOS – SÍNTESE

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

TABELA 5 – Fontes de dados - síntese

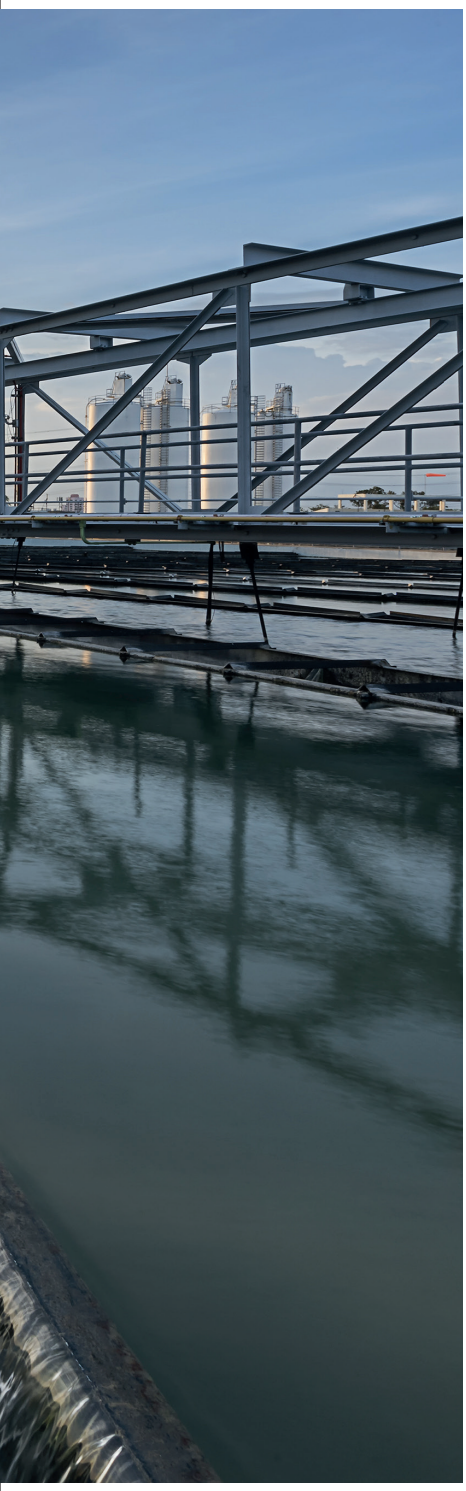
Grupo	Informações	Escala	Fonte	Complementação	Ano-base
Saneamento básico	Dados sobre ETEs	Por ETE	ANA (2016)	Banco de dados fornecido diretamente pela ANA	2013
		Por ETE	Concessionárias locais	Banco de dados fornecidos diretamente pelas concessionárias	2017
	Dados sobre produção e consumo de água e coleta e tratamento de esgotos	Por município	SNIS (SNSA/MCIDADES, 2018)	Ano base 2017	2018
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 (2019)	Produto Interno Bruto dos Municípios 2002-2016	2017
	Número de empregos na indústria	Por município	MTE (2017a)	Microdados RAIS e CAGED	2016
	Caracterização da indústria no estado	Por estado/ município	Federações da indústria	Solicitado diretamente às federações	Diversos
Disponibilidade hídrica	Balanço hídrico quantitativo	Por microbacia	ANA (2017d)	SNIRH	2017
Demografia e território	Dados demográficos e territoriais	Por município	IBGE (2017a)	-	2017
	Shapefiles para uso em SIG	Por unidade administrativa	IBGE e Geobank	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

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

O Estado do Espírito Santo junto aos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, forma o maior polo de desenvolvimento econômico e social do país. Vitória, a capital do estado, encontra-se em uma posição estratégica em relação aos principais centros consumidores do país: Brasília, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, os quais juntos detêm cerca de 80% do PIB nacional

2 ESPÍRITO SANTO



2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ESTADO

2.1.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA, SANEAMENTO BÁSICO E INDÚSTRIA

O Estado do Espírito Santo está localizado na Região Sudeste do Brasil, ocupando uma área de 45.597 km² com uma população estimada pelo IBGE, para 2018, de 3.972.388 habitantes. Junto aos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, forma o maior polo de desenvolvimento econômico e social do país. Vitória, a capital do estado, encontra-se em uma posição estratégica em relação aos principais centros consumidores do país: Brasília, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, os quais juntos detêm cerca de 80% do PIB nacional.

O Espírito Santo é composto por 78 municípios dentre os quais se destacam no desenvolvimento de atividade secundária Aracruz, Linhares, Serra, Anchieta, Itapemirim, Jaguaré, Viana e Presidente Kennedy, todas localizadas na faixa litorânea.

O Espírito Santo tem a maior parte de seu território localizado dentro da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, com uma pequena porção ao norte na Região Hidrográfica do Atlântico Leste. A porção sul dispõe de maior disponibilidade hídrica e é a que concentra as maiores populações do estado, principalmente na Região metropolitana da Vitória.

De acordo com o PROGESTÃO (ANA, 2017c), programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais para aplicação exclusiva em ações de gerenciamento de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas - ANA, o estado 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)

O estado possui altos índices de atendimento de água, sendo 80% total e 91% na área urbana. Em relação à coleta e tratamento de esgotos, a abrangência é ainda baixa e se aproxima da observada para os estados da região nordeste contemplados neste estudo, com coleta de 54% e tratamento de 42%.

TABELA 6 – Principais indicadores de abastecimento de água e coleta/tratamento de esgotos do estado de acordo com SNIS 2017

Código	Índice	Valor
IN055	Índice de atendimento total de água	79,9%
IN023	Índice de atendimento urbano de água	90,6%
IN015	Índice de coleta de esgoto	54,4%
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida	41,8%

Fonte: Adaptado de SNSA/MCIDADES (2016).

Referentemente à indústria, o PIB industrial do Espírito Santo é o 13º maior do País, somando R$ 22,6 bilhões em 2016. Os setores que possuem maior representatividade são o de extração de minerais metálicos, metalurgia e extração de petróleo e gás natural, os quais, juntos, representam 57% da indústria estadual. (CNI, 2014)

2.1.2 LEGISLAÇÃO

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

Lei nº 10.179: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos com o intuito de proteger, recuperar e conservar os recursos hídricos do Estado, garantindo o atendimento às demandas da geração atual e também das futuras. Esta lei considera como prioridade legal o abastecimento humano e dessedentação de animais em situações de escassez hídrica.

Resolução Agerh 002/2015: frente à escassez hídrica que assolou o estado entre 2014 e 2015, a resolução dispõe, dentre outros assuntos, sobre a racionalização do uso da água,

o reúso, bem como o aproveitamento de água de chuva enquanto predominar o cenário de alerta.

Resolução Agerh 008/2015: dispõe sobre os requisitos para a exclusão do uso industrial da água quando se estabelece o Cenário de Alerta em todas as bacias hidrográficas de rios de domínio do Estado do Espírito Santo.

Lei Ordinária 10487/2016: entrou em vigor em dezembro de 2016 e dispõe sobre a prática do reúso de efluentes das estações de tratamento de esgoto para fins industriais.

2.1.3 INICIATIVAS DE REÚSO

Em 2015, o Espírito Santo enfrentou uma das piores crises hídricas de sua história, fato que levou a Cesan, com o objetivo de preservar a água de boa qualidade para atender a usos nobres como o abastecimento humano, a fornecer água de reúso à Prefeitura para lavagem de vias públicas e irrigação de áreas verdes, ao Corpo de Bombeiros, para combate a incêndio. Também, a própria companhia utiliza a água de reúso para desobstrução de redes de esgoto. De acordo com a Cesan, o próximo passo é produzir água de reúso para atender às necessidades da indústria (Cesan, 2015).

Em março de 2017, para ampliar a capacidade de produção de água de reúso o Governo do Estado, por meio da Cesan, lançou um edital de chamamento Público de Procedimento de Manifestação de interesse (PMI) para a realização de estudos de viabilidade técnica, econômico-financeira e arranjo institucional para um sistema de tratamento de esgoto que substitua a ETE Camburi, visando à produção de efluente que possua características adequadas ao atendimento das demandas industriais.

2.2 REUNIÕES PRESENCIAIS E SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES

A visita ao estado ocorreu entre os dias 23 e 24 de março 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.

- **FINDES: Federação das Indústrias do Espírito Santo**
  - Wilmar Barbosa – Presidente do Conselho Temático de Meio Ambiente
  - Crislaine Tais Guasti – Analista do Conselho Temático de Meio Ambiente
- **AGERH: Agência Estadual de Recursos Hídricos**
  - Antônio de Oliveira Junior - Diretor de Planejamento e Gestão Hídrica

- **CESAN: Companhia Espírito Santense de Saneamento**
  - Eduardo Calhau – Assessor de Diretoria e Meio Ambiente
  - Ludimila Girondoli – Engenheira Ambiental
  - Wilmar Barbosa – Presidente do Conselho Temático de Meio Ambiente/FINDES

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 Agerh e outorgas de uso de água de rios de domínio da União da ANA. Os dados da Agerh não são disponibilizados ao público e foram solicitados via ofício ao diretor presidente do órgão. As informações foram disponibilizadas em formato dbf, prj e qpj, extensões de arquivos para uso em softwares de geoprocessamento. Para obtenção dos dados editáveis realizou-se a extração das informações para formato xls.

Relativamente às demandas industriais por água foram consultadas as seguintes fontes:

TABELA 7 – Fonte de dados - demandas

Informação	Fonte	Ano base	Obtido via
Registros de outorgas de uso de água	Agerh	jul/17	Cedido diretamente pela Agerh
Registros de outorgas de uso de água de rios de domínio da União	ANA	jul/17	https://goo.gl/eDFwc4

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A Agerh ainda não possui registros de outorgas para captação de águas subterrâneas, o que impossibilita a detecção dos usos de água provenientes desse tipo de manancial. Conforme afirmado pela própria agência, em 2016, através de uma Instrução Normativa, determinou-se a realização do cadastramento voluntário de todos os usuários de águas subterrâneas no estado, mas ainda não há banco de dados passível de disponibilização pela agência. Portanto, foram consideradas somente as outorgas de captação superficial para o caso do Espírito Santo.

Os bancos de dados de outorgas foram analisados e submetidos aos seguintes filtros para seleção das informações relevantes ao estudo:

TABELA 8 – Filtro de dados - outorgas da Agerh

Categoria	Universo de informações	Filtro aplicado	Utilizada?
	Agerh		
tipo_empre	Pessoa física ou jurídica	-	S
tipo_de_in	Tipo de interferência (captação superficial, captação em barramento com regularização, captação em barramento sem regularização, lançamento de efluentes)	-	S
finalidade	Industrial, irrigação, abastecimento humano etc.	Industrial, industrial/ humano, industrial/ irrigação	S
modalidade	Autorização, concessão ou preventiva	-	N
dt_documen	Informações sobre o processo	-	N
dt_publica	Informações sobre o processo	-	N
dt_vencime	Vigência	Somente vigentes	S
vazao_capt	Vazão de captação outorgada	-	S
vazao_lanc	Vazão de lançamento outorgada	-	N
vazao_refe	Vazão de referência do corpo hídrico	-	N
nom_munici	Nome do município	-	S
COORD. E	Coordenadas	-	S
COORD. N		-	S
RH	Região hidrográfica	-	S
status	Concluído, deferido, em tramitação, arquivado, em análise, incompleto	Concluído e deferido	S

Fonte: Adaptado de Agerh (2017).

Os filtros aplicados às outorgas federais (ANA) são os mesmos constantes na **Tabela 2**.

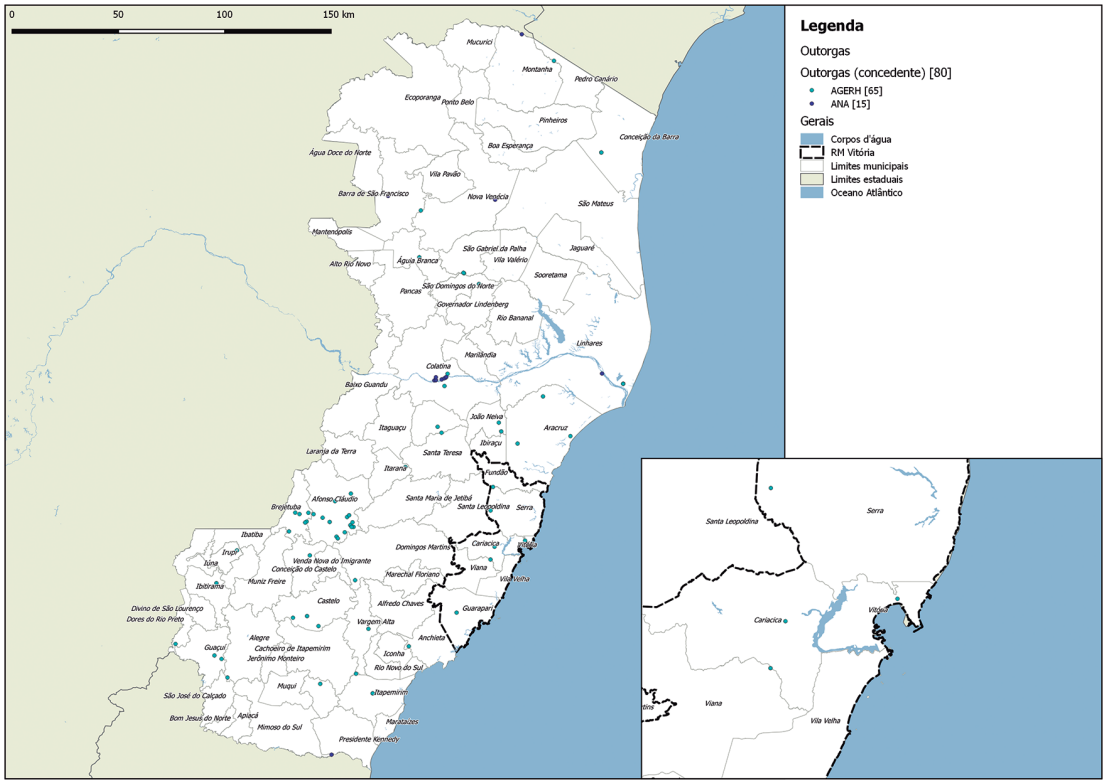
Resultaram dos filtros aplicados 65 outorgas da Agerh e 15 da ANA, com as seguintes vazões totais.

TABELA 9 – Vazões outorgadas e número de outorgas

Concedente	Nº de outorgas	Q (l/s)
Agerh	65	1846,8
ANA	15	5793,3
Total Geral	**80**	**7.630**

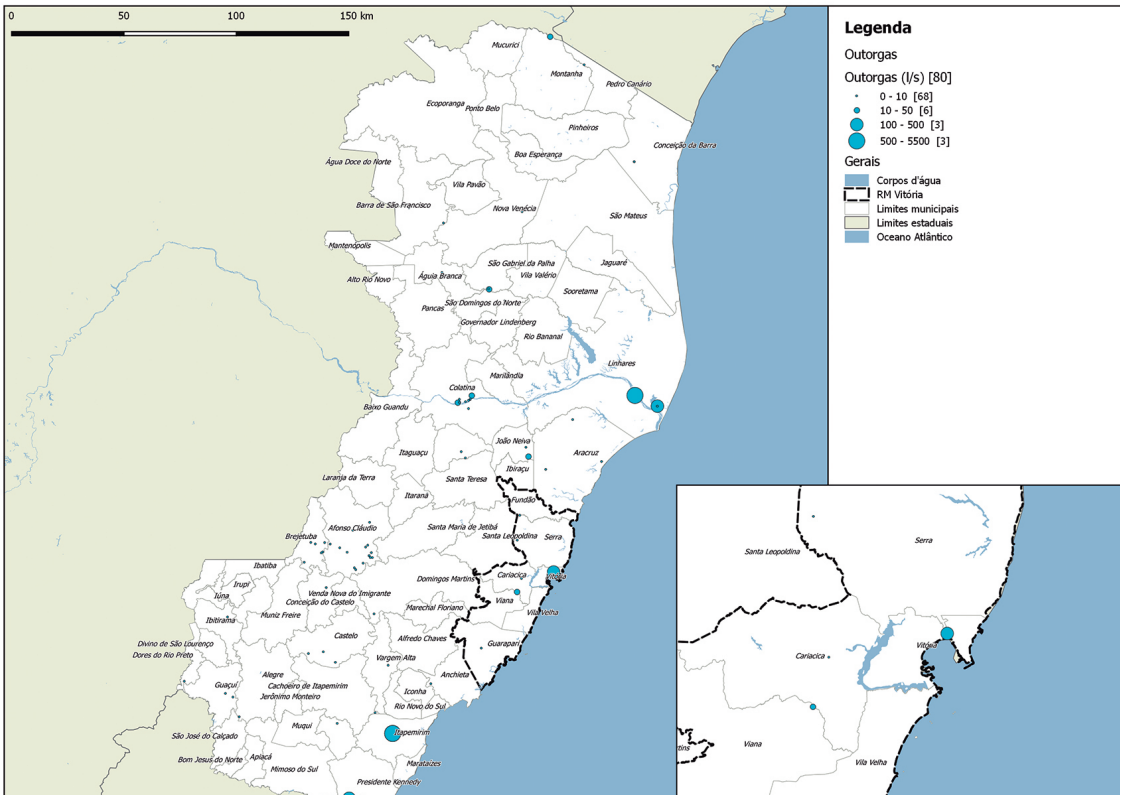
Fonte: Adaptado de ANA (2017b) e Agerh (2017).

FIGURA 2 – Mapa de outorgas industriais por concedente



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

FIGURA 3 – Mapa de outorgas industriais por vazão



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

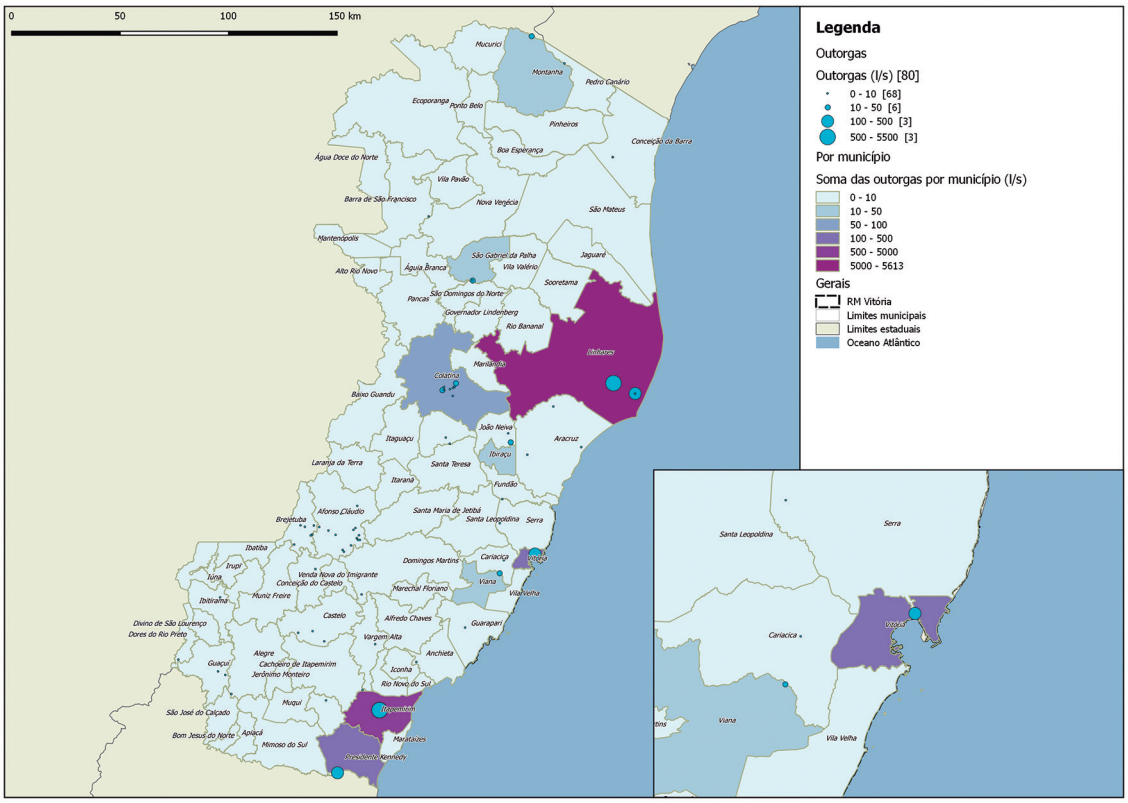
O Espírito Santo é o único estado entre os estudados em que as outorgas federais superam as estaduais. Parte disso pode se dever ao fato de não haver registros de outorgas subterrâneas por parte da agência; ao mesmo tempo, há de fato grandes vazões captadas de rios federais (principalmente do rio Doce) por parte de indústrias do setor de papel e celulose. Dos 7.363 l/s outorgados no estado, 5.500 l/s (72%) são referentes a uma única outorga da Fibria Celulose (adquirida pela Suzano Papel e Celulose em 2018) no município de Linhares.

TABELA 10 – Principais municípios em termos de vazão outorgada de captação industrial

Município	N° de outorgas	Q (l/s)	% em nº de outorgas	% em vazão (Q)	ΣQ/n° outorgas (l/s. outorga)
Linhares	4	5.613,0	5%	74%	1.403,3
Itapemirim	2	1.444,3	3%	19%	722,2
Presidente Kennedy	1	213,1	1%	3%	213,1
Vitória	1	103,0	1%	1%	103,0
Colatina	11	53,2	14%	1%	4,8
Montanha	1	48,5	1%	1%	48,5
Ibiraçu	1	44,4	1%	1%	44,4
Viana	1	16,7	1%	0,2%	16,7
São Gabriel da Palha	2	15,2	3%	0,2%	7,6
Aracruz	3	10,0	4%	0,1%	3,3
SUBTOTAL	**27**	**7.561**	**30%**	**99%**	**-**

Fonte: Adaptado de ANA (2017b) e Agerh (2017).

FIGURA 4 – Mapa de outorgas industriais por vazão e totalização por município



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

A concentração de demandas industriais nos municípios de Linhares e Itapemirim é muito expressiva, com 92% de toda vazão do estado distribuída em apenas 6 outorgas. As três maiores outorgas do estado concentram sozinhas 6.944 l/s, ou 91% de todo o estado. Frente a essa peculiaridade, destacam-se abaixo as três principais outorgas do ES.

TABELA 11 – Três maiores outorgas de captação industrial no estado

Município	Requerente	Classe CNAE 2.0	Vazão Outorgada (l/s)
Linhares	Fibria Celulose S/A*	17**	5.500,0
Itapemirim	-***	-	777,7
Itapemirim	-***	-	666,6
	SUBTOTAL		**6.944**

*** Adquirida pela Suzano Papel e Celulose em 2018**
**** Fabricação de celulose, papel e produtos de papel**
***** Informação não cedida pela Agerh**
Fonte: ANA (2017b) e Agerh (2017).

Diferentemente de outros estados, a Agerh não disponibilizou a identificação dos usuários, havendo somente discriminação entre pessoa física (“F”) e jurídica (“J”), o que impossibilita a avaliação por classe da CNAE 2.0. A complementação de dados foi

solicitada à Gerência de Regulação (GERE/Agerh), mas foi informado à consultoria que a cessão de dados não foi autorizada.

2.4 IDENTIFICAÇÃO DAS OFERTAS

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

TABELA 12 – Fonte de dados de tratamento de esgotos

Informação	Fonte	Ano-base	Obtido via
Dados das ETEs sob responsabilidade da Cesan	Cesan	jul/17	Diretamente pela Cesan
Dados de ETEs da Cesan e dos SAEEs	ANA	2013	Diretamente pela ANA
Volumes de esgoto coletado e tratado por município	SNIS	2017	http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

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

A Cesan, a principal concessionária do estado, atende 52[7] dos 78 municípios do Espírito Santo com serviços de água e esgoto, com 25 atualmente deles contemplados também com coleta e tratamento de esgotos e outros 9 com estações em estágio de projeto ou obras. De acordo com o SNIS 2017 (SNSA/MCidades, 2018), outros 26 municípios possuem serviços de água e esgotos sob responsabilidade do poder municipal ou iniciativa privada.

No ato do envio das informações, a Cesan afirmou que algumas das ETEs da concessionária foram retiradas da lista pelos seguintes motivos:

- serão desativadas e no lugar há previsão de outra ETE (inclusive algumas as obras já foram iniciadas);
- serão desativadas e incorporadas às ETEs existentes;
- possuem tecnologias de tratamento mais simplificadas (tipo fossa-filtro) e baixas vazões 0,5 a 3,0 l/s;
- estão localizadas no interior de condomínios residenciais fechados.

7 https://www.cesan.com.br/empresa/abrangencia/. Acesso em setembro de 2017.

Da seleção realizada pela própria concessionária, foram excluídas 25 estações, resultando em número final de 76. A Cesan forneceu também dados das plantas em estágio de obras e projeto, indicando a vazão de projeto futura e a mudança, quando existente, do tipo de processo. Adicionalmente, a Cesan foi a única concessionária a fornecer, além das vazões de projeto, vazões afluentes a todas as ETEs listadas.

A análise dos bancos de dados resulta nos seguintes valores, aos quais foram adicionados os dados de esgoto coletado e tratado do SNIS 2017.

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

Fonte	N° de ETEs	Vazão de esgoto coletado (l/s)	Vazão de projeto atual (l/s)	Acréscimo de vazão de projeto – futuro (l/s)	Vazão de esgoto tratado (l/s)
Cesan	76	-	3.502	1.157	1.811
ANA	118	-	4.146	-	2.020
SNIS	-	3.381	-	-	2.508

Fonte: Adaptado de ANA (2016), Cesan (2017) e SNSA/MCidades (2018).

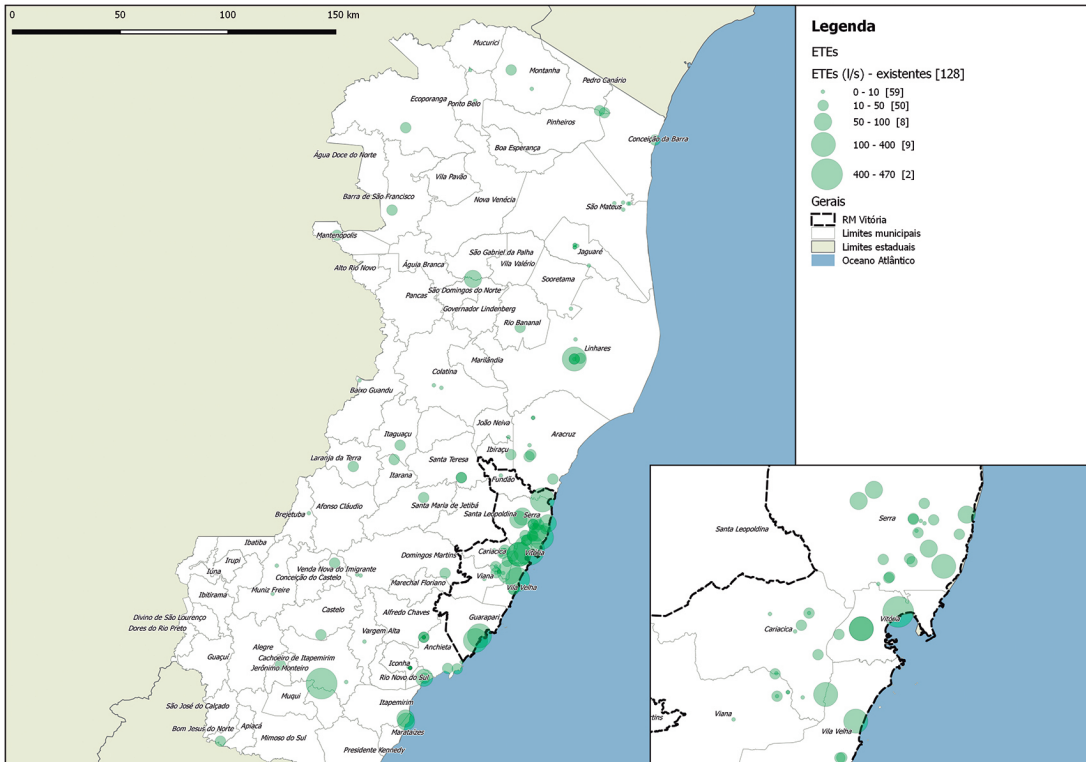
Nota-se com clareza que as informações de esgoto tratado/afluente oriundas do SNIS, concessionária e ANA para o Espírito Santo apresentam grande proximidade entre si, indicando provável melhor gestão dos dados por conta do estado quando em comparação com os demais estudados.

Comparando-se individualmente cada ETE, verifica-se que há 51 registros repetidos, o que resulta em total de estações de 76 (Cesan) + 118 (ANA) - 51 (repetições) = 143. Utilizando-se o conceito de vazão de referência (Q_r – vide item 1.3.2), chega-se ao valor de **4.661 l/s** para o estado do Espírito Santo.

Das 143 ETEs, 6 terão suas capacidades ampliadas e 15 delas ainda estão em fase de projeto/obras, ou seja, ainda inoperantes. Neste tópico, as análises foram realizadas para as ETEs existentes, com as considerações que se fizeram pertinentes em relação às futuras. No tópico referente à identificação de oportunidades (**item 2.6**) as análises serão realizadas para dois cenários, sendo eles:

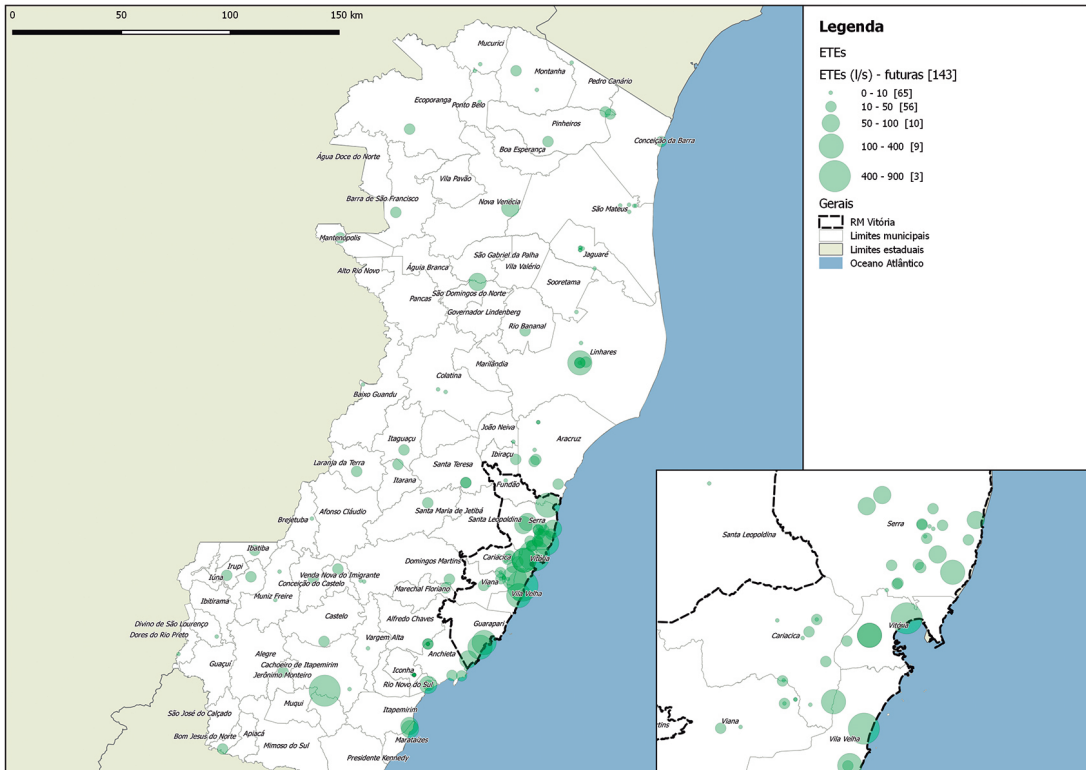
- **Atual**: 128 ETEs, com as vazões atuais;
- **Futuro**: 143 ETEs, considerando-se as vazões futuras das 6 plantas em expansão e as 15 novas.

FIGURA 5 – Mapa das ETEs existentes por vazão – cenário atual



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

FIGURA 6 – Mapa das ETEs por vazão – cenário futuro



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

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

TABELA 14 – ETEs existentes e em projeto/obras por vazão e processo

Processo	N° de ETEs	Qr (l/s)	% em n°	% em Q_r
Lodos ativados	13	2.183	10%	47%
Lagoas	32	1.406	25%	30%
UASB + polimento	63	1.017	49%	22%
UASB	20	54,3	16%	1%
TOTAL	**128**	**4.661**	**100%**	**100%**

Fonte: Adaptado de ANA (2016) e Cesan (2017).

Vê-se que a maior parte do esgoto tratado no estado é submetido a processo de lodos ativados, ainda que somente 10% das ETEs o adotem. Importante parcela dos esgotos também é tratada por sistemas de lagoas, as quais representam 25% em número de ETEs e 30% em vazão. Os demais sistemas, os quais possuem menor porte, são compostos por reator UASB seguido de filtro biológico, lagoas ou somente reator UASB.

Das ETEs que atualmente se encontram em projeto ou obra, a maior parte contará com processo de lodos ativados ou UASB seguido de filtro biológico percolador, conforme se verifica na Tabela 15.

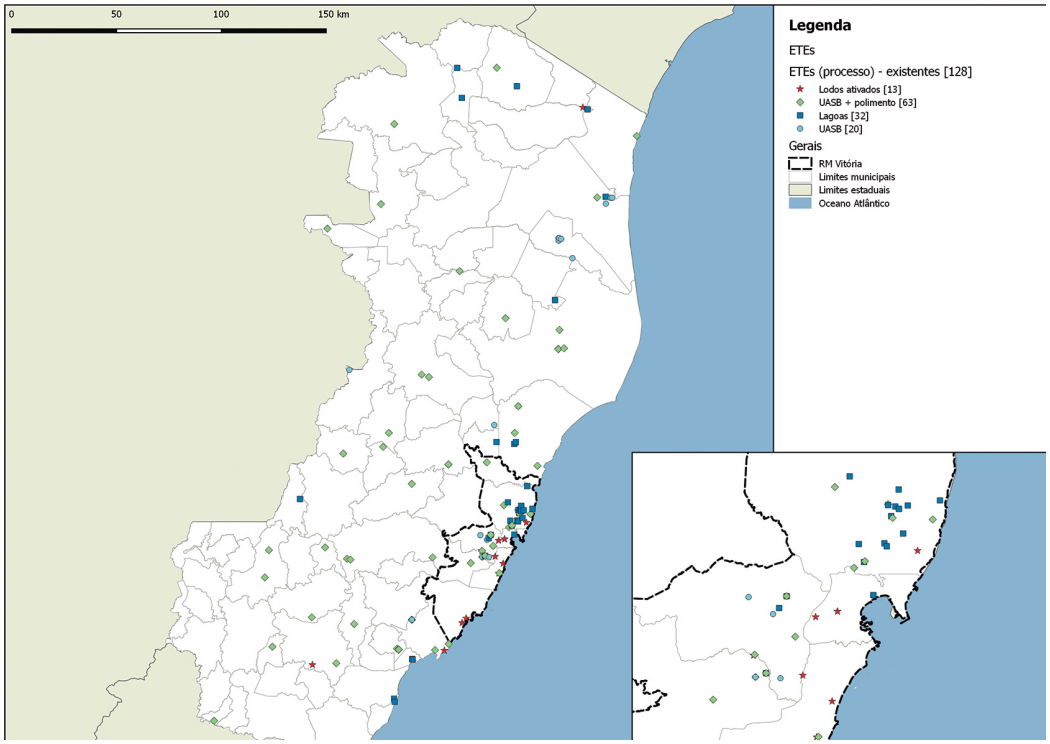
TABELA 15 – ETEs em projeto/obras por vazão e processo

Município	ETE	Status	Q_{proj} atual (l/s)	Q_{proj} futura (l/s)	Processo atual	Processo futuro
Vila Velha	ETE Araçás	Em projeto - ampliação	400,00	900,00	Lodos ativados	Lodos ativados
Vitória	ETE Camburi	Em projeto - ampliação	472,00	500,00	Lagoas	A definir
Serra	ETE Manguinhos	Em projeto - ampliação	111,00	227,00	Lodos ativados	Lodos ativados
Vila Velha	ETE Ulisses Guimarães	Em projeto - ampliação	30,00	150,00	UASB + polimento	Lodos ativados
Guarapari	ETE Meaípe	Em obras	-	76,00	-	UASB + polimento
Nova Venécia	ETE Sede	Em obras	-	75,00	-	Lodos ativados
Santa Maria de Jetibá	ETE Sede	Em projeto - ampliação	13,00	40,00	Lodos ativados	UASB + polimento

Município	ETE	Status	Q_{proj} atual (l/s)	Q_{proj} futura (l/s)	Processo atual	Processo futuro
Ibatiba	ETE Sede	Em obras	-	36,20	-	UASB + polimento
Iúna	ETE Sede	Em obras	-	33,00	-	UASB + polimento
Pinheiros	ETE Sede	Em obras	-	32,50	-	UASB + polimento
Marechal Floriano	ETE Sede	Em obras	-	25,00	-	UASB + polimento
Mantenópolis	ETE Sede	Em obras - ampliação	14,80	20,00	UASB + polimento	Lodos ativados
Conceição do Castelo	ETE Sede	Em projeto	-	15,00	-	UASB + polimento
Viana	ETE Sede	Em obras	-	14,5	-	Lodos ativados
Irupi	ETE Sede	Em obras	-	12,00	-	UASB + polimento
Pedro Canário	ETE Sede	Em projeto	-	10,00	-	UASB + polimento
Mucurici	ETE Sede	Em obras	-	9,80	-	Lagoas
Santa Leopoldina	ETE Sede	Em projeto	-	9,00	-	UASB + polimento
Dores do Rio Preto	ETE Sede	Em obras	-	5,10	-	UASB + polimento
Divino de São Lourenço	ETE Sede	Em projeto	-	5,00	-	UASB + polimento
Mucurici	ETE Itabaiana	Em projeto	-	2,80	-	UASB + polimento

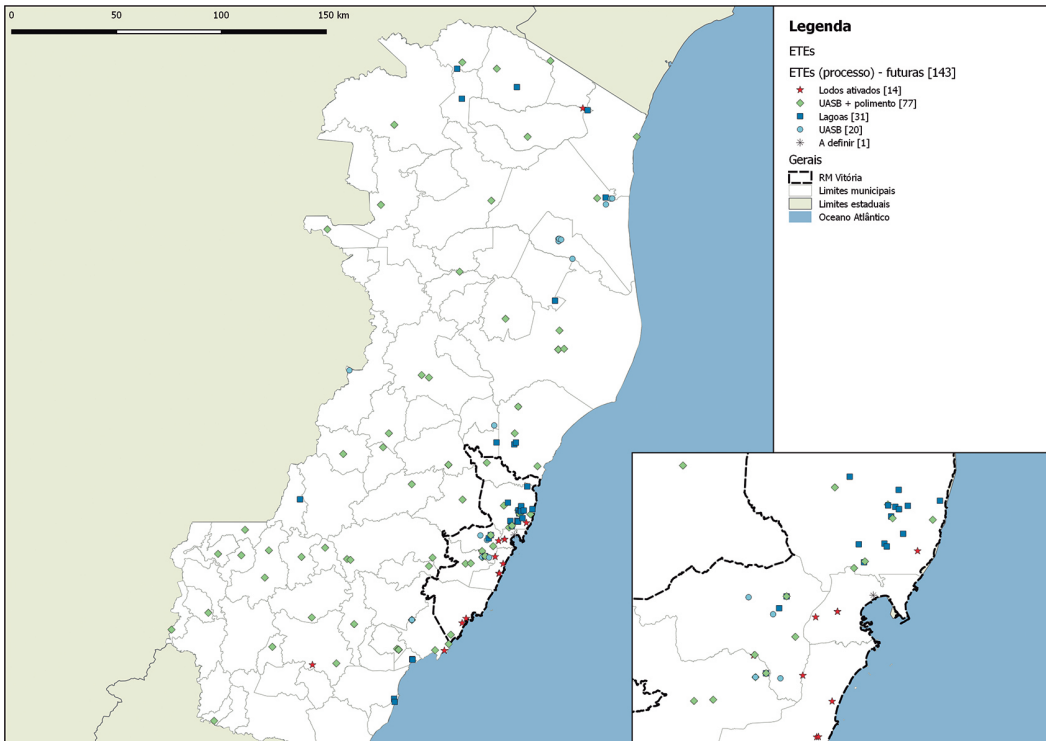
Fonte: Adaptado de Cesan (2017).

FIGURA 7 – Mapa de ETEs por processo – cenário atual



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

FIGURA 8 – Mapa de ETEs por processo – cenário futuro



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

Avaliando-se para a situação atual (somente ETEs em operação) a distribuição das capacidades de tratamento por município, expressas em Q_r (vazão de referência), tem-se:

TABELA 16 – Dez principais municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto

Município	Número de ETEs	Q_r (l/s)	% em n°	% em Q_r
Vitória	4	1.081,0	3%	23%
Serra	21	803,8	15%	17%
Vila Velha	3	460,0	2%	10%
Cachoeiro de Itapemirim	2	424,5	1%	9%
Cariacica	9	341,4	6%	7%
Guarapari	3	313,8	2%	7%
Linhares	6	205,4	4%	4%
Aracruz	6	113,0	4%	2%
Anchieta	4	84,2	3%	2%
Itapemirim	1	80,0	0,5%	2%
SUBTOTAL	**60**	**3.986**	**42%**	**83%**

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

Os dez municípios que apresentam as maiores vazões de tratamento concentram 86% de toda a vazão do estado. A capital, Vitória, concentra 23% da vazão de tratamento de esgotos do estado, ainda que possua somente 9% da população capixaba e seja o quarto município mais populoso, atrás de Vila Velha, Serra e Cariacica (IBGE, 2017).

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

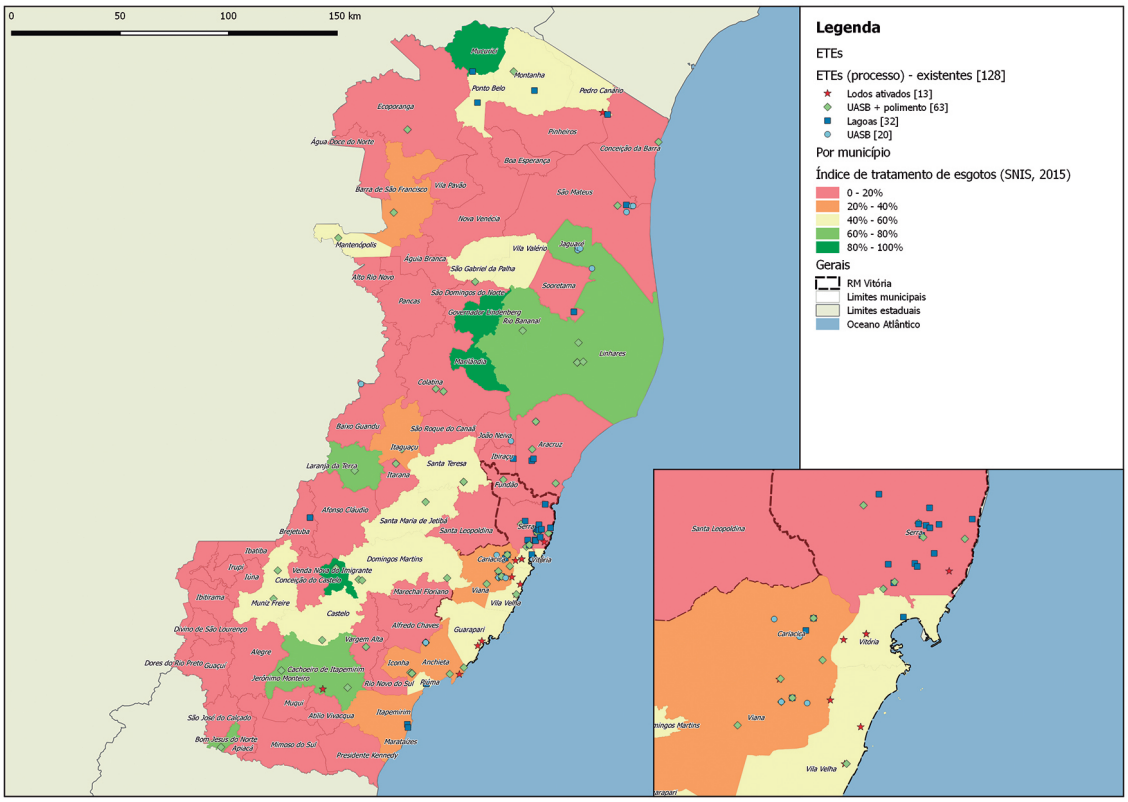
TABELA 17 – Dez principais municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto por processo

Município	Q_r por processo (l/s)				
	Lagoas	Lodos ativados	UASB	UASB + polimento	TOTAL
Vitória	472,0	609,0	-	-	1.081,0
Serra	492,7	111,0	-	200,1	803,8
Vila velha	-	430,0	-	30,0	460,0
Cachoeiro de Itapemirim	-	420,0	-	4,5	424,5
Cariacica	61,0	250,0	18,5	11,9	341,4
Guarapari	-	313,8	-	0,0	313,8
Linhares	-	-	-	205,4	205,4
Aracruz	80,0	-	3,0	30,0	113,0
Anchieta	56,0	12,6		15,6	84,2
Itapemirim	80,0	-	-	-	80,0
Subtotal	**1320**	**2146**	**22**	**497**	**3.907**

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

Mais de 50% da Q_r dos dez principais municípios em termos de capacidade de tratamento é submetida a processo de lodos ativados, com importante parcela (aprox. 35%) por lagoas.

FIGURA 9 – Mapa das ETEs existentes por processo e atendimento de tratamento de esgotos por município



Fonte: ANA (2016), Cesan (2017) e SNSA/MCIDADES (2018).
Elaboração: Fukasawa (2017).

As dez principais ETEs do Espírito Santo concentram 62% da vazão de todo estado e possuem tratamento essencialmente por lagoas e lodos ativados, conforme se verifica abaixo.

TABELA 18 – Dez principais municípios em termos de vazão de tratamento de esgoto

ETE	Q_r (l/s)	% em Q_r	Processo
ETE Camburi[1] - Vitória	472,0	10%	Lagoas
ETE Coronel Borges - Cachoeiro de Itapemirim	420,0	9%	Lodos ativados
ETE Araçás[2] - Vila Velha	400,0	9%	Lodos ativados
ETE Mulembá II - Vitória	360,0	8%	Lodos ativados
ETE Bandeirantes - Cariacica	250,0	5%	Lodos ativados
ETE Mulembá - Vitória	204,0	4%	Lodos ativados
ETE Sede - Aeroporto - Guarapari	159,0	3%	Lodos ativados
ETE Sede - Centro - Guarapari	154,8	3%	Lodos ativados
ETE Aviso - Linhares	140,0	3%	UASB + polimento
ETE Nova Almeida - Serra	120,0	3%	Lagoas
SUBTOTAL	**2.720**	**62%**	**-**

1. Em ampliação – passará a vazão de 500 l/s e processo ainda a definir
2. Em ampliação – passará a vazão de 900 l/s e manterá processo de lodos ativados
Fonte: Adaptado de ANA (2016) e Cesan (2017).

Ressalta-se que é prevista ampliação das ETEs Manguinhos em Serra (de 111 a 227 l/s) e Ulisses Guimarães em Vila Velha (de 30 a 150 l/s), as quais, quando finalizadas, figurarão entre as dez maiores do estado e contarão com processo de lodos ativados.

2.5 PERFIL DA INDÚSTRIA

O PIB industrial do Espírito Santo em 2016 foi da ordem de R$ 23 bilhões, representando 21% do PIB total estadual (R$ 109 bilhões). Analisando-se os municípios com maior PIB industrial, Serra, Vitória e Aracruz concentram, juntos, mais de 40% de todo o estado. Em termos de variação do PIB industrial na série de 2002 a 2016, Marataízes apresentou crescimento superior a 3.900% em 14 anos, com destaque também aos municípios de Presidente Kennedy (> 1.000%) e Itapemirim (> 2.500%).

Abaixo seguem os dez municípios com maior PIB industrial do estado e a variação ao longo da série histórica de 2002 a 2016.

TABELA 19 – PIB industrial e variação (2002-2016) por município

Município	PIB industrial 2016 (R$ 1.000)	% do estado	Var. % (2002-2016)	Var. líquida (2002-2016) (R$ 1.000)
Serra	4.685.613	21%	222%	2.577.371
Vitória	3.225.073	14%	198%	1.597.365
Aracruz	2.365.067	10%	296%	1.565.057
Linhares	1.624.519	7%	551%	1.329.781
Vila Velha	1.497.370	7%	221%	819.809
Presidente Kennedy	1.164.210	5%	1159%	1.063.760
Cachoeiro de Itapemirim	1.069.188	5%	325%	739.712
Itapemirim	953.792	4%	2556%	916.480
Cariacica	804.156	4%	174%	343.221
Colatina	678.881	3%	487%	539.613

Fonte: IBGE (2019).

Em razão do rompimento da barragem de Mariana-MG, houve a paralização da unidade de pelotização da Samarco Mineração, localizada em Anchieta, causando grande queda no PIB industrial deste município. No ano de 2014, Anchieta possuía o 5º maior PIB do estado. Existe previsão da retomada das operações para 2020.

Em termos de número de empregos, o estado possuía, em 2015, 136.908 trabalhadores para os setores CNAE 2.0 pertinentes (vide item 1.4), sendo a maioria deles nos segmentos de fabricação de produtos de materiais não-metálicos, fabricação de produtos alimentícios e extração e confecção de artigos de vestuário. Em geral, os mesmos municípios que concentram a maior parte do PIB industrial também possuem o maior número de empregos.

TABELA 20 – Número de empregos industriais por município

Município	Número de empregos	% do estado
Serra	24.144	18%
Cachoeiro de Itapemirim	14.465	11%
Linhares	12.153	9%
Vila Velha	11.998	9%
Vitória	11.868	9%
Colatina	9.274	7%
Aracruz	6.744	5%
Cariacica	6.471	5%
Viana	2.897	2%
São Gabriel da Palha	2.566	2%

Fonte: MTE (2017a).

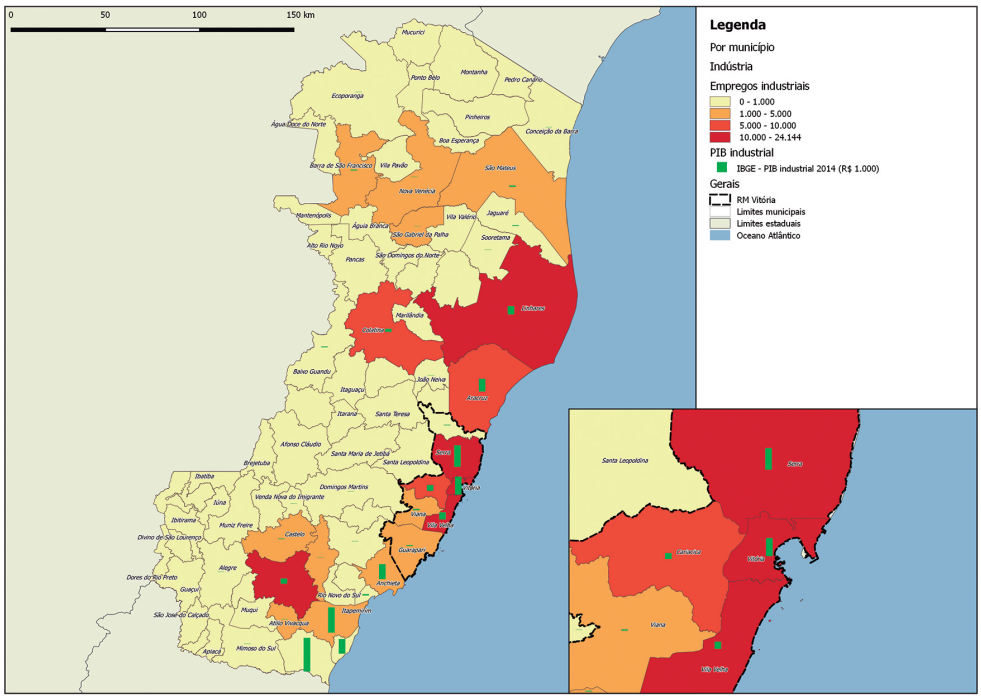
TABELA 21 – Principais divisões da CNAE 2.0 em números de empregos

Classe CNAE 2.0	Denominação	Número de empregos	% do estado
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	23.904	17%
10	Fabricação de produtos alimentícios	21.349	16%
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	11.551	8%
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	7.679	6%
24	Metalurgia	7.393	5%
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	6.475	5%
8	Extração de minerais não-metálicos	6.423	5%
31	Fabricação de móveis	5.527	4%
38	Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais	5.239	4%
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	4.648	3%

Fonte: MTE (2017a).

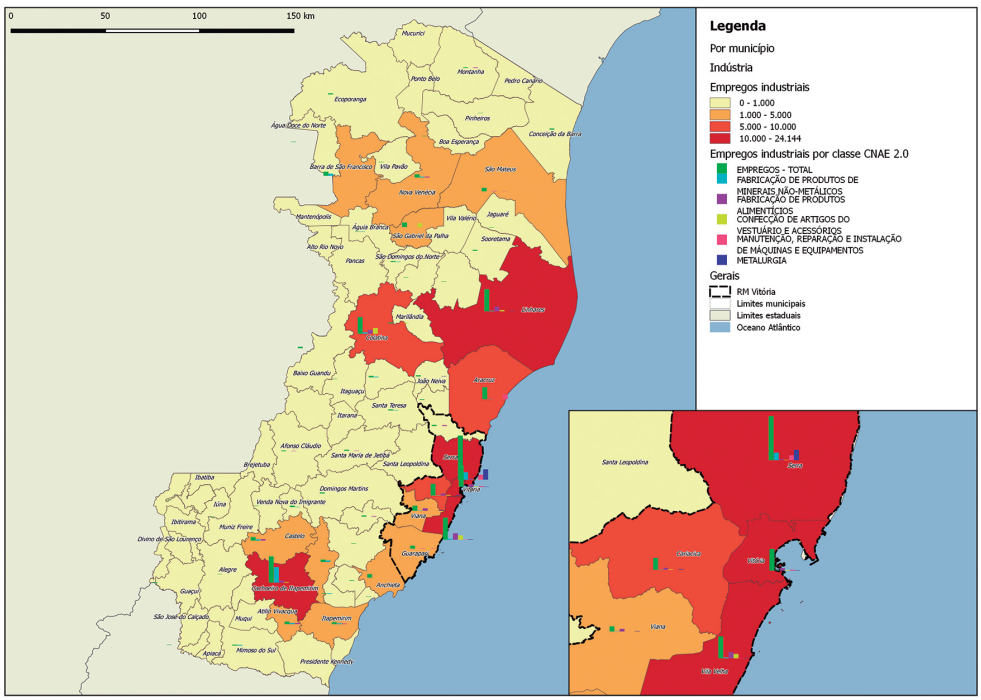
Os mapas a seguir ilustram a distribuição de empregos industriais no estado, PIB industrial e participação das principais classes da CNAE 2.0 por município.

FIGURA 10 – Mapa do número de empregos industriais e PIB industrial por município



Fonte: MTE (2017a) e IBGE (2019).
Elaboração: Fukasawa (2017).

FIGURA 11 – 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 22 apresenta a distribuição dos empregos, por classe CNAE 2.0, para os dez municípios com maior PIB industrial do estado.

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

CNAE		Município									
		Serra	Vitória	Aracruz	Linhares	Vila Velha	Presidente Kennedy	Cachoeiro de Itapemirim	Itapemirim	Cariacica	Colatina
5	EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL									1	
6	EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL		1.658	16	384	14					
7	EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	1	2.403							1	
8	EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	303	12	151	90	128	9	1.213	28	143	650
9	ATIVIDADES DE APOIO À EXTRAÇÃO DE MINERAIS		444		20	36		4	4		
10	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	695	1.493	111	2.554	3.612	15	1.146	403	1.191	2.117
11	FABRICAÇÃO DE BEBIDAS	172		25	72	7		18	1	577	
12	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO					62					
13	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	114	74	7	31	214		13	4	24	231
14	CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS	309	319	18	738	2.387	5	385	3	418	3.205
15	PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS	10	27			578		839		142	7
16	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	160	2	64	250	167		96	15	58	106
17	FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL	160	1	616	120	109		3		17	2
18	IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES	215	536	35	173	184		125		63	99
19	FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS	292			770	17					
20	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	825	14	164	33	136		82		122	17
21	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS	131				2		14		26	
22	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO	1.766	1.264	35	166	254		90	2	459	132
23	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS	4.205	212	176	390	561	16	8.628	479	308	836
24	METALURGIA	5.813	170	15	189	261		34		388	52
25	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	2.361	138	245	715	648		297	19	477	506
26	FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS	61	14	45		17		12		1	5
27	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS	253	66		2.708	301		60	1	18	
28	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	363	66	122	25	118		581		240	12
29	FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS	114	12	43	55	86		133		80	151
30	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES	148	1	1.894		22					
31	FABRICAÇÃO DE MÓVEIS	336	130	69	2.197	385		48	3	541	570
32	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS	105	190	56	35	214	4	133	8	70	52
33	MANUTENÇÃO, REPARAÇÃO E INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	2.702	534	2.594	138	301		109	6	150	22
35	ELETRICIDADE, GÁS E OUTRAS UTILIDADES	791	35	9	132			48	9	29	312
36	ÁGUA, ESGOTO, ATIVIDADES DE GESTÃO DE RESÍDUOS E DESCONTAMINAÇÃO	507	324	138	175	137	4	173	137	52	179
37	ESGOTO E ATIVIDADES RELACIONADAS	272	3			24		2		2	
38	COLETA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS; RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS	920	1.726	96	13	1.016		179	32	873	11
39	DESCONTAMINAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS	42									
Total		**24.144**	**11.868**	**6.744**	**12.153**	**11.998**	**53**	**14.465**	**1.154**	**6.471**	**9.274**

Fonte: Adaptado de MTE (2017a).

2.6 OPORTUNIDADES DE REÚSO

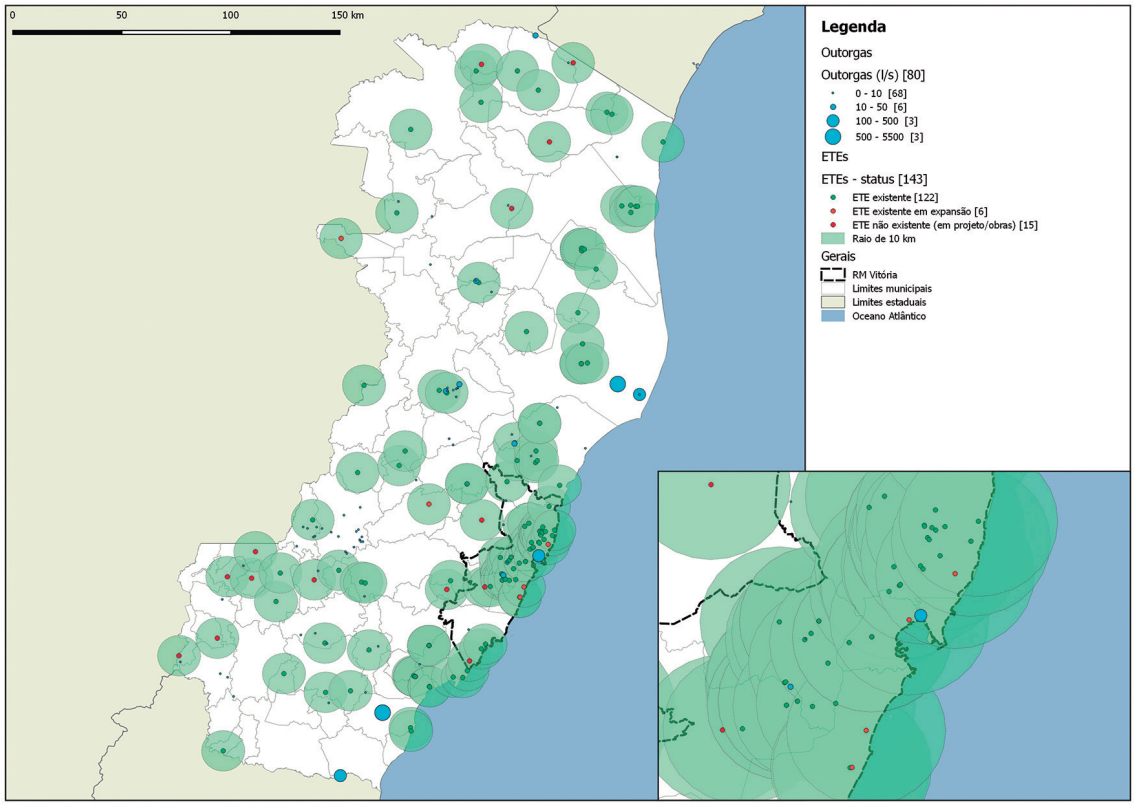
A partir da exportação das informações do SIG (Sistema de Informações Geográficas), detectaram-se as potencialidades de reúso para cada uma das ETEs existentes e futuras do estado. A análise foi realizada com o objetivo de detectar as correlações entre as vazões das estações e as outorgas industriais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

- vazões outorgadas no entorno das 20 maiores ETEs do estado;
- vinte 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 abaixo 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 12 – Mapa com raio de 10 km em torno das ETEs por status e outorgas industriais por vazão



Fonte: ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).
Elaboração: Fukasawa (2017).

2.6.1 CENÁRIO ATUAL

Para o caso das existentes, das 128 ETEs, 54 apresentam ao menos 1 registro de outorga industrial dentro do raio de 10,0 km determinado, das quais:

TABELA 23 – Número de ETEs por faixa de vazão industrial outorgada nas proximidades - cenário atual

Faixa de vazão outorgada (l/s)	N° de ETEs
0	74
0 - 10	22
10 - 100	16
50 - 100	4
100 - 200	12

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).

É notável que a maior parte das ETEs (74) não apresenta nenhum registro de outorga dentro do raio de 10 km.

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 24 – 20 maiores ETEs e vazões outorgadas - cenário atual

N°	Município	ETE	Q_r (l/s)	Processo	Q_{out} (l/s)	N° de outorgas	Q_{out}/Q_r
1	Vitória	ETE Camburi	472,0	Lagoas	103,0	1	0,22
2	Cachoeiro de Itapemirim	ETE Coronel Borges	420,0	Lodos ativados	0,8	1	0
3	Vila Velha	ETE Araçás	400,0	Lodos ativados	0	0	0
4	Vitória	ETE Mulembá II	360,0	Lodos ativados	113,0	2	0,31
5	Cariacica	ETE Bandeirantes	250,0	Lodos ativados	26,7	2	0,11
6	Vitória	ETE Mulembá	204,0	Lodos ativados	113,0	2	**0,55**
7	Guarapari	ETE Sede - Aeroporto	159,0	Lodos ativados	0	0	0
8	Guarapari	ETE Sede - Centro	154,8	Lodos ativados	0	0	0

N°	Município	ETE	Q_r (l/s)	Processo	Q_{out} (l/s)	N° de outorgas	Q_{out}/Q_r
9	Linhares	ETE Aviso	140,0	UASB + polimento	0	0	0
10	Serra	ETE Nova Almeida	120,0	Lagoas	0	0	0
11	Serra	ETE Manguinhos	111,0	Lodos ativados	103,0	1	**0,93**
12	Itapemirim	ETE Rosa Meireles	80,0	Lagoas	0	0	0
13	Marataízes	ETE Ilmenita	78,5	Lagoas	0	0	0
14	São Gabriel da Palha	ETE Sede	75,6	UASB + polimento	20,7	3	0,27
15	Serra	ETE Serra Sede	66,5	UASB + polimento	0,4	1	0,01
16	Serra	ETE Civit II	62,5	Lagoas	103,0	1	**1,65**
17	Serra	ETE Jacaraípe	57,0	Lagoas	0	0	0
18	Anchieta	ETE Iriri-Piúma	56,0	Lagoas	0	0	0
19	Serra	ETE Jardins	53,0	Lagoas	0	0	0
20	Cariacica	ETE Nova Rosa da Penha	48,0	Lagoas	26,7	2	**0,56**

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).

Para as maiores ETEs do estado, poucas apresentam vazões relevantes, destacando-se somente as ETEs Mulembá (Vitória), Manguinhos (Serra) e Civit II (Serra).

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.

TABELA 25 – ETEs com as 20 maiores vazões outorgadas no entorno - cenário atual

N°	Município	ETE	Q_r (l/s)	Processo	Q_{out} (l/s)	N° de outorgas	Q_{out}/Q_r
1	Vitória	ETE Grande Vitória	45,0	Lodos ativados	129,7	3	2,88
2	Vitória	ETE Mulembá II	360,0	Lodos ativados	113,0	2	0,31
3	Vitória	ETE Mulembá	204,0	Lodos ativados	113,0	2	0,55
4	Vitória	ETE Camburi	472,0	Lagoas	103,0	1	0,22
5	Serra	ETE Manguinhos	111,0	Lodos ativados	103,0	1	0,93
6	Serra	ETE Civit II	62,5	Lagoas	103,0	1	1,65
7	Serra	ETE Furnas	47,9	Lagoas	103,0	1	2,15
8	Serra	ETE Jardim Carapina	33,4	UASB + polimento	103,0	1	3,08
9	Serra	ETE Valparaíso	19,0	Lagoas	103,0	1	5,42

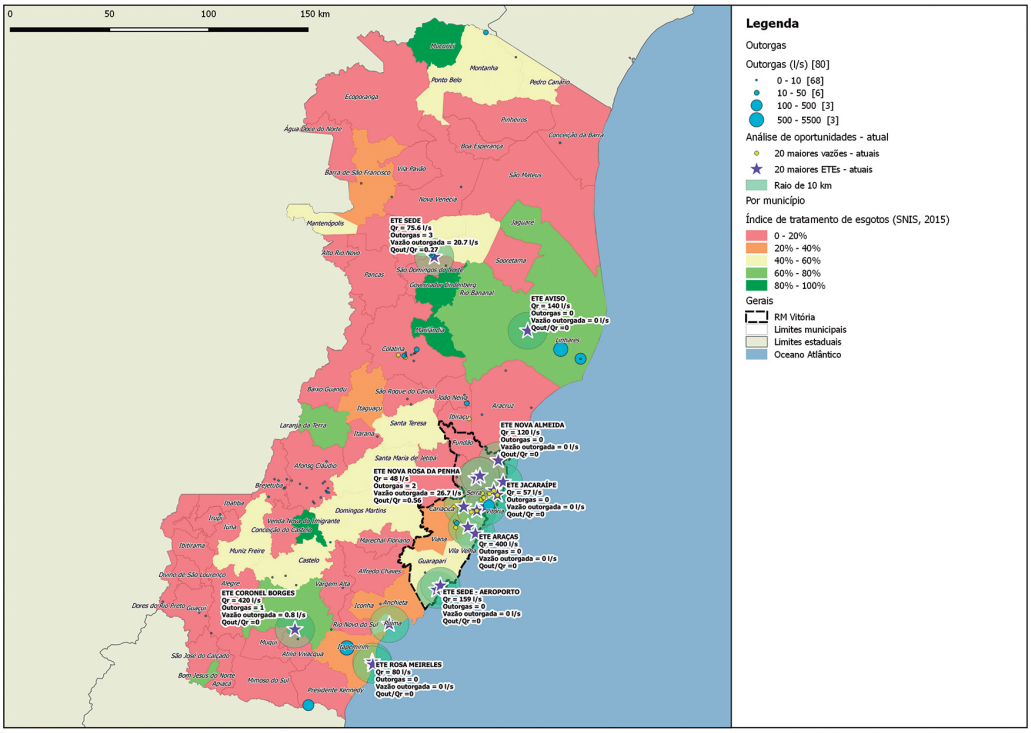
N°	Município	ETE	Q_r (l/s)	Processo	Q_{out} (l/s)	N° de outorgas	Q_{out}/Q_r
10	Serra	ETE André Carlone	18,0	Lagoas	103,0	1	5,72
11	Serra	ETE Laranjeiras	16,0	Lagoas	103,0	1	6,44
12	Serra	ETE Alphaville Jacuhy	7,2	UASB + polimento	103,0	1	14,31
13	João Neiva	ETE João Neiva	2,7	UASB	56,4	3	20,64
14	Ibiraçu	ETE Bairro São Benedito	19,1	Lagoas	54,4	2	2,84
15	Colatina	ETE Acampamento	1,6	UASB + polimento	53,2	10	33,68
16	Colatina	ETE Columbia	1,3	UASB + polimento	53,2	10	40,19
17	Cariacica	ETE Bandeirantes	250,0	Lodos ativados	26,7	2	0,11
18	Cariacica	ETE Nova Rosa da Penha	48,0	Lagoas	26,7	2	0,56
19	Viana	ETE Marcílio de Noronha	25,0	Lodos ativados	26,7	2	1,07
20	Cariacica	ETE Flexal	13,0	Lagoas	26,7	2	2,05

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).

Ainda que entre as ETEs com maiores vazões industriais outorgadas no entorno haja muitas com Q_r superior a 10 l/s, nota-se a peculiaridade de nove delas possuírem somente uma e a mesma outorga em suas proximidades (103 l/s). Em geral, o número de outorgas em torno das plantas é baixo, chegando a número máximo de 10. A ETE Grande Vitória (Vitória) é a que apresenta maior vazão outorgada em seu entorno, com vazão de 130 l/s e 3 outorgas.

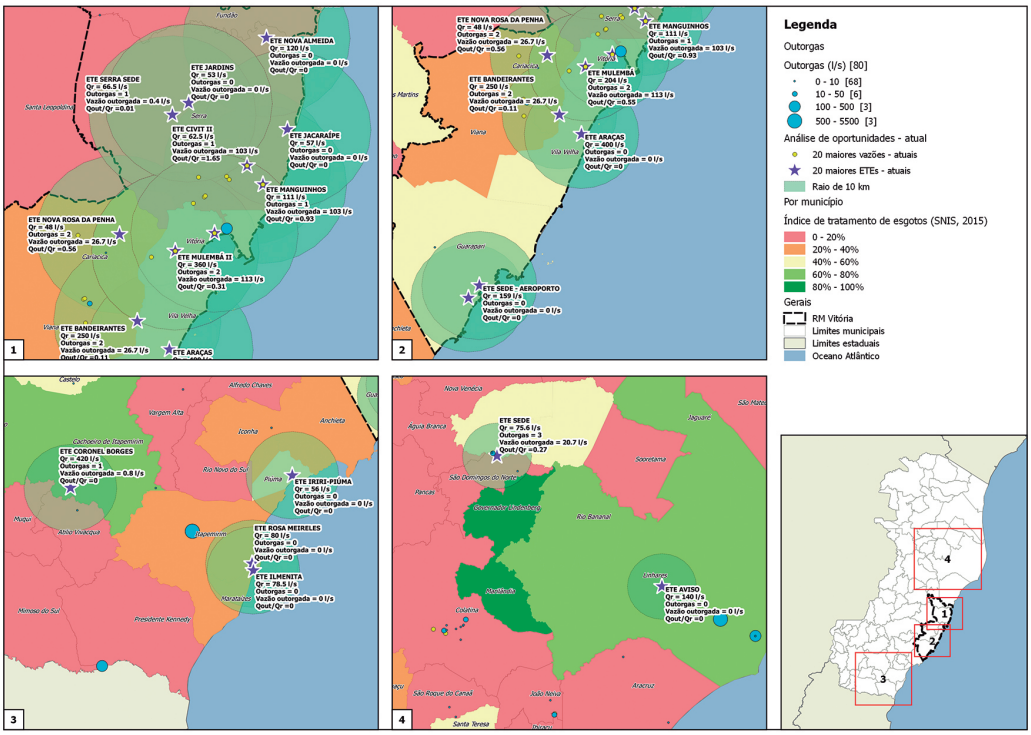
Os mapas a seguir apresentam, para o cenário atual, as 20 maiores ETEs do estado, as 20 ETEs que possuem as maiores vazões outorgadas em suas proximidades, as outorgas industriais (classificadas por vazão) e o índice de tratamento de esgotos, obtido pela razão entre os volumes anuais tratado e consumido de acordo com o SNIS 2017. Foram realizadas aproximações para as seguintes regiões: Região Metropolitana de Vitória – Norte (1); Região Metropolitana de Vitória – Sul (2); região do município de Itapemirim (3) e região do município de Linhares (4).

FIGURA 13 – Mapa de identificação de oportunidades e atendimento de tratamento de esgotos por município cenário atual



Fonte: ANA (2016, 2017b), Agerh (2017), Cesan (2017) e SNSA/MCIDADES (2018).
Elaboração: Fukasawa (2017).

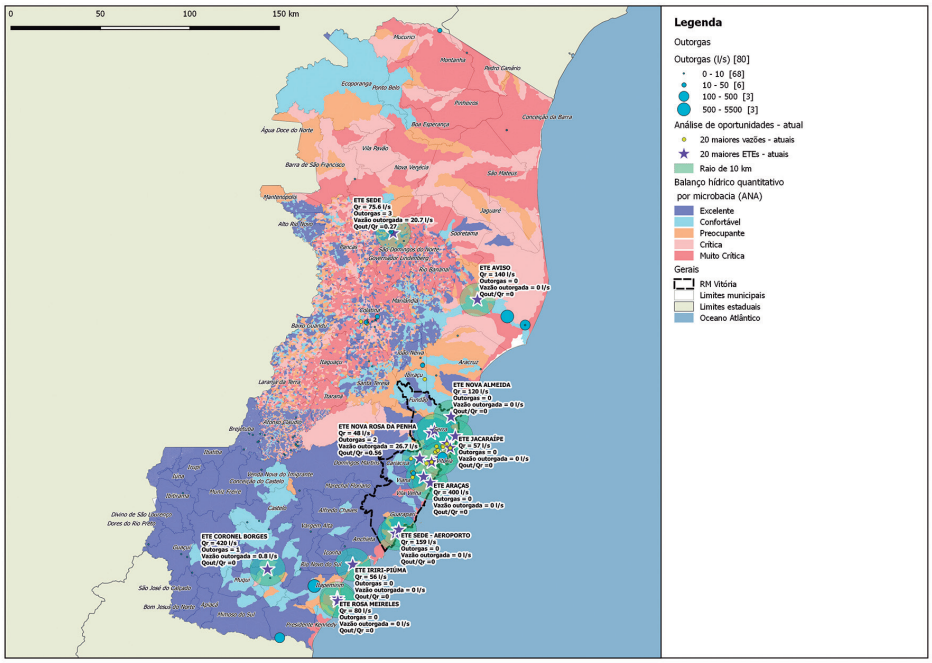
FIGURA 14 – Mapa de identificação de oportunidades e atendimento de tratamento de esgotos por município - principais regiões – cenário atual



Fonte: ANA (2016, 2017b), Agerh (2017), Cesan (2017) e SNSA/MCIDADES (2018).
Elaboração: Fukasawa (2017).

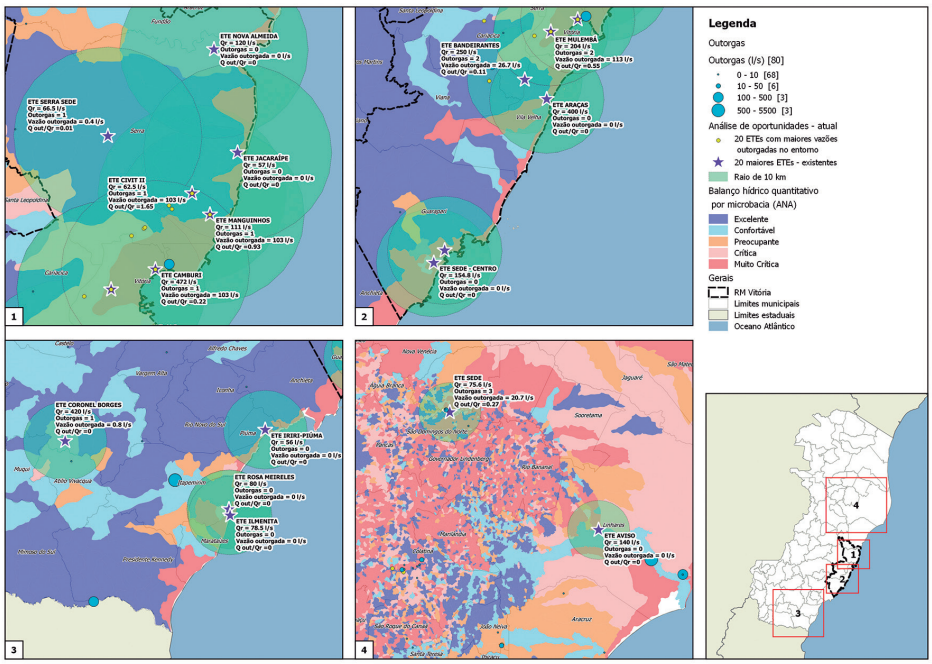
A mesma análise segue para as figuras a seguir, considerando-se a classificação, de acordo com a ANA, de balanço qualitativo por microbacia hidrográfica, o qual varia de "muito crítico" a "excelente" (ANA, 2017d).

FIGURA 15 – Mapa de identificação de oportunidades e balanço hídrico quantitativo por microbacia - cenário atual



Fonte: ANA (2016, 2017b, 2017d), Agerh (2017) e Cesan (2017).
Elaboração: Fukasawa (2017).

FIGURA 16 – Mapa de identificação de oportunidades e balanço hídrico quantitativo por microbacia – principais regiões – cenário atual



Fonte: ANA (2016, 2017b, 2017d), Agerh (2017) e Cesan (2017).
Elaboração: Fukasawa (2017).

2.6.2 CENÁRIO FUTURO

Para o cenário futuro, das 143 ETEs, 58 apresentam ao menos 1 registro de outorga industrial dentro do raio de 10,0 km determinado. Ou seja, em relação ao cenário atual, apenas 4 novas ETEs terão alguma vazão industrial próxima.

TABELA 26 – Número de ETEs por faixa de vazão industrial outorgada nas proximidades – cenário futuro

Faixa de vazão outorgada (l/s)	N° de ETEs
0	85
0 - 10	26
10 - 100	16
50 - 100	4
100 - 200	12

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).

As novas ETEs Meaípe (Guarapari) e Sede (Nova Venécia) figurarão entre as 20 maiores do estado, além da alteração de vazão de 6 estações já existentes: Araçás (Vila Velha), Camburi (Vitória), Manguinhos (Serra), Ulisses Guimarães (Vila Velha), Sede (Santa Maria de Jetibá) e Sede (Mantenópolis).

TABELA 27 – 20 maiores ETEs e vazões outorgadas – cenário futuro

N°	Município	ETE	Status	Q_r futura (l/s)	Processo futuro	Q_{out} (l/s)	N° de outorgas	Q_{out}/Q_r
1	Vila Velha	ETE Araçás	**ETE existente em expansão**	900,0	Lodos ativados	0	0	0
2	Vitória	ETE Camburi	**ETE existente em expansão**	500,0	A definir	103	1	0,22
3	Cachoeiro de Itapemirim	ETE Coronel Borges	ETE em operação	420,0	Lodos ativados	0,8	1	0
4	Vitória	ETE Mulembá II	ETE em operação	360,0	Lodos ativados	113	2	0,31
5	Cariacica	ETE Bandeirantes	ETE em operação	250,0	Lodos ativados	26,7	2	0,11
6	Serra	ETE Manguinhos	**ETE existente em expansão**	227,0	Lodos ativados	103	1	**0,93**
7	Vitória	ETE Mulembá	ETE em operação	204,0	Lodos ativados	113	2	**0,55**
8	Guarapari	ETE Sede - Aeroporto	ETE em operação	159,0	Lodos ativados	0	0	0

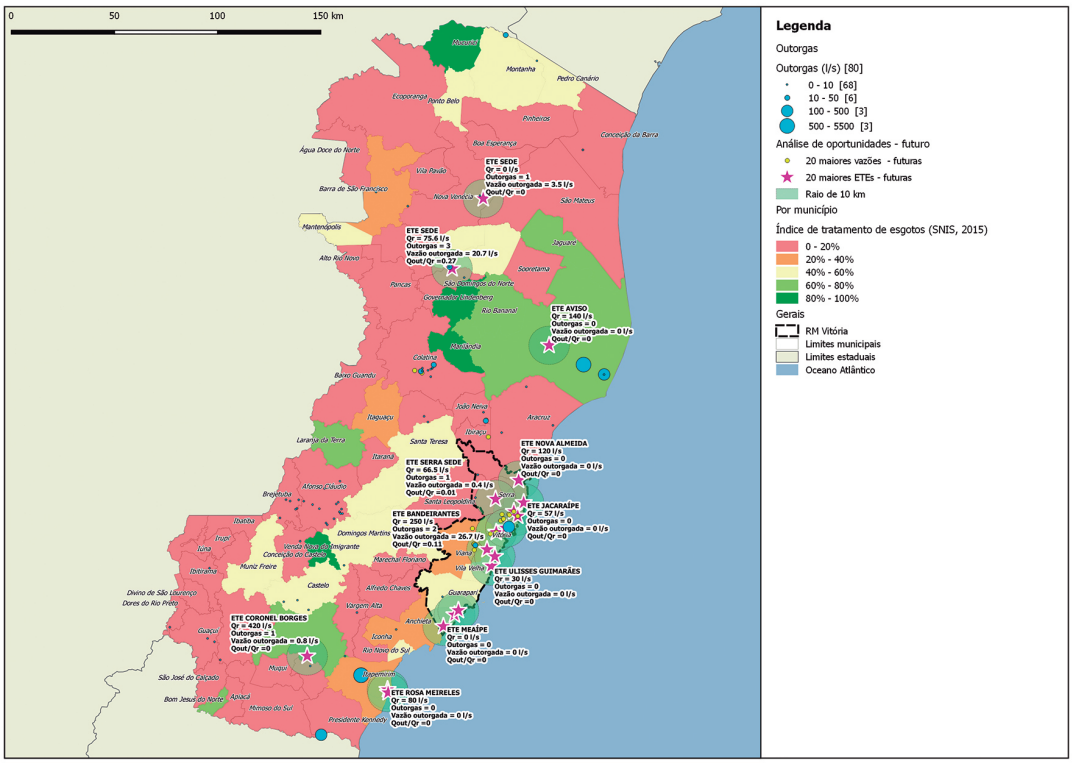
N°	Município	ETE	Status	Q_r futura (l/s)	Processo futuro	Q_{out} (l/s)	N° de outorgas	Q_{out}/Q_r
9	Guarapari	ETE Sede - Centro	ETE em operação	154,8	Lodos ativados	0	0	0
10	Vila Velha	ETE Ulisses Guimarães	**ETE existente em expansão**	150,0	Lodos ativados	0	0	0
11	Linhares	ETE Aviso	ETE em operação	140,0	UASB + polimento	0	0	0
12	Serra	ETE Nova Almeida	ETE em operação	120,0	Lagoas	0	0	0
13	Itapemirim	ETE Rosa Meireles	ETE em operação	80,0	Lagoas	0	0	0
14	Marataízes	ETE Ilmenita	ETE em operação	78,5	Lagoas	0	0	0
15	Guarapari	ETE Meaípe	**ETE não existente (em projeto/obras)**	76,0	UASB + polimento	0	0	0
16	São Gabriel da Palha	ETE Sede	ETE em operação	75,6	UASB + polimento	20,7	3	0,27
17	Nova Venécia	ETE Sede	**ETE não existente (em projeto/obras)**	75,0	UASB + polimento	3,5	1	0
18	Serra	ETE Serra Sede	ETE em operação	66,5	UASB + polimento	0,4	1	0,01
19	Serra	ETE Civit II	ETE em operação	62,5	Lagoas	103	1	1,65
20	Serra	ETE Jacaraípe	ETE em operação	57,0	Lagoas	0	0	0

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).

Referentemente às ETEs com maiores vazões industriais outorgadas verificou-se que nenhuma das 15 novas ETEs futuras encontra-se próxima a demandas industriais relevantes, conforme se verifica na Figura 14. Portanto, as ETEs com as maiores vazões outorgadas em seu entorno serão as mesmas detectadas para o cenário atual (Tabela 25).

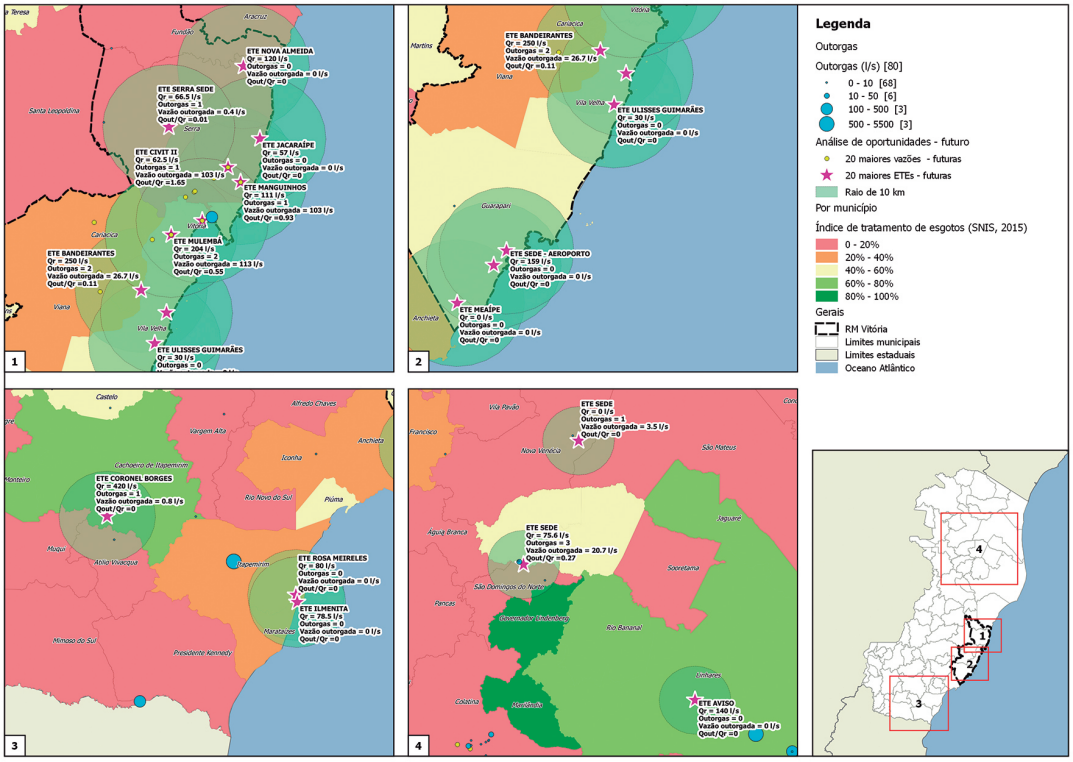
Os mapas a seguir apresentam, para o cenário futuro, as 20 maiores ETEs do estado, as 20 ETEs que possuem as maiores vazões outorgadas em suas proximidades, as outorgas industriais (classificadas por vazão) e o índice de tratamento de esgotos, obtido pela razão entre os volumes anuais tratado e consumido de acordo com o SNIS 2017. Foram realizadas aproximações para as seguintes regiões: Região Metropolitana de Vitória – Norte (1); Região Metropolitana de Vitória – Sul (2); região do município de Itapemirim (3) e região do município de Linhares (4).

FIGURA 17 – Mapa de identificação de oportunidades e atendimento de tratamento de esgotos por município - cenário futuro



Fonte: ANA (2016, 2017b), Agerh (2017), Cesan (2017) e SNSA/MCIDADES (2018).
Elaboração: Fukasawa (2017).

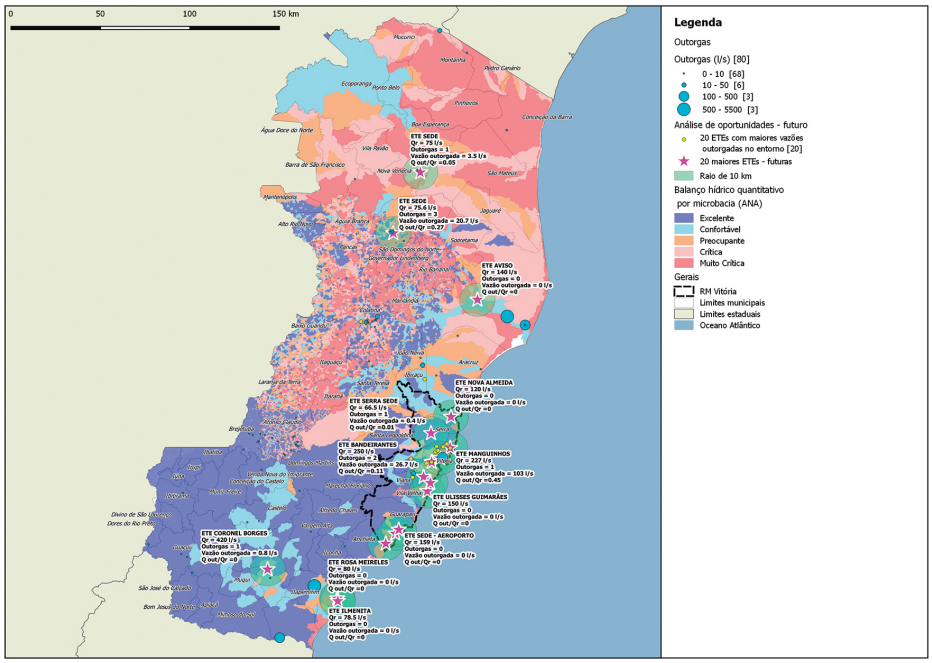
FIGURA 18 – Mapa de identificação de oportunidades e atendimento de tratamento de esgotos por município – principais regiões – cenário futuro



Fonte: ANA (2016, 2017b), Agerh (2017), Cesan (2017) e SNSA/MCIDADES (2018).
Elaboração: Fukasawa (2017).

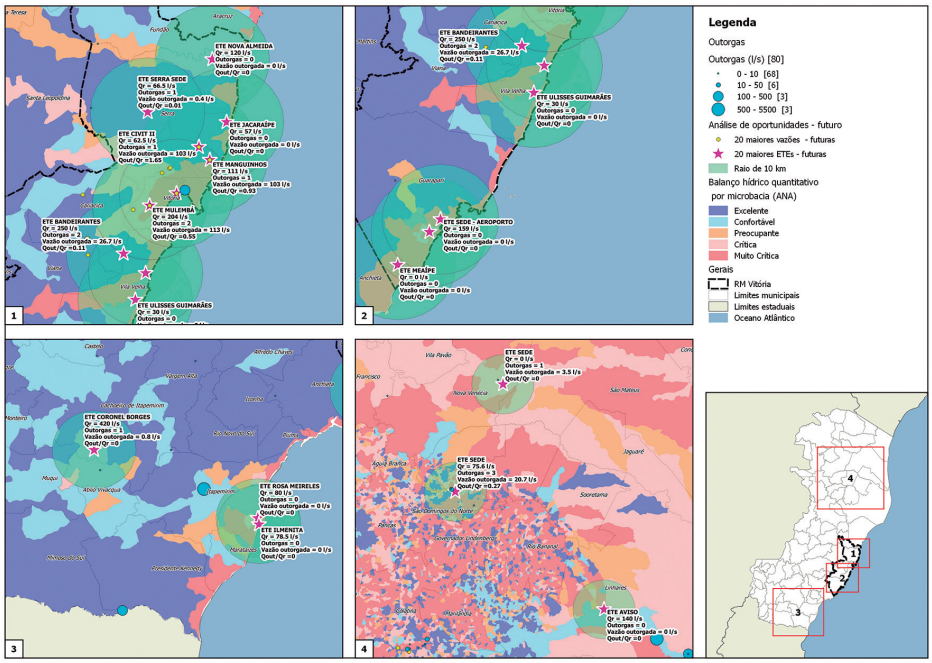
A mesma análise segue para as figuras a seguir, considerando-se a classificação, de acordo com a ANA, de balanço qualitativo por microbacia hidrográfica, o qual varia de "muito crítico" a "excelente" (ANA, 2017d).

FIGURA 19 – Mapa de identificação de oportunidades e balanço hídrico quantitativo por microbacia – cenário futuro



Fonte: ANA (2016, 2017b, 2017d), Agerh (2017) e Cesan (2017).
Elaboração: Fukasawa (2017).

FIGURA 20 – Mapa de identificação de oportunidades e balanço hídrico quantitativo por microbacia – principais regiões – cenário futuro



Fonte: ANA (2016, 2017b, 2017d), Agerh (2017) e Cesan (2017).
Elaboração: Fukasawa (2017).

2.7 ANÁLISE E COMENTÁRIOS

A partir dos tópicos anteriores desenvolvidos, apontam-se as principais análises sobre o estado do Espírito Santo:

- **Disponibilidade hídrica**: em geral, a porção sul do estado apresenta a maior parte de suas microbacias hidrográficas com situação "excelente" ou "confortável" no tocante ao balanço quantitativo, enquanto na porção norte prevalecem situações "crítica" e "muito crítica". Referentemente às principais concentrações urbanas e industriais, Vitória e Linhares apresentam quase todas suas microbacias em situação "crítica" ou "muito crítica", enquanto os municípios de Serra e Cachoeiro do Itapemirim encontram-se em situação hidricamente mais confortável.
- **Saneamento básico**: a abrangência de tratamento de esgotos do estado é de 35% (SNIS, 2017). O processo de lodos ativados corresponde a quase 50% da capacidade instalada, com outros 22% por UASB seguido de polimento, indicativo de que, ainda que o atendimento de tratamento seja relativamente baixo, os processos adotados possuem potencial de produção de efluente de boa qualidade. A necessidade de ampliação da capacidade de tratamento é evidente e resulta em oportunidade para o planejamento de utilização dos efluentes tratados para atendimento de demandas não potáveis em regiões onde haja escassez hídrica.
- **Indústria**: tanto em termos de PIB industrial anual como em número de empregos, destacam-se os municípios de Linhares, Aracruz, Região Metropolitana de Vitória (Vitória, Serra, Vila Velha e Cariacica), Presidente Kennedy, Cachoeiro de Itapemirim e Itapemirim. Quanto aos setores mais proeminentes do estado, destacam-se, em número de empregos, os de fabricação de produtos de minerais não metálicos (classe 23), fabricação de produtos alimentícios (classe 10) e confecção de artigos do vestuário (classe 14).
- **Panorama geral de oportunidades de reúso industrial**: em geral, as maiores ETEs do estado não estão próximas às demandas industriais mais relevantes. A Região Metropolitana de Vitória, onde estão o maior número de ETEs e as maiores vazões de esgoto tratado, possui apenas seis outorgas industriais, sendo apenas uma delas de porte relevante (103 l/s). Ainda assim, as ETEs Camburi e Mulembá I e II, as quais figuram entre as maiores do estado e contam com processo de lodos ativados, localizam-se próximas à outorga supracitada. Vale destacar que, conforme abordado no item 2.3, o estado ainda não apresenta registro de outorgas para águas subterrâneas, o que resultou em não detecção de alguns consumidores industriais.

- **ETEs com altas vazões e altas demandas industriais no entorno**: os pontos de intersecção oferta versus demanda mais relevantes localizam-se em Vitória, Serra e Cariacica, com destaque às ETEs Mulembá (Vitória), Manguinhos (Serra), Civit II (Serra) e Nova Rosa da Penha (Cariacica).
- **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 Camburi (Vitória), Coronel Borges (Cachoeiro de Itapemirim), Araçás (Vila Velha), Mulembá II (Vitória), Bandeirantes (Cariacica), Sede – Aeroporto (Guarapari), Sede – Centro (Guarapari), Aviso (Linhares), Nova Almeida (Serra), Rosa Meireles (Itapemirim), Ilmenita (Marataízes), Sede (São Gabriel da Palha), Serra Sede (Serra), Jacaraípe (Serra), Iriri-Piúma (Anchieta) e Jardins (Serra).
- **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 Alphaville Jacuhy (Serra), João Neiva (João Neiva), Acampamento (Colatina) e Columbia (Colatina). Diversas ETEs localizadas entre Serra e Vitória compartilham uma única mesma outorga (103 l/s) e possuem vazões relativamente baixas, destacando-se as ETEs Grande Vitória (Vitória), Furnas (Serra), Jardim Carapina (Serra), Valparaíso (Serra), André Carlone (Serra) e Laranjeiras (Serra).
- **Cenário futuro**: para o cenário futuro, em que serão construídas 15 novas ETEs e 6 terão sua capacidade ampliada e resultando em acréscimo de vazão superior a 1.100 l/s, nota-se que as novas plantas se localizarão em regiões sem demandas industriais expressivas. Quanto às que serão ampliadas, apenas as ETEs Camburi (Vitória) e Manguinhos (Serra) possuem vazões industriais relevantes no entorno.

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 2017 (SNSA/MCIDADES, 2018), da demanda hídrica industrial estimada pela ANA (ANA, 2017a) e das vazões de referência das ETEs (Q_r)[8] 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 28 – 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, 2017)	Q_r (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2017 - ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2017 - ES006)
Linhares	5.613,0	256,5	205,4	192,5	192,5
Itapemirim	1.444,3	54,8	80,0	10,5	10,5
Presidente Kennedy	213,1	0,2	0,0	0,0	0,0
Vitória	103,0	36,6	1.081,0	588,1	588,1
Colatina	53,2	88,6	2,9	224,3	11,9
Montanha	48,5	9,6	55,0	11,8	11,3
Ibiraçu	44,4	2,6	19,1	14,3	0,0
Viana	16,7	38,2	50,4	33,4	33,1
São Gabriel da Palha	15,2	20,2	75,6	17,3	17,3
Aracruz	10,0	857,3	113,0	103,7	21,9
Cariacica	10,0	97,5	341,4	154,9	123,3
Brejetuba	9,7	0,1	4,1	2,2	1,5
Afonso Cláudio	9,7	1,0	0,0	15,4	8,0
Domingos Martins	7,7	13,6	26,4	12,1	12,1
São Domingos do Norte	5,5	2,3	0,0	3,2	0,0
Castelo	4,5	30,7	21,7	32,9	24,7
Barra de São Francisco	4,0	6,7	42,0	9,6	9,4
São Roque do Canaã	3,9	2,1	0,0	6,3	0,3
Nova Venécia	3,5	14,1	0,0	0,0	0,0
Anchieta	2,0	6,0	84,2	13,4	13,4
João Neiva	2,0	9,5	2,7	33,4	0,0
Fundão	1,4	13,1	6,4	8,7	8,7
Conceição do Castelo	1,0	1,1	0,0	0,0	0,0
Dores do Rio Preto	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0

8 A agregação por município foi realizada utilizando-se as vazões das ETEs atuais, desconsiderando-se as novas ETEs a serem implantadas na RMF.

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017)	Q_r (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2017 - ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2017 - ES006)
Atilio Vivacqua	0,8	28,4	0,0	8,5	0,0
Guaçuí	0,6	2,3	0,0	25,4	0,0
Ibitirama	0,4	0,1	0,0	8,9	0,0
Serra	0,4	762,3	803,8	374,2	365,0
Águia Branca	0,4	1,1	0,0	0,0	0,0
Vargem Alta	0,3	7,0	2,0	11,4	0,0
Pedro Canário	0,1	1,5	24,0	20,4	20,4
Água Doce do Norte	0,0	0,2	0,0	26,9	0,0
Alegre	0,0	2,2	0,0	43,3	0,0
Alfredo Chaves	0,0	3,5	1,1	10,8	4,1
Alto Rio Novo	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Apiacá	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
Baixo Guandu	0,0	5,5	1,4	58,6	0,0
Boa Esperança	0,0	8,2	0,0	20,7	17,9
Bom Jesus do Norte	0,0	4,0	16,0	10,8	10,8
Cachoeiro de Itapemirim	0,0	115,7	424,5	226,8	222,8
Conceição da Barra	0,0	130,0	15,0	2,6	2,6
Divino de São Lourenço	0,0	0,1	0,0	1,6	0,0
Ecoporanga	0,0	1,7	25,0	1,8	1,4
Governador Lindenberg	0,0	0,5	21,0	6,3	4,4
Guarapari	0,0	7,7	313,8	122,1	119,5
Ibatiba	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Iconha	0,0	1,1	3,5	15,5	6,6
Irupi	0,0	0,1	0,0	2,2	0,5
Itaguaçu	0,0	2,3	14,9	11,5	9,2
Itarana	0,0	0,2	20,0	10,0	0,0
Iúna	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Jaguaré	0,0	1,3	23,9	11,2	9,6
Jerônimo Monteiro	0,0	0,1	15,5	23,9	19,2
Laranja da Terra	0,0	0,2	15,0	2,5	2,5
Mantenópolis	0,0	0,1	14,8	6,7	6,7
Marataízes	0,0	1,6	78,5	46,3	46,3
Marechal Floriano	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0
Marilândia	0,0	2,9	10,2	9,8	0,0
Mimoso do Sul	0,0	2,9	0,0	39,6	0,0
Mucurici	0,0	0,5	0,0	4,3	4,3
Muniz Freire	0,0	1,8	12,0	7,9	7,9
Muqui	0,0	1,0	0,0	63,4	0,0

Município	Demanda industrial		Coleta e tratamento de esgotos		
	Qout (l/s)	Demanda industrial (l/s) (ANA, 2017)	Q_r (l/s)	Esgoto coletado (l/s) (SNIS 2017 - ES005)	Esgoto tratado (l/s) (SNIS 2017 - ES006)
Pancas	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Pinheiros	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
Piúma	0,0	3,7	18,0	23,0	21,6
Ponto Belo	0,0	0,3	4,1	4,0	3,8
Rio Bananal	0,0	1,1	13,0	8,4	8,4
Rio Novo do Sul	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0
Santa Leopoldina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Santa Maria de Jetibá	0,0	6,1	13,0	9,3	9,2
Santa Teresa	0,0	2,4	32,6	9,5	9,4
São José do Calçado	0,0	1,5	0,0	10,4	0,0
São Mateus	0,0	15,4	11,4	95,5	6,7
Sooretama	0,0	1,4	7,9	13,2	0,0
Venda Nova do Imigrante	0,0	6,4	34,0	20,1	20,1
Vila Pavão	0,0	0,1	0,0	7,0	0,0
Vila Valério	0,0	0,2	0,0	6,1	6,1
Vila Velha	0,0	98,0	460,0	413,0	413,0
TOTAL	**7.630,1**	**2.819,4**	**4.661,2**	**3.343,5**	**2.467,7**

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017a, 2017b), Agerh (2017), Cesan (2017) e SNSA/MCIDADES (2018).

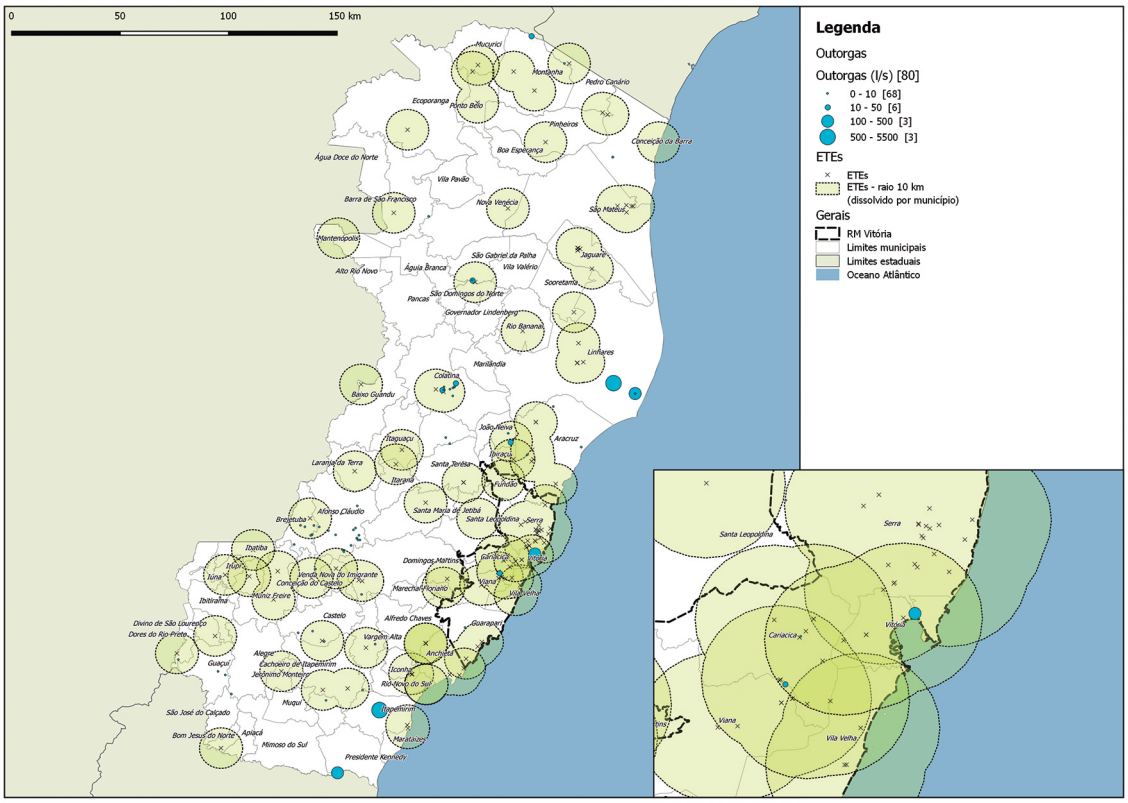
É possível verificar que, no tocante às demandas industriais, há expressiva diferença entre os valores obtidos neste estudo e os estimados pela ANA para cada município. O valor total para o estado estimado pelas outorgas é quase três vezes maior do que o calculado pela ANA. Conforme já abordado no **item 1.2**, a metodologia da ANA de estimativa de consumo é baseada em número de empregos industriais ativos (proveniente do 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 sejam superiores aos apresentados no SNIS 2017, uma vez que a variável Q_r (vazão de referência) foi determinada, prioritariamente, a partir das vazões de projeto das ETEs (vide item **1.3.2**), 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, 2018) 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 os 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 ao dobro das vazões de esgoto tratado apresentadas no SNIS 2017.

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 abaixo ilustra o conceito apresentado.

FIGURA 21 – Mapa de agrupamento das áreas de influência das ETEs por município



Fonte: ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).
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 29 – Q_{out}' e tratamento de esgoto agregados por município

Município	Q_{out}' (l/s)	N°out	Q_r (l/s)	N° ETEs
Vitória	129,7	3	1081,0	4
Serra	103,4	2	803,8	21
João Neiva	56,4	3	2,7	1
Ibiraçu	54,4	2	19,1	1
Colatina	53,2	10	2,9	2
Viana	26,7	2	50,4	7
Cariacica	26,7	2	341,4	9
São Gabriel da Palha	20,7	3	75,6	1
Aracruz	10,0	1	113,0	6
Brejetuba	9,7	6	4,1	1
Domingos Martins	7,7	1	26,4	3
Nova Venécia	3,5	1	0,0	1
Castelo	2,5	2	21,7	1
Iconha	2,0	1	3,5	9
Fundão	1,4	1	6,4	1
Venda Nova do Imigrante	1,3	3	34,0	1
Dores do Rio Preto	1,0	1	0,0	1
Conceição do Castelo	1,0	1	0,0	1
Cachoeiro de Itapemirim	0,8	2	424,5	2
Barra de São Francisco	0,4	2	42,0	1
Vargem Alta	0,3	1	2,0	1
Pedro Canário	0,1	1	24,0	3
Ibatiba	0	1	0,0	1
Iúna	0	1	0,0	1
Irupi	0	1	0,0	1
Santa Teresa	0	0	32,6	2
Marechal Floriano	0	0	0,0	1
Mantenópolis	0	0	14,8	1
Montanha	0	0	55,0	2
Baixo Guandu	0	0	1,4	1
Linhares	0	0	205,4	6

Município	Q_{out}' (l/s)	N°out	Q_r (l/s)	N° ETEs
Mucurici	0	0	0,0	2
Santa Leopoldina	0	0	0,0	1
Guarapari	0	0	313,8	3
Anchieta	0	0	84,2	4
Jaguaré	0	0	23,9	6
Piúma	0	0	18,0	1
Conceição da Barra	0	0	15,0	1
Governador Lindenberg	0	0	21,0	1
Bom Jesus do Norte	0	0	16,0	1
Muniz Freire	0	0	12,0	2
Ponto Belo	0	0	4,1	2
Alfredo Chaves	0	0	1,1	4
Santa Maria de Jetibá	0	0	13,0	1
Vila Velha	0	0	460,0	3
Sooretama	0	0	7,9	1
Pinheiros	0	0	0,0	1
Laranja da Terra	0	0	15,0	1
Marilândia	0	0	10,2	1
Ecoporanga	0	0	25,0	1
Jerônimo Monteiro	0	0	15,5	1
São Mateus	0	0	11,4	5
Itaguaçu	0	0	14,9	1
Marataízes	0	0	78,5	2
Itapemirim	0	0	80,0	1
Divino de São Lourenço	0	0	0,0	1
Rio Bananal	0	0	13,0	1
Itarana	0	0	20,0	1

Fonte: Adaptado de ANA (2016, 2017b), Agerh (2017) e Cesan (2017).

Os municípios que apresentam maiores valores de Q_{out}', Vitória (130 l/s) e Serra (104 l/s), não são os que possuem as maiores vazões industriais outorgadas em seu território (Linhares e Itapemirim), justamente porque nestes as ETEs municipais distam em mais de 10 km das indústrias consumidoras. Em geral, pelo fato de as outorgas detectadas no estado estarem relativamente distantes entre si, há poucos casos de ETEs de um município contemplarem, em seu raio de 10 km, indústrias de cidades vizinhas. O caso mais relevante é o de João Neiva, que, ainda que praticamente não apresente outorgas relevantes (2 l/s), possui a ETE João Neiva próxima a outorgas em Aracruz e Ibiraçu, resultando em valor de Q_{out}' relativamente alto (56 l/s).

A estimativa de custos foi realizada dentro do escopo da primeira etapa do estudo (CNI, 2017) para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), tendo como base o panorama de saneamento local e custos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), e visa a apresentar cenários possíveis de infraestrutura genérica e viável a ser projetada para o fornecimento de água de reuso não potável para fins industriais

3 CUSTOS ATRIBUÍDOS A SISTEMAS DE REÚSO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

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

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

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

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

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

A. Aquisição do efluente tratado: compra do efluente tratado pela concessionária.

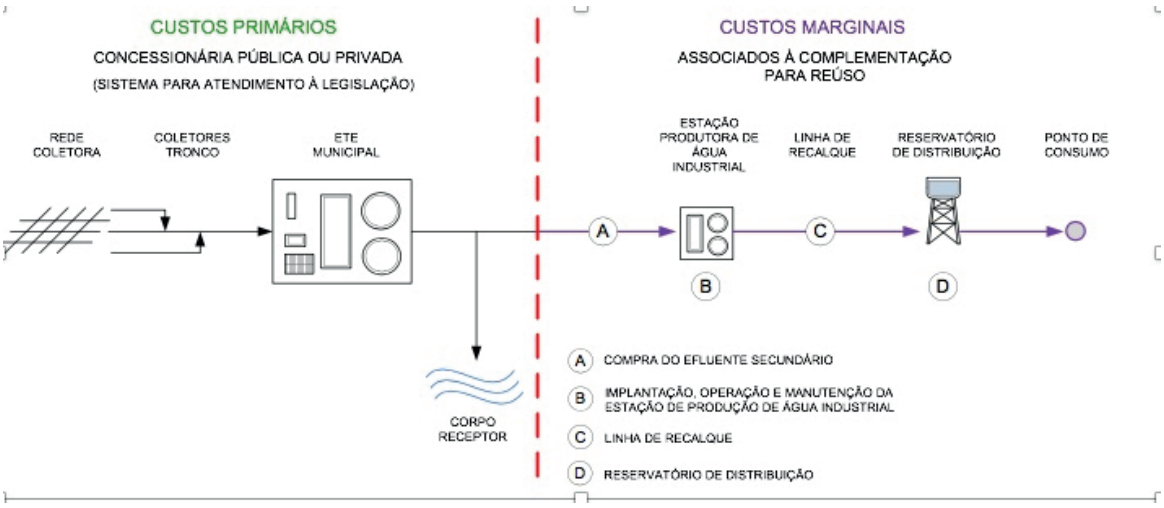
B. Tratamento complementar para adequação da qualidade: adequação do efluente às exigências de qualidade para uso não potável industrial.

C. Linha primária de distribuição: transporte de água de reúso até as proximidades dos pontos de uso.

D. Reservação final: reservação da água de reúso nas proximidades dos pontos de uso.

A Figura 22 ilustra, de maneira esquemática, as etapas elencadas na composição de custos.

FIGURA 22 – Custos primários e marginais associados ao reúso



Fonte: CNI (2017).

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

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

reúso[9]. Essa adaptação, que praticamente não envolve obras civis, consiste na instalação de unidades de membranas de ultrafiltração nas próprias câmaras de aeração dos sistemas de lodos ativados ou em câmaras adjacentes à câmara de aeração.

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

3.2 CONCEPÇÃO DO PROJETO GENÉRICO

O projeto genérico para estimativa de custos foi realizado, primeiramente, com base em diferentes vazões, distâncias de distribuição e volumes de reservação final. Adotaram-se vazões de 50 a 500 l/s e linhas de distribuição com comprimento total de 9,0 a 13,0 km, havendo sempre trecho por recalque (variando de 4,0 a 8,0 km) e por conduto forçado por gravidade (5,0 km). Os diversos cenários de distribuição foram calculados para os diâmetros econômicos de recalque e diâmetro da adutora por gravidade que garantam que a perda de carga não ultrapasse a 15 mca [10] 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

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

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

- Material da tubulação: ferro fundido dúctil K9 [11]
- Perdas de carga com ΣK_s [12] (sucção) = 2,25 e ΣK_s (recalque) = 9,3 para ambas as extensões
- Desnível geométrico (H_g [13]) = 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 ΣK_s = 9,0
- Desnível geométrico (H_g) = 30,0 m

- **Reservatório de distribuição:**
  - ° Para Q = 50 l/s, volume de 500 m³
  - ° Para Q = 100 l/s, volume de 1.000 m³
  - ° Para Q = 200 l/s, volume de 1.500 m³
  - ° Para Q = 500 l/s, volume de 2.000 m³

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

TABELA 30 – Cenários para estimativas de custos

Vazão (l/s)	Linha de distribuição			Reservatório de distribuição (m³)
	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).

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

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

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

3.3 ESTIMATIVAS DE CAPEX

3.3.1 ADAPTAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE LODOS ATIVADOS

A adaptação de sistemas de lodos ativados convencional a sistemas de biomembranas (MBRs [14]) foi considerada como a instalação sistemas de membranas completos, incluindo as membranas de ultrafiltração com poros de 0,035 µm[15], estruturas de suporte, válvulas, controles, bombas de lóbulo, medidores de vazão e sopradores (Puron Pulsion MBR, fibra oca, Koch Membrane Systems-KMS) estimados por preços unitários, conforme as vazões referidas para este estudo. A avaliação dos preços das estações produtoras de água de reúso completas foi realizada em função das vazões médias produzidas e traduzidas em R$/m³ tratado por ano.

O valor médio de Capex foi estimado por meio de extrapolação matemática considerada a partir dos dados, os quais são oriundos de estações já implantadas, apresentados na Tabela 31:

TABELA 31 – Dados de base para estimativa de Capex em função da vazão

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

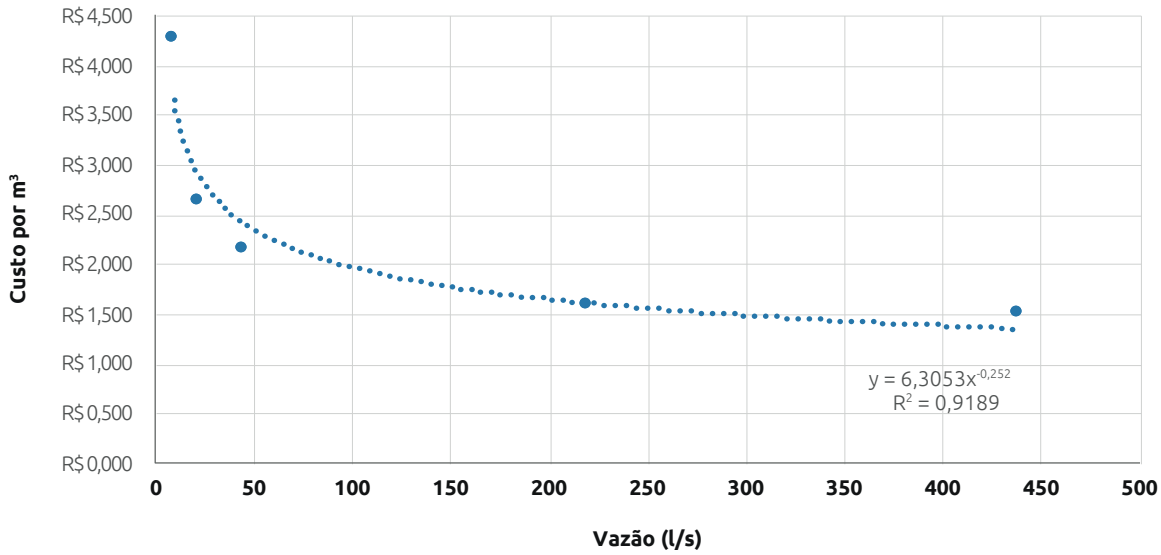
Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Da Tabela 31 foram segregados os valores de custo de capital relacionados com a vazão e seu indicador de R$/m³. Com base nos dados de vazões e respectivos custos unitários dos investimentos para a construção, fornecimento e montagem dos equipamentos (membranas, bombas, instrumentações, medidores etc.) foi gerado o gráfico mostrado na Figura 23 com a respectiva equação de aderência aos dados e seu coeficiente de determinação, R^2.

14 MBR: Membrane Bioreactor

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

FIGURA 23 – Gráfico dos custos de capital correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produção de água de reúso (R$/m³)



Fonte: Adaptado de CNI (2017).

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

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

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.); e
- Preço médio da energia elétrica industrial.

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

3.3.2.1 Instalações elevatórias

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

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

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

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 I0 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 32 – Estimativa de custos para obras lineares

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

Nota: Os preços desenvolvidos estão fundamentados com base na média de preços de diversas obras lineares, contratadas pela Sabesp, com I0 de junho de 2010 e considerada uma atualização monetária 50% para recomposição de preços.
Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

3.3.3 RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

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

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

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

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 33 – 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 Paranapanema	400,08
Caiua	397,59
Light	395,76
CPFL Leste Paulista	390,30
CPFL Mococa	390,28
Bandeirante	388,32
Bragantina	385,04
Eletropaulo	378,04
CPFL Sul Paulista	365,66
Média	**411,30**
Revisão Tarifaria de abr. 2016	**6,560%**
Média corrigida para o período abril/16	**438,28**

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

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

3.4.2 ADAPTAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE LODOS ATIVADOS

Com base nos dados de vazões e respectivos custos unitários de O&M (Tabela 34), exceto gastos de energia elétrica, é gerado o gráfico mostrado na Figura 24 com a respectiva equação de aderência aos dados fornecidos.

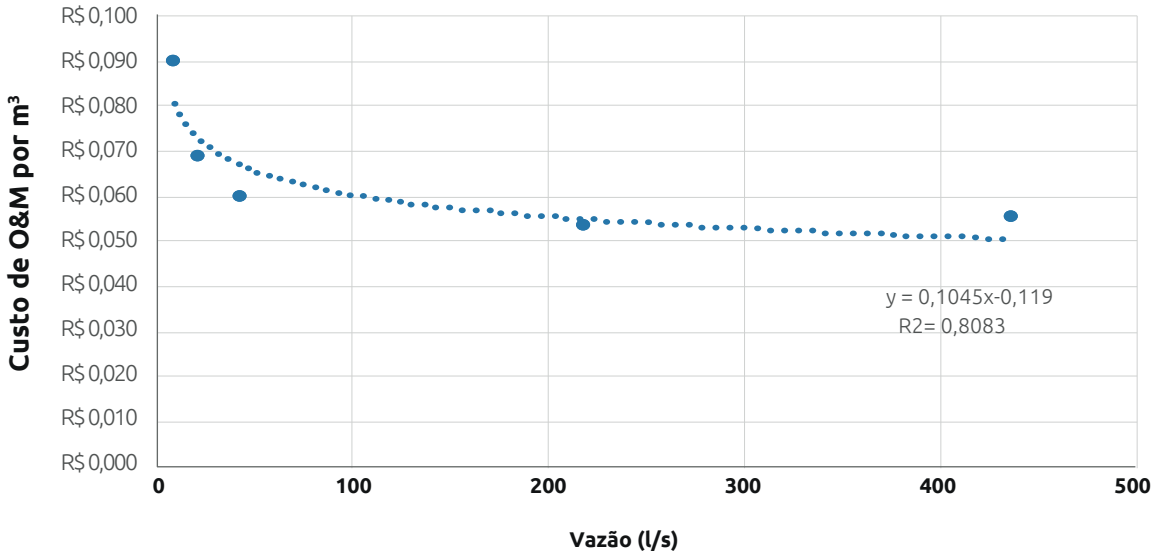
TABELA 34 – Dados de base para estimativa de Opex em função da vazão

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

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O gráfico abaixo dispõe a correlação entre vazão (l/s) e Opex (R$/m³) a partir dos dados da Tabela 34, bem como apresenta a curva de tendência e sua respectiva aderência (coeficiente de determinação, R²).

FIGURA 24 – Gráfico dos custos de operação e manutenção correspondentes à adaptação de ETEs existentes para produzir água de reúso (R$/m³)



Fonte: Adaptado de CNI (2017).

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

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

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

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

3.4.3 SISTEMA ELEVATÓRIO

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

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

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

Assumiu-se necessidade de 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% aa**.
- Demais impostos com alíquotas normais: PIS/COFINS **9,25%** e I.R e CSLL de **34%**.
- Des considerados impostos do tipo ISS.
- A taxa de contribuição para agência reguladora estimada em **0,5**%.
- A depreciação considerada em 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 oitos cenários levam em consideração aplicação de tarifa que iguala a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto à taxa de atratividade considerada, resultando em o Valor Presente Líquido (VPL) igual a zero.

Também se considerou que toda a água de reúso será vendida. Neste caso, o "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 m³ fornecido do efluente da planta de tratamento de esgotos por lodos ativados. Para estimar o custo total final considerando-se essa etapa, o valor deverá ser somado aos valores estimados neste estudo.*

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

Alternativa A: linha de recalque 4,0 km e linha por gravidade 5,0 km;

Alternativa B: linha de recalque 8,0 km e linha por gravidade 5,0 km

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

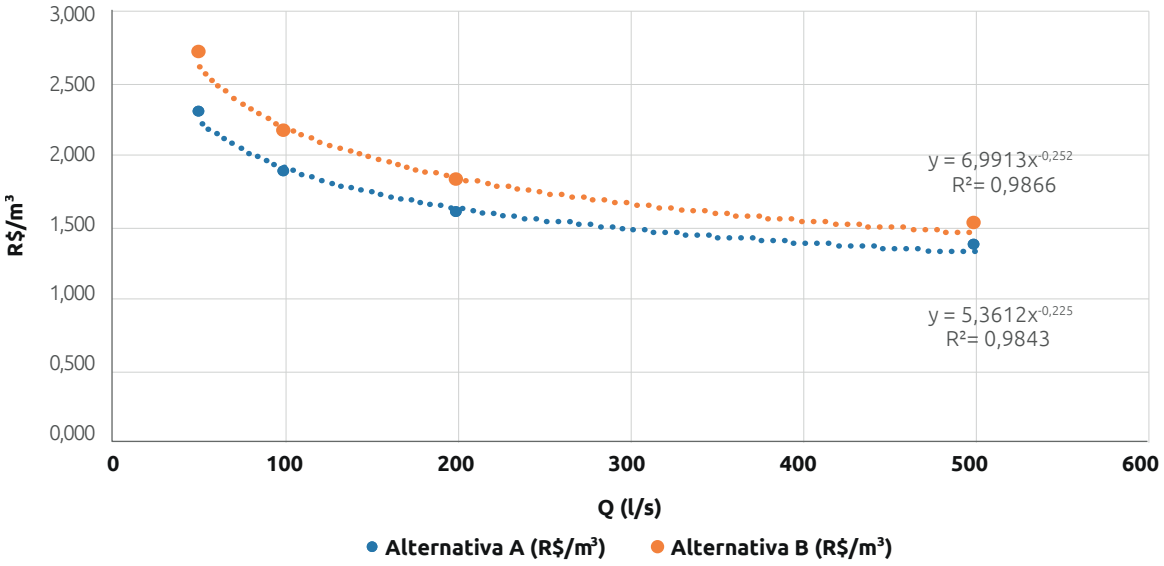
TABELA 35 – Custos estimados relativos ao sistema de reúso completo

Vazão (l/s)	Alternativa A (R$/m³)	Alternativa B (R$/m³)
50	2,283	2,682
100	1,866	2,142
200	1,586	1,794
500	1,357	1,496

Fonte: CNI (2017).

O gráfico abaixo dispõe a correlação entre vazão (l/s) e custos totais (R$/m³) a partir dos dados da Tabela 35, bem como apresenta a curva de tendência e sua respectiva aderência (coeficiente de determinação, R^2) para cada uma das alternativas.

FIGURA 25 – 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:

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

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

3.7 RESUMO E COMENTÁRIOS

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

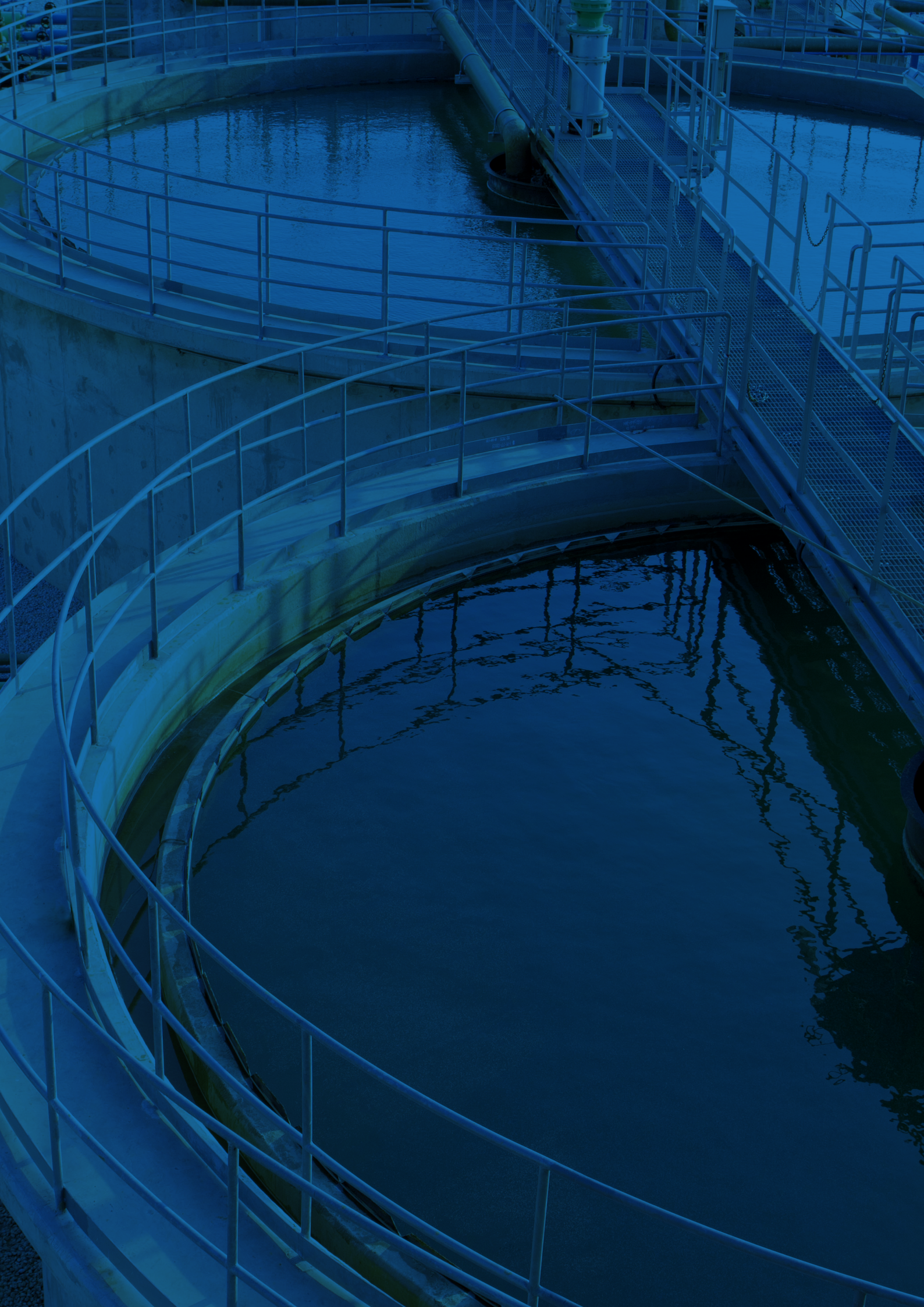
TABELA 36 – Resumo dos custos estimados de Capex e Opex para os cenários propostos

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

Fonte: CNI (2017).

Os valores estimados e resumidos na tabela acima contemplam os custos "B", "C" e "D" (vide Figura 22). O custo "A", relativo à compra de efluente secundário, dependerá de fatores de arranjo institucional, contrato de vazões e regulação da qualidade. Mesmo que se trate de um efluente ainda a ser submetido a tratamento, é fundamental que haja segurança nas quantidades e qualidades fornecidas à produção de água industrial, permitindo a constância no fornecimento do produto às indústrias. Dessa maneira, é importante que o efluente secundário seja entendido como objeto sujeito a regulação contratual.

Torna-se evidente que o valor por m³ decresce conforme aumentam as vazões tratadas, tornando sistemas de 500 l/s economicamente mais viáveis que os de 50 l/s, por exemplo. Ao mesmo tempo, o custo, assim como é esperado, aumenta significativamente com o acréscimo de distância de distribuição da água, o que pode ser observado pelo distanciamento entre as curvas das alternativas "A" e "B". As equações de curva exponenciais da correlação vazão x R$/m³ podem ser utilizadas para interpolações e consequente determinação do resultado da função para valores intermediários não previstos neste estudo. A lógica aplicada poderá também ser expandida para outras vazões e considerações iniciais (distâncias, capacidades de reservação etc.), chegando-se a novas curvas e equações e, consequentemente, 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. **Balanço hídrico quantitativo**. 2017d. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/acesso-tematico/balanco-hidrico. Acesso em: 05 nov. 2017.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **Informações sobre outorgas de captação estaduais**. Vitória: AGERH, 2017.

COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO – CESAN. **Informações sobre as ETEs operadas pela companhia**. Vitória: CESAN, 2017.

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

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

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

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PIB dos municípios brasileiros**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>. Acesso em: 28 jun. 2019

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

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

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgoto: 2017. Brasília: MCIDADES, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-eesgotos/diagnostico-ae-2015>. Acesso em: 27 mai. 2019.

ANEXO - RESULTADO POR ETE

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_126	AMBOS	3205309	VITÓRIA	ETE CAMBURI	ETE EXISTENTE EM EXPANSÃO	472,0	500,0	LAGOAS	A DEFINIR	366881,000	7758644,000	24	103	1	0,22
ES_ETE_001	ANA	3201209	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	ETE CORONEL BORGES	ETE EM OPERAÇÃO	420,0	420,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	270717,455	7691341,290	24	0,8	1	0
ES_ETE_125	AMBOS	3205200	VILA VELHA	ETE ARAÇAS	ETE EXISTENTE EM EXPANSÃO	400,0	900,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	361604,000	7743889,000	24	0	0	0
ES_ETE_002	AMBOS	3205309	VITÓRIA	ETE MULEMBÁ II	ETE EM OPERAÇÃO	360,0	360,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	362208,000	7756345,000	24	113	2	0,31
ES_ETE_003	AMBOS	3201308	CARIACICA	ETE BANDEIRANTES	ETE EM OPERAÇÃO	250,0	250,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	357748,000	7747449,000	24	26,7	2	0,11
ES_ETE_004	AMBOS	3205309	VITÓRIA	ETE MULEMBÁ	ETE EM OPERAÇÃO	204,0	204,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	362208,000	7756345,000	24	113	2	0,55
ES_ETE_005	AMBOS	3202405	GUARAPARI	ETE SEDE - AEROPORTO	ETE EM OPERAÇÃO	159,0	159,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	344079,000	7715817,000	24	0	0	0
ES_ETE_006	AMBOS	3202405	GUARAPARI	ETE SEDE - CENTRO	ETE EM OPERAÇÃO	154,8	154,8	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	342200,000	7713500,000	24	0	0	0
ES_ETE_007	ANA	3203205	LINHARES	ETE AVISO	ETE EM OPERAÇÃO	140,0	140,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	387401,869	7853271,687	24	0	0	0
ES_ETE_008	AMBOS	3205002	SERRA	ETE NOVA ALMEIDA	ETE EM OPERAÇÃO	120,0	120,0	LAGOAS	LAGOAS	372910,700	7783380,660	24	0	0	0
ES_ETE_127	AMBOS	3205002	SERRA	ETE MANGUINHOS	ETE EXISTENTE EM EXPANSÃO	111,0	227,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	372618,560	7764833,950	24	103	1	0,93
ES_ETE_009	ANA	3203320	MARATAÍZES	ETE ROSA MEIRELES	ETE EM OPERAÇÃO	80,0	80,0	LAGOAS	LAGOAS	310011,972	7674514,467	24	0	0	0
ES_ETE_012	ANA	3203320	MARATAÍZES	ETE ILMENITA	ETE EM OPERAÇÃO	78,5	78,5	LAGOAS	LAGOAS	310317,004	7672951,466	24	0	0	0
ES_ETE_013	AMBOS	3204708	SÃO GABRIEL DA PALHA	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	75,6	75,6	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	339390,000	7892592,000	24	20,7	3	0,27
ES_ETE_014	CESAN	3205002	SERRA	ETE SERRA SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	66,5	66,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	361727,830	7773563,610	24	0,4	1	0,01
ES_ETE_015	AMBOS	3205002	SERRA	ETE CIVIT II	ETE EM OPERAÇÃO	62,5	62,5	LAGOAS	LAGOAS	370706,950	7767203,850	24	103	1	1,65
ES_ETE_016	AMBOS	3205002	SERRA	ETE JACARAÍPE	ETE EM OPERAÇÃO	57,0	57,0	LAGOAS	LAGOAS	375493,850	7771824,840	24	0	0	0

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_017	CESAN	3200409	ANCHIETA	ETE IRIRI-PIÚMA	ETE EM OPERAÇÃO	56,0	56,0	LAGOAS	LAGOAS	318447,000	7694792,000	24	0	0	0
ES_ETE_018	AMBOS	3205002	SERRA	ETE JARDINS	ETE EM OPERAÇÃO	53,0	53,0	LAGOAS	LAGOAS	363661,450	7775070,070	24	0	0	0
ES_ETE_019	AMBOS	3201308	CARIACICA	ETE NOVA ROSA DA PENHA	ETE EM OPERAÇÃO	48,0	48,0	LAGOAS	LAGOAS	355538,000	7758397,000	24	26,7	2	0,56
ES_ETE_020	AMBOS	3205002	SERRA	ETE FURNAS	ETE EM OPERAÇÃO	47,9	47,9	LAGOAS	LAGOAS	364918,350	7765702,330	24	103	1	2,15
ES_ETE_021	AMBOS	3205309	VITÓRIA	ETE GRANDE VITÓRIA	ETE EM OPERAÇÃO	45,0	45,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	359361,000	7755556,000	24	129,7	3	2,88
ES_ETE_022	CESAN	3203502	MONTANHA	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	45,0	45,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	356622,000	7996232,000	24	0	0	0
ES_ETE_023	AMBOS	3205002	SERRA	ETE CIVIT I	ETE EM OPERAÇÃO	43,6	43,6	LAGOAS	LAGOAS	371294,810	7771084,700	24	0	0	0
ES_ETE_024	AMBOS	3200904	BARRA DE SÃO FRANCISCO	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	42,0	42,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	300913,000	7926314,000	24	0,4	2	0,01
ES_ETE_025	ANA	3200607	ARACRUZ	ETE MAR AZUL	ETE EM OPERAÇÃO	40,0	40,0	LAGOAS	LAGOAS	366495,230	7804799,913	24	10	1	0,25
ES_ETE_026	ANA	3200607	ARACRUZ	ETE PIRAQUEAÇU	ETE EM OPERAÇÃO	40,0	40,0	LAGOAS	LAGOAS	367305,976	7805731,241	24	10	1	0,25
ES_ETE_027	AMBOS	3205002	SERRA	ETE BARCELONA	ETE EM OPERAÇÃO	37,0	37,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	369316,740	7769340,330	24	0	0	0
ES_ETE_028	AMBOS	3205069	VENDA NOVA DO IMIGRANTE	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	34,0	34,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	276010,000	7751132,000	24	1,3	3	0,04
ES_ETE_029	CESAN	3205002	SERRA	ETE JARDIM CARAPINA	ETE EM OPERAÇÃO	33,4	33,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	365740,420	7763339,340	24	103	1	3,08
ES_ETE_030	AMBOS	3205002	SERRA	ETE FEU ROSA	ETE EM OPERAÇÃO	32,0	32,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	374573,980	7769167,700	24	0	0	0
ES_ETE_128	AMBOS	3205200	VILA VELHA	ETE ULISSES GUIMARÃES	ETE EXISTENTE EM EXPANSÃO	30,0	150,0	UASB + POLIMENTO	LODOS ATIVADOS	359863,000	7738951,000	24	0	0	0
ES_ETE_031	AMBOS	3205200	VILA VELHA	ETE JABAETÉ	ETE EM OPERAÇÃO	30,0	30,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	359623,000	7738916,000	24	0	0	0
ES_ETE_032	ANA	3203205	LINHARES	ETE MOVELAR	ETE EM OPERAÇÃO	30,0	30,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	390198,566	7853657,208	24	0	0	0
ES_ETE_033	AMBOS	3205002	SERRA	ETE SERRA DOURADA	ETE EM OPERAÇÃO	27,0	27,0	LAGOAS	LAGOAS	370081,080	7773291,220	24	0	0	0
ES_ETE_034	AMBOS	3205101	VIANA	ETE MARCÍLIO DE NORONHA	ETE EM OPERAÇÃO	25,0	25,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	351292,000	7750173,000	24	26,7	2	1,07
ES_ETE_035	CESAN	3202108	ECOPORANGA	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	25,0	25,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	306957,000	7967195,000	24	0	0	0
ES_ETE_036	AMBOS	3205002	SERRA	ETE ELDOURADO	ETE EM OPERAÇÃO	24,0	24,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	368694,440	7771243,270	24	0	0	0

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_037	AMBOS	3201407	CASTELO	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	21,7	21,7	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	270080,000	7715489,000	24	2,5	2	0,12
ES_ETE_038	ANA	3202256	GOVERNADOR LINDENBERG	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	21,0	21,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	318086,875	7714850,069	24	0	0	0
ES_ETE_040	ANA	3200607	ARACRUZ	ETE GUARANÁ	ETE EM OPERAÇÃO	20,0	20,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	377739,172	7793733,455	24	0	0	0
ES_ETE_039	ANA	3202900	ITARANA	ETE ITARANA	ETE EM OPERAÇÃO	20,0	20,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	303279,644	7802721,789	24	0	0	0
ES_ETE_041	ANA	3202504	IBIRAÇU	ETE BAIRRO SÃO BENEDITO	ETE EM OPERAÇÃO	19,1	19,1	LAGOAS	LAGOAS	357938,243	7805709,984	24	54,4	2	2,84
ES_ETE_042	AMBOS	3205002	SERRA	ETE VALPARAÍSO	ETE EM OPERAÇÃO	19,0	19,0	LAGOAS	LAGOAS	368270,510	7765826,480	24	103	1	5,42
ES_ETE_043	AMBOS	3205002	SERRA	ETE ANDRÉ CARLONE	ETE EM OPERAÇÃO	18,0	18,0	LAGOAS	LAGOAS	365628,220	7763212,010	24	103	1	5,72
ES_ETE_044	ANA	3204203	PIÚMA	ETE PIÚMA	ETE EM OPERAÇÃO	18,0	18,0	LAGOAS	LAGOAS	318625,702	7694605,540	24	0	0	0
ES_ETE_045	ANA	3204609	SANTA TERESA	ETE SANTA TERESA	ETE EM OPERAÇÃO	16,3	16,3	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	334878,598	7794154,273	24	0	0	0
ES_ETE_046	AMBOS	3204609	SANTA TERESA	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	16,3	16,3	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	334833,000	7794066,000	24	0	0	0
ES_ETE_047	AMBOS	3205002	SERRA	ETE LARANJEIRAS	ETE EM OPERAÇÃO	16,0	16,0	LAGOAS	LAGOAS	368585,870	7765426,710	24	103	1	6,44
ES_ETE_048	AMBOS	3201100	BOM JESUS DO NORTE	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	16,0	16,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	224073,000	7662044,000	24	0	0	0
ES_ETE_049	ANA	3203106	JERÔNIMO MONTEIRO	ETE JERÔNIMO MONTEIRO	ETE EM OPERAÇÃO	15,5	15,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	251391,542	7700253,200	24	0	0	0
ES_ETE_052	CESAN	3201605	CONCEIÇÃO DA BARRA	ETE ITAÚNAS	ETE EM OPERAÇÃO	15,0	15,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	424907,000	7961914,000	24	0	0	0
ES_ETE_050	AMBOS	3203163	LARANJA DA TERRA	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	15,0	15,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	284122,000	7799082,000	24	0	0	0
ES_ETE_051	AMBOS	3201902	DOMINGOS MARTINS	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	15,0	15,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	327696,000	7746667,000	24	0	0	0
ES_ETE_053	ANA	3202702	ITAGUAÇU	ETE ITAGUAÇU	ETE EM OPERAÇÃO	14,9	14,9	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	305983,719	7809873,430	24	0	0	0
ES_ETE_130	AMBOS	3203304	MANTENÓPOLIS	ETE SEDE	ETE EXISTENTE EM EXPANSÃO	14,8	20,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	275073,000	7913542,000	24	0	0	0
ES_ETE_129	AMBOS	3204559	SANTA MARIA DE JETIBÁ	ETE SEDE	ETE EXISTENTE EM EXPANSÃO	13,0	40,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	317305,000	7784022,000	24	0	0	0
ES_ETE_054	AMBOS	3201308	CARIACICA	ETE FLEXAL	ETE EM OPERAÇÃO	13,0	13,0	LAGOAS	LAGOAS	354576,000	7756751,000	24	26,7	2	2,05
ES_ETE_055	ANA	3204351	RIO BANANAL	ETE RIO BANANAL	ETE EM OPERAÇÃO	13,0	13,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	361805,456	7868779,582	24	0	0	0

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_056	ANA	3203205	LINHARES	ETE CANIVETE	ETE EM OPERAÇÃO	12,8	12,8	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	387401,869	7853271,687	24	0	0	0
ES_ETE_057	AMBOS	3205002	SERRA	ETE NOVA CARAPINA	ETE EM OPERAÇÃO	12,7	12,7	LAGOAS	LAGOAS	368713,150	7771128,900	24	0	0	0
ES_ETE_058	CESAN	3200409	ANCHIETA	ETE UBU	ETE EM OPERAÇÃO	12,6	12,6	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	333814,000	7699356,000	24	0	0	0
ES_ETE_060	CESAN	3204054	PEDRO CANÁRIO	ETE SEDE - CENTRO	ETE EM OPERAÇÃO	12,0	12,0	LODOS ATIVADOS	LODOS ATIVADOS	398605,000	7976328,000	24	0	0	0
ES_ETE_059	AMBOS	3204054	PEDRO CANÁRIO	ETE SEDE CAMATA	ETE EM OPERAÇÃO	12,0	12,0	LAGOAS	LAGOAS	400926,000	7975330,000	24	0	0	0
ES_ETE_061	AMBOS	3200409	ANCHIETA	ETE ANCHIETA	ETE EM OPERAÇÃO	11,6	11,6	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	329385,000	7699512,000	24	0	0	0
ES_ETE_065	ANA	3203205	LINHARES	ETE INTERLAGOS	ETE EM OPERAÇÃO	10,2	10,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	387401,869	7853271,687	24	0	0	0
ES_ETE_063	ANA	3201308	CARIACICA	ETE JARDIM BOTÂNICO	ETE EM OPERAÇÃO	10,2	10,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	356728,000	7752801,660	24	26,7	2	2,62
ES_ETE_064	ANA	3203353	MARILÂNDIA	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	10,2	10,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	318086,875	7714850,069	24	0	0	0
ES_ETE_062	AMBOS	3205101	VIANA	ETE SOTECO	ETE EM OPERAÇÃO	10,2	10,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	351565,000	7747160,000	24	26,7	2	2,62
ES_ETE_066	CESAN	3205101	VIANA	ETE VILA BETÂNIA	ETE EM OPERAÇÃO	10,0	10,0	LAGOAS	LAGOAS	352940,000	7747713,000	24	26,7	2	2,67
ES_ETE_067	CESAN	3203502	MONTANHA	ETE VINHATICO	ETE EM OPERAÇÃO	10,0	10,0	LAGOAS	LAGOAS	366449,000	7986931,000	24	0	0	0
ES_ETE_068	ANA	3201308	CARIACICA	ETE PADRE GABRIEL	ETE EM OPERAÇÃO	8,5	8,5	UASB	UASB	350567,527	7758237,389	24	26,7	2	3,14
ES_ETE_069	ANA	3203205	LINHARES	ETE BEBEDOURO	ETE EM OPERAÇÃO	8,4	8,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	387401,869	7853271,687	24	0	0	0
ES_ETE_070	ANA	3204906	SÃO MATEUS	ETE PORTO	ETE EM OPERAÇÃO	8,1	8,1	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	405811,869	7930536,433	24	0	0	0
ES_ETE_071	AMBOS	3203700	MUNIZ FREIRE	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	8,0	8,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	247247,000	7735498,000	24	0	0	0
ES_ETE_072	ANA	3205010	SOORETAMA	ETE SOORETAMA	ETE EM OPERAÇÃO	7,9	7,9	LAGOAS	LAGOAS	385674,586	7878180,543	24	0	0	0
ES_ETE_073	ANA	3201308	CARIACICA	ETE CAMPO VERDE	ETE EM OPERAÇÃO	7,5	7,5	UASB	UASB	354827,554	7747027,498	24	26,7	2	3,56
ES_ETE_074	ANA	3205002	SERRA	ETE ALPHAVILLE JACUHY	ETE EM OPERAÇÃO	7,2	7,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	364323,488	7762395,436	24	103	1	14,31
ES_ETE_075	CESAN	3201902	DOMINGOS MARTINS	ETE ARACÊ - VILA DE PEDRA AZUL	ETE EM OPERAÇÃO	7,2	7,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	288248,000	7745108,000	24	7,7	1	1,07
ES_ETE_076	ANA	3203056	JAGUARÉ	ETE BOA VISTA I	ETE EM OPERAÇÃO	7,0	7,0	UASB	UASB	387249,583	7908547,381	24	0	0	0
ES_ETE_077	ANA	3200607	ARACRUZ	ETE PRIMAVERA	ETE EM OPERAÇÃO	7,0	7,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	366669,383	7810444,960	24	10	1	1,43

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_078	ANA	3202207	FUNDÃO	ETE FUNDÃO	ETE EM OPERAÇÃO	6,4	6,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	353348,763	7795314,938	24	1,4	1	0,22
ES_ETE_079	AMBOS	3205002	SERRA	ETE MATA DA SERRA	ETE EM OPERAÇÃO	6,0	6,0	LAGOAS	LAGOAS	370133,590	7770613,400	24	0	0	0
ES_ETE_080	AMBOS	3205002	SERRA	ETE MARINGÁ	ETE EM OPERAÇÃO	5,0	5,0	LAGOAS	LAGOAS	369118,580	7769596,750	24	0	0	0
ES_ETE_081	AMBOS	3205002	SERRA	ETE PORTO CANOA	ETE EM OPERAÇÃO	5,0	5,0	LAGOAS	LAGOAS	369659,050	7770931,840	24	0	0	0
ES_ETE_082	ANA	3201209	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	ETE CÓRREGOS DOS MONOS	ETE EM OPERAÇÃO	4,5	4,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	282174,026	7692253,380	24	0	1	0
ES_ETE_083	CESAN	3201902	DOMINGOS MARTINS	ETE ARACÊ - VIVENDAS DE PEDRA AZUL	ETE EM OPERAÇÃO	4,2	4,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	286614,000	7745513,000	24	7,7	1	1,83
ES_ETE_084	ANA	3201159	BREJETUBA	ETE BREJETUBA	ETE EM OPERAÇÃO	4,1	4,1	LAGOAS	LAGOAS	263622,759	7775673,920	24	9,7	6	2,36
ES_ETE_086	CESAN	3200409	ANCHIETA	ETE MAEMBÁ	ETE EM OPERAÇÃO	4,0	4,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	335863,000	7702742,000	24	0	0	0
ES_ETE_085	CESAN	3203700	MUNIZ FREIRE	ETE PIAÇU	ETE EM OPERAÇÃO	4,0	4,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	248981,000	7749444,000	24	0	0	0
ES_ETE_087	ANA	3203205	LINHARES	ETE RIO QUARTEL	ETE EM OPERAÇÃO	4,0	4,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	387903,581	7862994,879	24	0	0	0
ES_ETE_092	ANA	3203056	JAGUARÉ	ETE BARRA SECA DE CIMA	ETE EM OPERAÇÃO	3,4	3,4	UASB	UASB	393988,606	7899566,617	24	0	0	0
ES_ETE_089	ANA	3203056	JAGUARÉ	ETE NOVA ESPERANÇA	ETE EM OPERAÇÃO	3,4	3,4	UASB	UASB	387249,583	7908547,381	24	0	0	0
ES_ETE_091	ANA	3203056	JAGUARÉ	ETE PALMITAL	ETE EM OPERAÇÃO	3,4	3,4	UASB	UASB	388437,720	7909323,228	24	0	0	0
ES_ETE_088	ANA	3203056	JAGUARÉ	ETE PANCINI I	ETE EM OPERAÇÃO	3,4	3,4	UASB	UASB	387138,747	7909700,183	24	0	0	0
ES_ETE_090	ANA	3203056	JAGUARÉ	ETE PANCINI II	ETE EM OPERAÇÃO	3,4	3,4	UASB	UASB	387487,342	7909725,311	24	0	0	0
ES_ETE_093	AMBOS	3204252	PONTO BELO	ETE PONTO BELO	ETE EM OPERAÇÃO	3,3	3,3	LAGOAS	LAGOAS	337296,000	7996043,000	24	0	0	0
ES_ETE_095	ANA	3200607	ARACRUZ	ETE VALE VERDE	ETE EM OPERAÇÃO	3,0	3,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	368264,301	7824036,769	24	0	0	0
ES_ETE_094	ANA	3200607	ARACRUZ	ETE VILA SANTI	ETE EM OPERAÇÃO	3,0	3,0	UASB	UASB	368264,301	7824036,769	24	0	0	0
ES_ETE_096	ANA	3203130	JOÃO NEIVA	ETE JOÃO NEIVA	ETE EM OPERAÇÃO	2,7	2,7	UASB	UASB	356759,373	7814379,055	24	56,4	3	20,64
ES_ETE_098	ANA	3205101	VIANA	ETE BOM PASTOR	ETE EM OPERAÇÃO	2,5	2,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	346066,603	7743983,827	24	16,7	1	6,68
ES_ETE_097	ANA	3201308	CARIACICA	ETE MOCAMBO	ETE EM OPERAÇÃO	2,5	2,5	UASB	UASB	353786,511	7755910,433	24	26,7	2	10,68
ES_ETE_099	ANA	3205036	VARGEM ALTA	ETE VILA ESPERANÇA	ETE EM OPERAÇÃO	2,0	2,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	290438,348	7712372,814	24	0,3	1	0,15
ES_ETE_100	ANA	3201506	COLATINA	ETE ACAMPAMENTO	ETE EM OPERAÇÃO	1,6	1,6	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	325050,996	7838507,506	24	53,2	10	33,68

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_101	ANA	3205101	VIANA	ETE SANTO AGOSTINHO	ETE EM OPERAÇÃO	1,5	1,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	352952,371	7747712,593	24	26,7	2	17,8
ES_ETE_102	ANA	3200805	BAIXO GUANDU	ETE ROSÁRIO 2	ETE EM OPERAÇÃO	1,4	1,4	UASB	UASB	286567,487	7841772,752	24	0	0	0
ES_ETE_103	ANA	3201506	COLATINA	ETE COLUMBIA	ETE EM OPERAÇÃO	1,3	1,3	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	321511,311	7839733,477	24	53,2	10	40,19
ES_ETE_104	ANA	3205101	VIANA	ETE PARQUE DO FLAMENGO	ETE EM OPERAÇÃO	1,2	1,2	UASB	UASB	351565,491	7747167,426	24	26,7	2	22,25
ES_ETE_105	ANA	3201308	CARIACICA	ETE FORMATE	ETE EM OPERAÇÃO	1,0	1,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	351445,720	7750251,898	24	26,7	2	26,7
ES_ETE_106	CESAN	3204252	PONTO BELO	ETE ITAMIRA	ETE EM OPERAÇÃO	0,9	0,9	LAGOAS	LAGOAS	339716,000	7980783,000	24	0	0	0
ES_ETE_108	ANA	3204906	SÃO MATEUS	ETE BURITIS I	ETE EM OPERAÇÃO	0,8	0,8	UASB	UASB	410037,480	7927388,005	24	0	0	0
ES_ETE_109	ANA	3204906	SÃO MATEUS	ETE JACUÍ	ETE EM OPERAÇÃO	0,8	0,8	UASB	UASB	412383,002	7930377,293	24	0	0	0
ES_ETE_110	ANA	3204906	SÃO MATEUS	ETE PARQUE DAS BRISAS	ETE EM OPERAÇÃO	0,8	0,8	UASB	UASB	413095,762	7930400,627	24	0	0	0
ES_ETE_107	ANA	3204906	SÃO MATEUS	ETE SEAC	ETE EM OPERAÇÃO	0,8	0,8	LAGOAS	LAGOAS	409942,490	7930890,727	24	0	0	0
ES_ETE_111	ANA	3201308	CARIACICA	ETE VILA OASIS	ETE EM OPERAÇÃO	0,7	0,7	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	355538,574	7758404,458	24	26,7	2	38,14
ES_ETE_112	ANA	3200300	ALFREDO CHAVES	ETE IMIGRANTE	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB	UASB	318086,875	7714850,069	24	0	0	0
ES_ETE_114	ANA	3202603	ICONHA	ETE BOM DESTINO	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_115	ANA	3202603	ICONHA	ETE DUAS BARRAS	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_116	ANA	3202603	ICONHA	ETE ESPLANADA	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_117	ANA	3202603	ICONHA	ETE ILHA DO COCO	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_118	ANA	3202603	ICONHA	ETE ILHA DO SANTO INÁCIO	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_119	ANA	3202603	ICONHA	ETE MONTE BELO	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_120	ANA	3202603	ICONHA	ETE NOVO HORIZONTE	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_121	ANA	3202603	ICONHA	ETE PARAÍSO	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311893,123	7699592,364	24	2	1	5,1
ES_ETE_113	ANA	3202603	ICONHA	ETE VALE DO SOL	ETE EM OPERAÇÃO	0,4	0,4	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	311129,473	7699994,205	24	2	1	5,1
ES_ETE_122	ANA	3200300	ALFREDO CHAVES	ETE SEDE	ETE EM OPERAÇÃO	0,3	0,3	UASB	UASB	318086,875	7714850,069	24	0	0	0

ID	Fonte	Código	Município	ETE	Status	Q_r (l/s)	Q_r futura (l/s)	Processo	Processo Futuro	X (m)	Y (m)	Zona UTM	Q_{out} (l/s)	Nº de outorgas	Q_{out}/Q_r atual
ES_ETE_123	ANA	3200300	ALFREDO CHAVES	ETE CACHOEIRINHA	ETE EM OPERAÇÃO	0,2	0,2	UASB	UASB	318086,875	7714850,069	24	0	0	0
ES_ETE_124	ANA	3200300	ALFREDO CHAVES	ETE MATILDE	ETE EM OPERAÇÃO	0,2	0,2	UASB	UASB	318086,875	7714850,069	24	0	0	0
ES_ETE_145	CESAN	3203601	MUCURICI	ETE ITABAIANA	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	2,8	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	336647,000	801691,000	24	0	0	0
ES_ETE_131	CESAN	3202405	GUARAPARI	ETE MEAÍPE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	76,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	336837,000	7707467,000	24	0	0	0
ES_ETE_132	CESAN	3203908	NOVA VENÉCIA	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	75,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	354447,000	7928964,000	24	3,5	1	0
ES_ETE_133	CESAN	3202454	IBATIBA	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	36,2	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	237370,000	7759730,000	24	0	1	0
ES_ETE_134	CESAN	3203007	IÚNA	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	33,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	235796,000	7746718,000	24	0	1	0
ES_ETE_135	CESAN	3204104	PINHEIROS	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	32,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	371837,000	7961636,000	24	0	0	0
ES_ETE_136	CESAN	3203346	MARECHAL FLORIANO	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	25,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	326000,000	7742368,000	24	0	0	0
ES_ETE_137	CESAN	3201704	CONCEIÇÃO DO CASTELO	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	15,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	264713,000	7746324,000	24	1	1	0
ES_ETE_138	AMBOS	3205101	VIANA	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	14,5	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	343562,000	7743791,000	24	0	0	0
ES_ETE_139	CESAN	3202652	IRUPI	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	12,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	224583,000	7747254,000	24	0	1	0
ES_ETE_140	CESAN	3204054	PEDRO CANÁRIO	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	10,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	382697,000	8000394,000	24	0,1	1	0
ES_ETE_141		3203601	MUCURICI	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	9,8	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	339781,000	7999325,000	24	0	0	0
ES_ETE_142	AMBOS	3204500	SANTA LEOPOLDINA	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	9,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	341823,000	7776434,000	24	0	0	0
ES_ETE_143	CESAN	3202009	DORES DO RIO PRETO	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	5,1	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	202890,000	7708250,000	24	1	1	0
ES_ETE_144	CESAN	3201803	DIVINO DE SÃO LOURENÇO	ETE SEDE	ETE NÃO EXISTENTE (EM PROJETO/OBRAS)	0,0	5,0	UASB + POLIMENTO	UASB + POLIMENTO	220422,000	7717139,000	24	0	0	0

CNI
Robson Braga de Andrade
Presidente

Diretoria de Relações Institucionais – DRI
Mônica Messenberg Guimarães
Diretora de Relações Institucionais

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade – GEMAS
Davi Bomtempo
Gerente-Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade

José Quadrelli Neto
Percy Soares Baptista Neto
Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO - DIRCOM
Ana Maria Curado Matta
Diretora de Comunicação

Gerência de Publicidade e Propaganda
Armando Uema
Gerente de Publicidade e Propaganda

André Dias
Produção Editorial

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC
Fernando Augusto Trivellato
Diretor de Serviços Corporativos

Superintendência de Administração - SUPAD
Maurício Vasconcelos de Carvalho
Superintendente Administrativo

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REÚSO DE ÁGUA - CIRRA
Ivanildo Hespanhol
Diretor Presidente

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

Editorar Multimídia
Projeto Gráfico e Diagramação

Editorar Multimídia
Revisão gramatical

www.cni.org.br

/CNIbr

/cni_br

/cnibr

/CNINacional

FINDES
CINDES
SESI
SENAI
IEL
IDEIES

FINDES

CNI

Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA