



REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL:

AVALIAÇÃO DE OFERTA E DA DEMANDA
NO ESTADO DE ALAGOAS



FIEA Federação das
Indústrias do Estado
de Alagoas

CNI Confederação
Nacional
da Indústria





REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL:

AVALIAÇÃO DE OFERTA E DA DEMANDA
NO ESTADO DE ALAGOAS

Acesse a publicação
pelo QR Code abaixo.





CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Roberto de Oliveira Muniz
Diretor

Diretoria de Tecnologia e Inovação

Jefferson de Oliveira Gomes
Diretor

Diretoria de Comunicação

André Nascimento Curvello
Diretora

Diretoria Jurídica

Alexandre Vitorino Silva
Diretor

Diretoria Corporativa

Cid Carvalho Vianna
Diretor

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE ALAGOAS – FIEA

PRESIDENTE

José Carlos Lyra de Andrade

VICE-PRESIDENTES

José da Silva Nogueira Filho – 1º Vice-presidente
Arthur José Machado Vasconcelos
Lucilene Freire Peixoto
Hélcio Deni Colodete
Carlos Oiticica Pinto Guedes de Paiva
Kennedy Davidson Pinaud Calheiros

DIRETORES-SECRETÁRIOS

Alfredo Guttenberg de Mendonça Brêda – 1º Secretário
Frederico Gondim Carneiro de Albuquerque – 2º Secretário

DIRETORES-TESOUREIROS

José Fernandes Souza de Holanda – 1º Tesoureiro
Florianos Alves da Silva Júnior – 2º Tesoureiro

DIRETORES

Gilvan Severiano Leite
Pedro Robério de Melo Nogueira
Alfredo Raimundo Correia Dacal
Juarez Bastos Ferro

DIRETORES – SUPLENTE

Tiago Nascimento Pessoa Leite
Lara de Araújo Amorim
Simone Ayres de Moura
Felix Eugênio Oiticica Berard
José Ferreira Costa
Edenir Moreira Peixoto
Valdomiro Feitosa Batista
Milton Pimentel Pradines Filho
Sérgio Luis Feliciano
Carlos Jorge Vasco Meyer
Antônio Monteiro da Silva Filho
João Sérgio Maciel dos Santos
Gustavo Henrique Oliveira Amorim
Thiago Correia de Barros
Antônio Mário de Jesus Gomes

CONSELHO FISCAL – EFETIVOS

Renato Saraiva Coutinho
Francisco José Acioli da Silva
Celso Tenório Nonô

CONSELHO FISCAL – SUPLENTE

Gustavo César Rocha
Frederico Ramiro Costa Sampaio
José Olindino Matos Filho

DELEGADOS-REPRESENTANTES JUNTO À CNI – EFETIVOS

José Carlos Lyra de Andrade
José da Silva Nogueira Filho

DELEGADOS REPRESENTANTES JUNTO À CNI – SUPLENTE

Alberto Cabus
Pedro Robério Melo Nogueira



REÚSO DE EFLUENTES PARA ABASTECIMENTO INDUSTRIAL:

AVALIAÇÃO DE OFERTA E DA DEMANDA
NO ESTADO DE ALAGOAS



FIEA Federação das
Indústrias do Estado
de Alagoas

CNI Confederação
Nacional
da Indústria



© 2025. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

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

CNI

Superintendência de Meio Ambiente e Sustentabilidade

FICHA CATALOGRÁFICA

C748a

Confederação Nacional da Indústria.

Reúso de efluentes para abastecimento industrial : avaliação da oferta e da demanda no estado de Alagoas / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2025..

155 p. : il.

ISBN 9788579572609

1.Água de Reúso 2. Efluentes Sanitários 3. Alagoas 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

<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992

sac@cni.com.br



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de aplicação do método ETE-usuário para o caso da Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) Nova São Miguel, em São Miguel dos Campos	28
Figura 2 – Estrutura do modelo do Índice de Aptidão de Reúso (IAR).....	30
Figura 3 – Exemplificação de remoção manual de duplicatas de dados de ETEs	37
Figura 4 – Fluxograma para determinação da QETE (vazão de referência) das ETEs.....	39
Figura 5 – Outorgas de captação por atividade industrial (nível Divisão conforme CNAE 2.0)	49
Figura 6 – Distribuição das vazões outorgadas e da quantidade de outorgas concedidas por município	54
Figura 7 – Índice de tratamento de esgotos sanitários referido à água consumida (IN046 do Sinisa)	56
Figura 8 – ETEs ativas por processo de tratamento	67
Figura 9 – Exemplificação dos grupos de classificação das ETEs conforme seu potencial de reúso ..	84
Figura 10 – ETEs de acordo com potencial de reúso e grupo	86
Figura 11 – Classificação dos valores de IAR e áreas resultantes.....	94
Figura 12 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Localização e outorgas de captação para fins industriais	102
Figura 13 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Localização do polo, Modelo Digital de Elevação (MDE) e ETEs.....	105
Figura 14 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A1, traçado e perfil da adutora.....	108
Figura 15 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A2, traçado e perfil da adutora.....	109
Figura 16 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A3, traçado e perfil da adutora	110
Figura 17 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A4, traçado e perfil da adutora	111
Figura 18 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação alternativa de atendimento de demandas em Pilar. ETE Pilar e linha de recalque	117
Figura 19 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Visão geral da ETE e das outorgas próximas ...	121
Figura 20 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Perfil de elevação da adutora.....	128



LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Índice de Aptidão de Reúso (IAR). Valores normalizados dos critérios C1 a C4	33
Mapa 2 – Regiões de planejamento.....	44
Mapa 3 – População total por município	45
Mapa 4 – Outorgas de captação para fins industriais – por concedente	47
Mapa 5 – Outorgas de captação para fins industriais – por tipo de manancial	48
Mapa 6 – Outorgas de captação para fins industriais – por atividade industrial segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)	52
Mapa 7 – Outorgas de captação para fins industriais – por vazão e somatório por município	55
Mapa 8 – Índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa, ano-base 2022)	58
Mapa 9 – ETEs por faixa de vazão de referência (Q_{ETE}) e índice de tratamento de esgotos sanitários (IN046 do Sinisa, ano-base 2022)	66
Mapa 10 – ETEs por processo de tratamento e índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa, ano-base 2022).....	68
Mapa 11 – VAB pela indústria em 2021.....	74
Mapa 12 – Variação % do VAB pela indústria entre 2011 e 2021	76
Mapa 13 – Condição de balanço hídrico qualitativo por microbacia hidrográfica	77
Mapa 14 – Sobreposição de ETEs, outorgas e raio de 10 km em torno das ETEs.....	82
Mapa 15 – Resultados de ETE-usuário – ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso	87
Mapa 16 – Resultados de ETE de usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Região Metropolitana de Maceió	89
Mapa 17 – Resultados ETE-usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Regiões de Planejamento Tabuleiros do Sul, Planalto da Borborema, Baixo São Francisco e Agreste	91
Mapa 18 – Resultados de ETE-usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Médio Sertão e Alto Sertão	92
Mapa 19 – Resultados de ETE-usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Regiões de Planejamento Serrana dos Quilombos e Norte	93
Mapa 20 – Resultados do IAR – classificação por grupo	95
Mapa 21 – Estudo de Caso #1 – Polo industrial Aprígio Vilela. Condições de entorno	104
Mapa 22 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa 4: ETE Pilar e linha de recalque até o polo.....	115
Mapa 23 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Condições de entorno	122
Mapa 24 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Visão geral e traçado da adutora	127



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Bases de dados utilizadas neste estudo	26
Tabela 2 – Matriz de importâncias dos critérios – Nível 1 – Critérios.....	32
Tabela 3 – Matriz de importâncias dos critérios – Nível 2 – Subcritérios	32
Tabela 4 – Seções e divisões da CNAE 2.0 contempladas no estudo	34
Tabela 5 – Bases de dados de ETes utilizadas	36
Tabela 6 – Agrupamento de processos de tratamento das ETes	40
Tabela 7 – Municípios e população – Semiárido alagoano.....	45
Tabela 8 – Outorgas de captação por concedente.....	46
Tabela 9 – Outorgas de captação por manancial	47
Tabela 10 – Outorgas de captação por atividade industrial (nível Divisão conforme CNAE 2.0).....	49
Tabela 11 – Outorgas de captação por atividade industrial.....	50
Tabela 12 – Distribuição das vazões outorgadas e da quantidade de outorgas concedidas por município.....	53
Tabela 13 – Distribuição dos municípios por faixa de índice de tratamento de esgotos sanitários referido à água consumida (IN046 do Sinisa).....	57
Tabela 14 – Informações e indicadores de saneamento por município em 2021 – 20 municípios com as maiores populações totais	59
Tabela 15 – Relação completa das 116 ETes ativas.....	60
Tabela 16 – Dez maiores ETes ativas do estado em termos de capacidade.....	65
Tabela 17 – ETes ativas por processo de tratamento	67
Tabela 18 – ETes futuras, relação completa	69
Tabela 19 – ETes futuras por município	71
Tabela 20 – ETes futuras por processo de tratamento	72
Tabela 21 – Valor Adicionado Bruto (VAB) industrial por município em 2021	73
Tabela 22 – Variação do VAB industrial por município entre 2012-2021.....	75
Tabela 23 – Balanço hídrico qualitativo – área de microbacia	77
Tabela 24 – Compilação de leis e normas técnicas de Alagoas e a presença ou não de menção a reúso.....	78
Tabela 25 – Classificação das ETes conforme seu potencial de reúso	83
Tabela 26 – ETes classificadas conforme grupo de potencial de reúso.....	85
Tabela 27 – Classificação dos valores de IAR e áreas resultantes	94
Tabela 28 – Análise do IAR por Região de Planejamento	96
Tabela 29 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Outorgas de captação para fins industriais	103
Tabela 30 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativas de fornecimento de água de reúso	106
Tabela 31 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação das alternativas de fornecimento de água de reúso	108



Tabela 32 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Premissas para projeto esquemático	112
Tabela 33 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Estimativas de Capex, Opex e custos unitários.....	114
Tabela 34 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação alternativa de atendimento de demandas em Pilar. Relação das outorgas da Origem Energia.....	116
Tabela 35 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação alternativa de atendimento de demandas em Pilar. Estimativas de Capex, Opex e custos unitários....	118
Tabela 36 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Relação das outorgas próximas.....	120
Tabela 37 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Estimativa de vazão de projeto da ETE Teotônio Vilela.....	124
Tabela 38 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Premissas para projeto esquemático.....	125
Tabela 39 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Estimativas de Capex, Opex e custos unitários.....	126
Tabela 40 – Síntese dos resultados – Modelo ETE-usuário.....	132
Tabela 41 – Síntese dos resultados – IAR.....	134
Tabela 42 – Intensidade de importância na comparação paritária	141
Tabela 43 – Matriz de importâncias paritárias – Nível 1 – Critérios.....	142
Tabela 44 – Matriz de importâncias paritárias – Nível 2 – Subcritérios	142
Tabela 45 – Pesos finais – Nível 1 – Critérios.....	143
Tabela 46 – Pesos finais – Nível 2 – Subcritérios	143
Tabela 47 – Normalização dos valores dos critérios – Nível 1	144
Tabela 48 – Normalização dos valores dos subcritérios – Nível 2	145
Tabela 49 – Síntese de métodos, fontes de dados e funções para estimativa de custos.....	147
Tabela 50 – Resultados completos por ETE para o modelo ETE-usuário	151



LISTA DE ACRÔNIMOS

Sigla	Significado
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARSAL	Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas
BQQ	Balanço Hídrico Qualiquantitativo
Capex	Capital Expenditures
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CIRRA-USP	Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional de Indústria
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EPAR	Estação Produtora de Água de Reúso
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FAS	Filtro Aerado Submerso
FBP	Filtro Biológico Percolador
FIEA	Federação Estadual das Indústrias do Estado de Alagoas
IAR	Índice de Aptidão de Reúso
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MBR	Membrane Bioreactor (Biorreator com membranas)
MCidades	Ministério das Cidades
MMAD	Modelo Multicritério de Apoio à Decisão
Opex	Operational Expenditures
OR	Osmose Reversa
Q_{afl}	Vazão afluente
Q_{ETE}	Vazão de referência das ETES
Q_{NP}	Vazão não potável
Q_{out}	Vazão outorgada
Q_{proj}	Vazão de projeto
RP	Região de Planejamento
SEMARH/AL	Secretaria de Estado do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos de Alagoas
Sinisa	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (antigo SNIS)
SNIRH	Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos
SST	Sólidos Suspensos Totais
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket
USP	Universidade de São Paulo
VAB	Valor Adicionado Bruto
VPL	Valor Presente Líquido
ΣQ_{out}	Somatório das vazões outorgadas





SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO CNI	17
APRESENTAÇÃO FIEA.....	19
RESUMO EXECUTIVO	20
1 INTRODUÇÃO	23
1.1 Escopo e objetivo	23
2 METODOLOGIA	25
2.1 Estrutura geral.....	25
2.2 Fontes e bases de dados	25
2.3 Oportunidades de reúso por ETE-usuário.....	26
2.4 Oportunidades de reúso pelo Índice de Aptidão de Reúso (IAR).....	28
2.5 Estruturação e processamento de dados.....	34
2.5.1 Demandas industriais de água.....	34
2.5.2 Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs).....	35
2.5.2.1 Integração das bases de dados, remoção de duplicatas e exclusão de registros inconsistentes.....	36
2.5.2.2 Vazão de referência da ETE (QETE)	38
2.5.2.3 Agrupamento dos processos de tratamento.....	39
3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO	43
3.1 Demografia e território	43
3.2 Demandas de água pela indústria.....	46
3.3 Geração e tratamento de esgotos.....	55
3.3.1 Índices de coleta e tratamento de esgotos	55
3.3.2 Estações de tratamento de esgotos (ETEs)	60
3.3.2.1 ETEs ativas.....	60
3.3.2.2 ETEs futuras.....	68
3.4 Perfil e distribuição da indústria	72
3.5 Balanço hídrico	76
3.6 Legislação e normativas sobre reúso	78
4 RESULTADOS	81
4.1 ETE-usuário	81
4.1.1 Relação entre oferta e demanda de água de reúso.....	82
4.1.2 Identificação de oportunidades.....	83
4.1.2.1 Região Metropolitana de Maceió	87
4.1.2.2 Tabuleiros do Sul, Baixo São Francisco, Planalto da Borborema e Agreste	89



4.1.2.3 Médio Sertão e Alto Sertão	91
4.1.2.4 Serrana dos Quilombos e Norte	92
4.2 Índice de Aptidão de Reúso (IAR)	93
5 ESTUDOS DE CASO	101
5.1 Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela (Marechal Deodoro).....	101
5.1.1 Item Contexto	101
5.1.2 Projeto esquemático	106
5.1.3 Possibilidade de atendimento às demandas da Origem Energia em Pilar	116
5.1.4 Discussão sobre o estudo de caso	119
5.2 Estudo de caso #2 – ETE Teotônio Vilela	119
5.2.1 Contexto	119
5.2.2 Projeto esquemático.....	124
5.2.3 Discussão sobre o estudo de caso	128
6 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	131
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICE A – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	139
APÊNDICE B - MODELO DO ÍNDICE DE APTIDÃO DE REÚSO (IAR) – ASPECTOS METODOLÓGICOS	141
APÊNDICE C - ESTIMATIVAS DE CUSTOS.....	147
APÊNDICE D - RESULTADOS COMPLETOS POR ETE CONFORME MODELO ETE-USUÁRIO	151







APRESENTAÇÃO CNI

A segurança hídrica, conforme preconizada pela Organização das Nações Unidas, busca garantir o acesso sustentável à água de qualidade e em quantidade suficiente para a manutenção dos meios de vida, do bem-estar humano e do desenvolvimento socioeconômico. Além disso, é essencial promover a adaptação do setor industrial às mudanças climáticas, adotando práticas ambientalmente adequadas para o uso dos recursos hídricos.

Neste contexto, o conceito de *water positive* foi concebido e adotado globalmente por indústrias transnacionais com o objetivo de reduzir o consumo operacional de água e compensá-lo por meio de vários mecanismos. Entre as iniciativas estão a implementação de sistemas de reúso de efluentes sanitários, dessalinização de água salobra e do mar, captação de águas pluviais, além de projetos de reflorestamento e recarga de aquíferos em bacias hidrográficas que sofrem estresse hídrico.

Alinhada com as práticas modernas de utilização dos recursos naturais, desde 2017 a Confederação Nacional da Indústria (CNI) estuda o potencial do uso de efluentes tratados para o abastecimento industrial. As análises consideram que águas servidas ou residuais podem ser transformadas em matéria-prima, ampliando a matriz de oferta desse insumo para a indústria.

A metodologia inicial foi desenvolvida na região metropolitana de São Paulo, em parceria com o Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo (CIRRA/USP). Este trabalho possibilitou determinar valores de oferta de efluentes em relação à demanda industrial e realizar estimativas financeiras viáveis para a utilização desses recursos. O estudo-piloto identificou o potencial do esgoto tratado por meio das estações de tratamento da Companhia Estadual de Saneamento Básico (Sabesp).

Desde então, a CNI realizou oito estudos em diferentes estados brasileiros (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Maranhão e Rio Grande do Sul), utilizando a mesma metodologia. Aplicada ao estado de Alagoas, essa abordagem resultou no presente estudo.

A sinergia entre a CNI, as Federações das Indústrias e os governos estaduais levou não apenas à avaliação da oferta e demanda por reúso de efluentes para abastecimento industrial, mas também à elaboração de uma estratégia que promova o acesso sustentável à água, além do desenvolvimento econômico e social.

Em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de Alagoas (FIEA), a CNI apresenta este estudo com o objetivo de identificar e mapear oportunidades de reúso de água a partir de efluentes sanitários tratados no estado. Nossa intenção é contribuir para a implementação de medidas preventivas contra a insegurança hídrica.



Acreditamos que os resultados obtidos e os métodos aplicados auxiliarão os tomadores de decisão no aprofundamento dos estudos e na definição dos investimentos necessários para garantir a segurança hídrica das indústrias de Alagoas.

Desejo uma excelente leitura.

Antonio Ricardo Alvarez Alban

Presidente da CNI



APRESENTAÇÃO FIEA

A Federação das Indústrias dos Estado de Alagoas – FIEA tem promovido uma série de iniciativas junto à indústria e à sociedade alagoana para o desenvolvimento de negócios e projetos sustentáveis no Estado.

Em junho de 2024, durante a Semana de Meio Ambiente, realizamos uma mobilização empresarial com a sociedade alagoana, na qual diversos atores se reuniram para debater uma temática de suma importância, o ESG (Environmental, Social and Governance), resultando no lançamento do programa institucional da Fiea, “Conectando o Futuro: Avançando com ESG na Indústria”.

Um dos destaques desse evento, foi o painel de especialistas sobre a economia circular. Nele, representantes de indústrias, universidades e Institutos de Inovação do SENAI, identificaram o reúso de efluentes como uma tecnologia emergente, com o grau de difusão tecnológica no estado de Alagoas. A estimativa é de que nos próximos cinco anos, de 51% a 70% do mercado demande investimentos no desenvolvimento de projetos de inovação para adequação dos processos industriais.

Neste cenário, o referido estudo contribuirá com a difusão tecnológica, disseminando novas práticas sustentáveis para indústrias e organizações voltadas para o saneamento no Estado.

Com isso, o resultado da parceria entre a **FIEA** e a **CNI**, desempenhará um papel essencial na implementação de projetos voltados à segurança hídrica em Alagoas, a qual tem sido impactada pelos efeitos das mudanças climáticas.

Boa leitura.

José Carlos Lyra de Andrade

Presidente da FIEA



RESUMO EXECUTIVO

A necessidade de alcançar a segurança hídrica para a indústria

A CNI, com base nos eventos críticos dos últimos anos que afetaram e podem afetar o setor industrial, desenvolveu uma metodologia para avaliar o potencial do reúso de efluentes tratados (esgoto) para abastecimento industrial. Essa metodologia, a um só tempo, evita a poluição dos corpos hídricos e os conserva para o abastecimento público, materializando o conceito de segurança hídrica que, entre outras dimensões, visa garantir o desenvolvimento socioeconômico dos entes subnacionais e do país.

A utilização de água de reúso no setor industrial se apresenta como uma alternativa promissora para a gestão sustentável dos recursos hídricos, contribuindo para a mitigação dos impactos da escassez e do estresse hídrico. No entanto, a viabilidade dessa prática enfrenta diversos desafios, sendo a identificação da demanda um dos principais obstáculos.

A demanda por água na indústria é complexa e multifacetada, variando significativamente entre setores, empresas e até mesmo dentro de um mesmo processo produtivo. Essa variabilidade decorre de diversos fatores, como:

Tipo de Indústria: Cada setor industrial possui características e necessidades específicas de água, influenciadas pelos produtos fabricados, pelos processos empregados e pelas tecnologias disponíveis.

Localização: A disponibilidade e qualidade da água variam de acordo com a região, impactando diretamente na demanda e nas alternativas de reúso.

Escala de Produção: Empresas de maior porte geralmente apresentam demandas mais elevadas por água, exigindo soluções de reúso em larga escala.

Processos Produtivos: Diferentes etapas dentro de um mesmo processo podem demandar qualidades distintas de água, o que exige flexibilidade e adaptabilidade dos sistemas de reúso.

Tecnologias Empregadas: As tecnologias de reúso disponíveis variam em termos de eficiência, custo e aplicabilidade, influenciando na viabilidade da implementação em cada caso.

No que se refere à oferta, quase 90 milhões de brasileiros (55,8%) têm acesso à coleta de esgoto. Esse efluente pode ser usado pela indústria, desde que sejamos capazes de identificar e localizar as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), dimensionar a capacidade instalada e o tipo de tratamento utilizado.

A criação de áreas de abrangência com raio fixo (10 km neste estudo) ao redor de ETEs selecionadas abre caminho para um estudo aprofundado da viabilidade da distribuição de água de reúso. Essa iniciativa inovadora oferece diversas vantagens e contribui para a gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em regiões com escassez hídrica.



A metodologia

A CNI, comprometida com o uso sustentável dos recursos naturais, em parceria com o Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (CIRRA) da Universidade de São Paulo (USP), desenvolveu uma metodologia para avaliar o potencial do reúso de efluentes tratados para abastecimento industrial. A metodologia foi concebida originalmente para a região metropolitana de São Paulo e, posteriormente, aplicada em outros oito estados brasileiros (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Maranhão e Rio Grande do Sul).

O reúso de água, no recorte deste estudo realizado para o estado de Alagoas, consiste na produção de água não potável a partir dos efluentes tratados de ETEs municipais, isto é, aquelas que tratam os efluentes gerados por usos domésticos, comerciais e alguns industriais dos municípios. Este efluente, já tratado pelas ETEs para atendimento à legislação ambiental, pode ser submetido a tratamento complementar para adequar a sua qualidade aos padrões exigidos para diversas aplicações industriais.

O presente estudo realizou duas abordagens distintas e complementares, cujas premissas adotadas – desenvolvimento, aplicação e resultados.

A primeira abordagem, denominada ETE-usuário, tem o propósito de caracterizar os usuários industriais localizados próximos às ETEs existentes, bem como indicar os locais onde a concentração de demandas industriais tem potencial de uso de água de reúso a partir de futuras estações.

Seu principal objetivo é avaliar a relação entre as atuais ofertas de água de reúso (ETEs) e os potenciais usuários (indústrias), a partir de análise primariamente geográfica (localização), dado que um dos principais atributos a serem levados em consideração é a distância entre o local da produção de água de reúso e o usuário final, complementada por uma análise quantitativa, considerando a disponibilidade de esgotos e as demandas exercidas.

A segunda abordagem que tem por base a definição do Índice de Aptidão de Reúso (IAR), possui caráter mais abrangente, analisando o território com base em unidades geográficas mais vastas, como municípios e/ou microbacias hidrográficas.

Em linhas gerais, o modelo resulta em valor numérico que representa a aptidão de reúso de uma determinada área.

Boa leitura.

Roberto Muniz

Diretor de Relações Institucionais da CNI



1 INTRODUÇÃO

1.1 ESCOPO E OBJETIVO

O estudo **Reúso de Efluentes para Abastecimento Industrial: avaliação de oferta e da demanda no estado de Alagoas** objetiva identificar as oportunidades para implantação de programas de reúso não potável de água para atendimento de demandas industriais no estado.

O agravamento da crise hídrica no Brasil é um tema amplamente conhecido nos meios especializados e pela população em geral. O aumento das demandas de água para usos múltiplos ocorre concomitantemente com a redução da disponibilidade hídrica natural em muitas regiões, a qual é agravada pela degradação da qualidade dos mananciais, pelas transposições de bacias, pelas disputas pelo uso da água e pelos efeitos das mudanças climáticas. Isso resulta em inevitável incremento dos níveis de estresse hídrico, cenário no qual a busca por fontes alternativas de água é importante instrumento de planejamento e gestão.

O reúso de água, no recorte deste estudo, consiste na produção de água para usos não potáveis a partir dos efluentes tratados de estações de tratamento de esgotos (ETEs) municipais, isto é, aquelas que tratam os efluentes gerados por usos domésticos, comerciais e alguns industriais dos municípios. Este efluente, já tratado pelas ETEs para atendimento à legislação ambiental, pode ser submetido a tratamento complementar para adequar a sua qualidade aos padrões exigidos para muitas aplicações industriais.

Com a perspectiva apresentada, este estudo buscou compreender onde e quais são as oportunidades de reúso industrial no estado de Alagoas a partir de efluentes sanitários. Isso foi realizado utilizando duas abordagens distintas e complementares, cujas premissas adotadas – desenvolvimento, aplicação e resultados – são apresentadas neste documento. Destaca-se que o presente estudo objetiva dar subsídios para planejadores e tomadores de decisão na busca de soluções estruturadas de reúso de água, com vista ao aumento da segurança hídrica da região, além de mostrar aos grupos interessados as potencialidades do reúso de água como oportunidade de desenvolvimento econômico e social integrado à proteção do meio ambiente, como ferramenta de planejamento estratégico do estado.



2 METODOLOGIA

Quadro-resumo deste capítulo

Neste tópico são explicados os principais aspectos metodológicos deste estudo. Em suma, foram aplicados dois métodos para a avaliação de oportunidades de reúso no estado: o **ETE-usuário**, que avalia o potencial de reúso a partir das correlações espaciais e das características das ETEs e dos usuários industriais; e o **Índice de Aptidão de Reúso (IAR)**, que faz uso de um Método Multicritério de Apoio à Decisão para identificação de áreas prioritárias para reúso com base em matriz composta por critérios, como demandas de água pela indústria, condição de balanço hídrico e geração de efluentes.

Além dos métodos em si, são também detalhados procedimentos específicos de obtenção e processamento dos dados utilizados para a caracterização do objeto de estudo, bem como para inserção nos supracitados modelos.

2.1 ESTRUTURA GERAL

O objetivo deste estudo foi identificar e caracterizar as oportunidades de reúso não potável industrial no Estado de Alagoas. Para isso, a exemplo de estudos já realizados pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) e por algumas federações estaduais, foram adotadas duas metodologias específicas, as quais avaliam as potencialidades de reúso sob óticas distintas e complementares.

- A primeira delas é a identificação de oportunidades de reúso de água por **ETE-usuário (Item 2.3)**.
- A segunda é a identificação de oportunidades de reúso de água pelo **IAR (Item 2.4)**.

2.2 FONTES E BASES DE DADOS

As principais bases de dados utilizadas neste estudo, bem como as respectivas fontes, forma de obtenção e procedimentos de pré-processamento estão apresentadas na Tabela 1. Enquanto as informações adicionais sobre cada tipo de dados são apresentadas em tópicos específicos ao longo do documento.



Tabela 1 – Bases de dados utilizadas neste estudo

Tipo	Nome	Produtor / fonte	Obtenção / acesso / fonte
Bases de dados	Outorgas estaduais de captação para fins industriais	SEMARH	SEMARH/AL (2025)
	Outorgas federais de captação para fins industriais	ANA	ANA (2025). Outorgas emitidas ANA
	Estações de Tratamento de Esgoto (ETE)	Empresas de saneamento	Águas do Sertão (2025), BRK (2025) Casal (2025); Sanama (2025); Verde Alagoas (2025)
		ANA	ANA (2020). Metadados Atlas Esgotos
	Dados de saneamento básico (água e esgoto) por município	MCidades	MCidades (2025)
	Valor Adicionado Bruto (VAB) pela indústria por município	IBGE	IBGE (2025). Produto Interno Bruto dos Municípios IBGE
	Balanço hídrico qualiquantitativo	ANA	ANA (2016). Catálogo de Metadados Balanço Hídrico Qualiquantitativo
Shapefiles e raster	Hidrografia	Alagoas em Dados	Alagoas em Dados (2025)
			Recursos Hídricos de Alagoas - Conjuntos de dados
	Bacias hidrográficas	Alagoas em Dados	Alagoas em Dados (2025). Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas do estado de Alagoas
	Limites municipais	IBGE	IBGE (2023). Malhas territoriais IBGE
	Regiões de planejamento	Alagoas em Dados	Alagoas em Dados (2025). Regiões de Planejamento do Estado de Alagoas
	Modelo Digital de Elevação (MDE)	UFRGS	Weber et al. (2004). Laboratório de Geoprocessamento » Modelos Digitais de Elevação do SRTM no formato GEOTIFF (ufrgs.br)

Fonte: elaborado pelos autores.

2.3 OPORTUNIDADES DE REÚSO POR ETE-USUÁRIO

A identificação de oportunidades de reúso de água por **ETE-usuário** leva em consideração características das ofertas de esgotos pelas ETEs e das demandas de água pela indústria, a partir da avaliação de suas vazões e localizações. Em resumo, o propósito é caracterizar os usuários industriais localizados próximos às ETEs existentes, bem como indicar os locais onde a concentração de demandas industriais tem potencial de uso de água de reúso a partir de futuras estações.

Seu principal objetivo é avaliar a relação entre as atuais ofertas de água de reúso (ETEs) e os potenciais usuários (indústrias) a partir de análise geográfica, dado que um dos principais atributos a serem levados em consideração no planejamento de reúso é a distância entre o local da produção de água de reúso e o usuário final.

O método adotado é composto, em linhas gerais, pelos seguintes procedimentos.

1. Caracterização das demandas de água com base nos registros de outorgas estaduais e federais, considerando as vazões outorgadas, o tipo de atividade econômica de acordo com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 2.0 e a localização. Mais detalhes no **Item 2.5.1**.
2. Caracterização das ETEs do estado, contemplando suas vazões (QETE, vazão de referência¹), o processo de tratamento utilizado e sua localização. Mais detalhes no **Item 2.5.2**.
3. Avaliação dos usuários localizados nas proximidades das estações a partir da delimitação da área de influência definida por um raio de 10 km em torno das ETEs e do cômputo das outorgas contidas nessa área.
4. Avaliação do potencial de reúso por ETE e identificação de agrupamentos de usuários que podem ser atendidos por futuras ETEs.

No **Item 2.5 – Estruturação e processamento de dados**, alguns desses procedimentos são apresentados com maior nível de detalhamento. Os resultados da avaliação por ETE-usuário são apresentados no **Item 4.1**.

A Figura 1 ilustra um exemplo de identificação de potenciais usuários industriais circunscritos à área definida por um raio de 10 km em torno de uma ETE. A ETE usada como exemplo é a ETE Nova São Miguel, localizada em São Miguel dos Campos.

¹ A vazão de referência da ETE (Q_{ETE}) é uma grandeza adotada neste estudo para quantificação da capacidade das ETEs. No **Item 2.5.2**, são apresentados mais detalhes sobre a variável.

Figura 1 – Exemplo de aplicação do método ETE-usuário para o caso da Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) Nova São Miguel, em São Miguel dos Campos



Fonte: elaborado pelos autores.

2.4 OPORTUNIDADES DE REÚSO PELO ÍNDICE DE APTIDÃO DE REÚSO (IAR)

O método ETE-usuário apresentado no **Item 2.3** possui abordagem focada nas ETEs e nas demandas industriais próximas, realizando análises individualizadas entre essas entidades. De outra forma, a identificação de oportunidades de reúso de água pelo **IAR** possui caráter mais abrangente, analisando o território com base em unidades geográficas mais amplas, como municípios e/ou microbacias hidrográficas.

O IAR é baseado em análise multicritério, fazendo uso de um Modelo Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD), o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), um MMAD de análise hierárquica com base no princípio da comparação de pares (Saaty, 2008).

O AHP foi aplicado juntamente com o uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG), configurando o que é denominado SIG-MMAD. Todos os procedimentos de SIG foram realizados em *Quantum GIS 3* (QGIS3)². Mais informações sobre o uso de SIG constam do **Apêndice A**.

² Software livre disponível para download em: <https://qgis.org/en/site/>.



Em linhas gerais, o modelo resulta em valor numérico que representa a aptidão ao reúso de uma determinada área em relação às demais, permitindo a classificação das áreas consideradas de acordo com o respectivo valor de IAR.

Simplificadamente, o modelo do IAR opera de acordo com o seguinte racional:

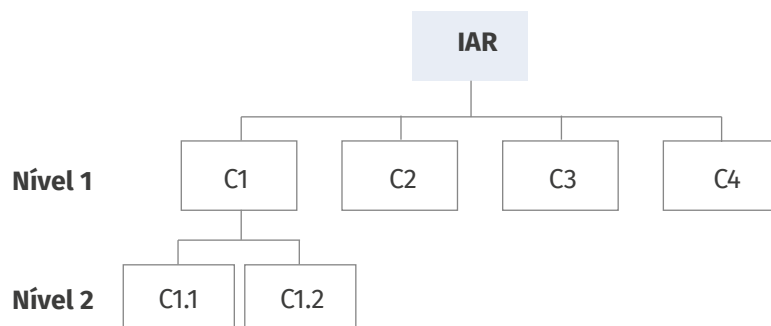
- Objetiva apresentar uma variável quantitativa que expressa a atratividade de reúso em determinada área.
- Utiliza critérios considerados importantes para identificação de determinada área como apta à prática de reúso industrial.
- A cada critério, é atribuído um peso (ou relevância) que o classifica em relação aos demais. Esse procedimento é realizado pela comparação paritária entre os critérios. Outros procedimentos, como análise de consistência e derivação de prioridades, também são previstos para obtenção das importâncias de cada um dos critérios.
- O modelo possui dois níveis: Nível 1 – Critérios; Nível 2 – Subcritérios. Somente o critério C1 possui subcritérios.
- Cada critério representa um atributo real que é expresso por uma variável qualitativa ou quantitativa – por exemplo, o valor da demanda industrial. Como é comum que cada critério possua natureza, unidade e abrangência distintas entre si, é necessário adotar um padrão único para sua utilização. Isso é feito por meio de um procedimento denominado normalização.
- A normalização consiste na conversão dos valores de cada critério para uma escala específica. Adotou-se uma escala de 0 a 1, sendo que 0 representa a condição menos desejável em relação ao objetivo do modelo e, analogamente, 1 equivale à condição mais desejável. As normalizações foram realizadas por transformação linear ou regra discreta específica.
- A partir dos pesos dos critérios e dos valores normalizados, o IAR é calculado para cada região pela somatória dos produtos entre os critérios e os valores normalizados.
- A comparação dos valores de IAR por região indica aquela que possui maior atratividade para o reúso. Quanto maior o IAR, mais apta ao reúso é a área.

Informações adicionais sobre procedimentos específicos do modelo são apresentadas no **Apêndice B**.

Foram adotados quatro critérios e dois subcritérios considerados relevantes para cálculo da aptidão de reúso de cada região, conforme consta dos tópicos a seguir e da Figura 2.



Figura 2 – Estrutura do modelo do Índice de Aptidão de Reúso (IAR)



Legenda

IAR	Índice de Aptidão de Reúso
C1	Critério 1: Valor Adicionado Bruto (VAB) Industrial
C1.1	Subcritério 1.1: VAB industrial em 2021
C1.2	Subcritério 1.2: VAB industrial - variação % entre 2012 e 2021
C2	Critério 2: demandas de água pela indústria
C3	Critério 3: geração de esgotos
C4	Critério 4: balanço hídrico qualiquantitativo

Fonte: elaborado pelos autores.

O modelo é composto pelos seguintes critérios e subcritérios:

C1. Valor Adicionado Bruto (VAB) industrial

- **Nome:** Valor Adicionado Bruto (VAB) pela indústria
- **Unidade:** R\$MM/ano (milhões de reais por ano)
- **Unidade geográfica:** município
- **Justificativa e uso:** O VAB foi utilizado como indicador da intensidade da atividade industrial, partindo-se do pressuposto de que uma maior atividade industrial em determinada área implica maior aptidão de reúso. Foram considerados, na forma de subcritérios, tanto o valor absoluto do VAB no último ano-base (2021), quanto a tendência dos últimos 10 anos (2011-2021), de modo a compreender não somente o retrato mais atual, mas também a tendência para os próximos anos.
- **Subcritérios:** Sim

1.1 VAB industrial em 2021: valor, em R\$MM/ano, do VAB industrial para o ano-base mais recente (2021).

1.2 Variação % do VAB industrial entre 2011-2021: variação porcentual (%) do VAB industrial nos últimos 10 anos (2012-2021).

- **Fontes de dados:** produto interno bruto dos municípios | IBGE (*vide* Tabela 1).

C2. Demandas industriais

- **Descrição:** soma das demandas industriais a partir de outorgas de captação.
- **Unidade:** L/s.
- **Unidade geográfica:** município (outorgas agregadas por município).
- **Justificativa e uso:** as demandas industriais são evidentemente um dos principais fatores para a aptidão do reúso industrial. Foram consideradas as vazões médias outorgadas para fins industriais agregadas por município, partindo-se do pressuposto de que quanto maiores as demandas de água pela indústria maior será a aptidão de reúso.
- **Fontes de dados:** outorgas de captação industriais com base em dados da SEMARH/AL (2025) e da ANA (2025) (vide Tabela 1).

C3. Geração de esgotos

- **Descrição:** vazão de esgotos domésticos gerada por cada município.
- **Unidade:** L/s.
- **Unidade geográfica:** município.
- **Justificativa e uso:** a obtenção de água de reúso depende da disponibilidade de efluentes sanitários em cada município. Assim, definiu-se que quanto maior a geração de esgotos sanitário maior a aptidão de reúso.
- **Fonte de dados:** MCidades (2025), dados do Sinisa (vide Tabela 1). O Sinisa não apresenta informações ou indicadores de geração de esgotos per se, e, por isso, foi utilizado o indicador AG010 (consumo de água potável) como valor para a vazão de esgoto gerado, procedimento adotado pelo próprio Sinisa para o cálculo dos indicadores de tratamento esgoto – que são calculados com base na água consumida.

C4. Balanço hídrico

- **Descrição:** condição de balanço hídrico qualiquantitativo por microbacia hidrográfica.
- **Unidade:** não possui (qualitativo).
- **Unidade geográfica:** microbacia hidrográfica.
- **Justificativa e uso:** o balanço hídrico qualiquantitativo é um critério não numérico que classifica a condição de balanço hídrico levando em consideração aspectos quantitativos (vazões retiradas versus disponibilidade hídrica natural) e qualitativos (comprometimento da qualidade dos mananciais).



Em outras palavras, o balanço qualiquantitativo é uma análise integrada da criticidade sob os pontos de vista qualitativo e quantitativo³. Definiu-se que quanto mais crítico o balanço hídrico mais desejável e necessária é a diversificação de fontes de água, isto é, maior a aptidão de reúso.

• **Fonte de dados:** ANA (2016) (*vide* Tabela 1).

O modelo é baseado na atribuição de pesos paritários entre cada um dos critérios e subcritérios, chegando-se a valores de peso global para cada um deles. Assim, a partir da atribuição paritária de importâncias, da análise de consistência e da derivação de prioridades, chegou-se aos pesos da Tabela 2 (Nível 1 – Critérios) e da Tabela 3 (Subcritérios). Os processos de atribuição paritária de importâncias e derivação de prioridades (pesos) constam no **Apêndice B**.

Tabela 2 – Matriz de importâncias dos critérios – Nível 1 – Critérios

Sigla	Critério	Escala	Unidade	Peso global (w)
C1	VAB industrial	Município	-	0,269
C2	Demanda industrial	Município	L/s	0,381
C3	Esgoto gerado	Município	L/s	0,222
C4	Balanço hídrico	Microbacia		0,128

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Matriz de importâncias dos critérios – Nível 2 – Subcritérios

Sigla	Subcritério	Escala	Unidade	Peso local (w _i)
C1.1	VAB industrial em 2021	município	R\$Bi/ano	0,750
C1.2	Variação % do VAB industrial entre 2012-2021	município	%	0,250

Fonte: elaborado pelos autores.

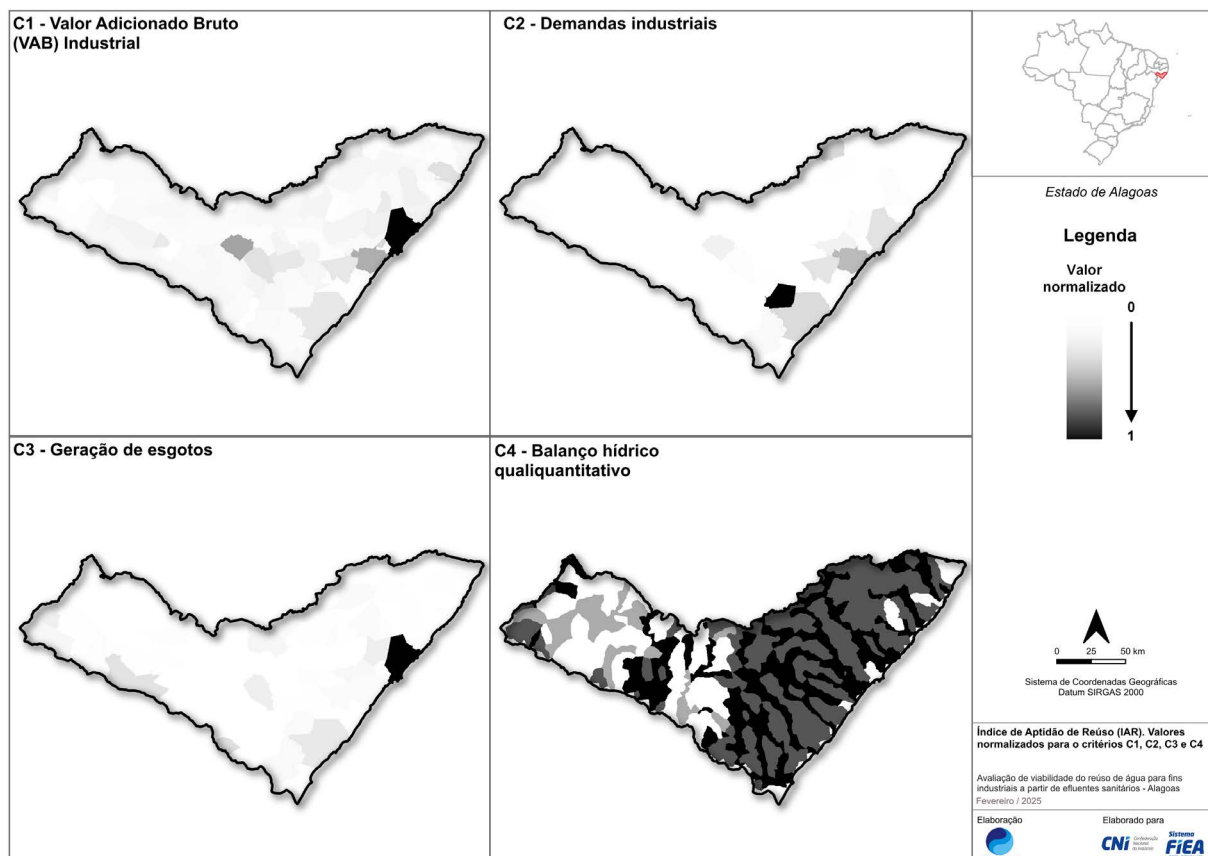
Os pesos apresentados significam que, no caso do Nível 1, o C1 (VAB industrial) representa 0,269 (ou 26,9%) do peso total dos critérios, o que se aplica para todos os outros. O peso global (w) é a representação numérica da importância global do critério em relação aos demais, variando de 0 a 1,0. No caso dos subcritérios C1.1 e C1.2, os quais estão aninhados ao critério C1, os pesos mostrados são os locais, enquanto os globais são obtidos pela multiplicação pelo peso global do critério pai (C1).

Para aplicação no modelo, os valores brutos de cada critério devem ser normalizados, o que foi feito por transformação linear para uma escala entre 0 (zero) e 100 (cem), conforme é mostrado no **Apêndice B**.

O Mapa 1 mostra os valores normalizados de cada critério (Nível 1). Os subcritérios C1.1 e C1.2 não são mostrados no mapa, mas possuem comportamento análogo.

³ Conforme <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=33722737-dc4a-466f-a2f4-d4e16642acac>.

Mapa 1 – Índice de Aptidão de Reúso (IAR). Valores normalizados dos critérios C1 a C4



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dos valores normalizados (N) e dos pesos (w) para cada critério, o IAR é calculado segundo a Equação 1:

$$IAR = \sum_{i=1}^n (N_{C_i} \times W_i)$$

Equação 1

IAR Índice de Atratividade de Reúso
 N_i Valor normalizado para o critério “Ci”
 w Peso do critério “Ci”
 n Quantidade de critérios



Ao utilizar os pesos apresentados na Tabela 2 na Equação 1, o IAR, então, é calculado pela Equação 2:

$$IAR = 0,269N_{C1} + 0,381N_{C2} + 0,222N_{C3} + 0,128N_{C4} \quad \text{Equação 2}$$

IAR Índice de Atratividade de Reúso

N1-4 Valor normalizado dos critérios de 1 a 4

No caso do Nível 2 (Subcritérios), o cálculo é realizado de forma análoga, porém utilizando-se os pesos locais de cada um dos subcritérios.

2.5 ESTRUTURAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS

As principais informações utilizadas neste estudo são referentes às demandas industriais de água e à geração de esgotos e capacidade de tratamento das estações. Em razão da natureza dos dados e da necessidade de múltiplas bases de dados com origens e estruturas diferentes, foram necessários procedimentos específicos para sua utilização, os quais são explicados nos itens a seguir.

2.5.1 DEMANDAS INDUSTRIAIS DE ÁGUA

As demandas de água para uso industrial foram identificadas a partir de registros de outorgas de captações subterrâneas e superficiais para fins industriais concedidas pela SEMARH/AL e pela ANA.

As tipologias industriais consideradas foram baseadas na CNAE 2.0 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram consideradas somente as atividades constantes das seções de B a F da CNAE 2.0, contemplando as divisões de 5 a 43, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Seções e divisões da CNAE 2.0 contempladas no estudo

Seção CNAE 2.0	Descrição	Divisão CNAE 2.0
B	Indústrias extrativas	5 a 9
C	Indústrias de transformação	10 a 33
D	Eletricidade e gás	35
E	Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	36 a 39
F	Construção	41 a 43

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: tipologia conforme: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=estrutura>

Existem limitações no uso de outorgas para estimativa das demandas de água, como a existência de captações não outorgadas, principalmente de águas subterrâneas, imprecisões em dados de vazão média e localização das outorgas e o fato de muitos usuários não captarem exatamente a vazão outorgada, bem como a existência de variações sazonais das demandas de água.

No entanto, mesmo consideradas as limitações apresentadas, o uso das outorgas justifica-se pelos seguintes aspectos:

- São a única fonte de informação de demanda de água passível de geolocalização por ponto coordenado, bem como obtenção de informações de atividade econômica (via Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas – CNPJ do requerente/outorgado), informações indispensáveis para a análise ETE-usuário.
- As vazões outorgadas, por serem, geralmente, superiores às vazões efetivamente extraídas, 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 os dados de outorgas para estimativa do potencial de reúso.
- As outorgas são instrumentos de gestão de recursos hídricos utilizados por todos os estados brasileiros para águas subterrâneas.

As bases de dados utilizadas foram os relatórios de outorgas federais (ANA, 2025) e os bancos de dados recebidos diretamente da SEMARH (2025).

- Os dados da SEMARH/AL foram selecionados pela secretaria e disponibilizados já previamente tratados. Isto é, constavam somente outorgas ativas e para fins industriais. Foram realizadas algumas rodadas de esclarecimentos junto à secretaria para refinamento dos dados.
- Os dados da ANA são disponibilizados na página da agência de forma bastante objetiva e organizada. Foram aplicados filtros simples para seleção dos usos industriais e das outorgas ativas.
- As bases de dados da ANA e da SEMARH/AL foram integradas para uso e inserção em ambiente SIG.
- **A vazão média outorgada** foi determinada considerando-se a vazão média concedida por mês, o número de horas por dia (h/dia) de extração e a conversão do valor registrado para L/s com base em 365 dias/ano e 86.400 s/dia.
- **A atribuição de atividade econômica** foi realizada com base no CNPJ dos requerentes via consultas na internet. A atribuição foi feita com base na Tipologia CNAE 2.0 (*vide* Tabela 4), utilizando-se os níveis Divisão e Subclasse. Buscou-se atribuir a tipologia de quantidade de usuários que representassem, ao menos, 95% da vazão outorgada total no estado. Assim, ainda que um número relevante de usuários não tenha sua atividade identificada, são usos pouco expressivos em termos de vazão.

2.5.2 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETES)

As ofertas potenciais de esgoto tratado foram identificadas por meio de informações das ETEs existentes. Foram utilizadas, principalmente, as informações sobre os processos de tratamento, as vazões e a localização de cada instalação. As bases de dados utilizadas foram as do **Atlas Esgotos** (ANA,



2020) e as cedidas diretamente pelas empresas locais de saneamento, notadamente Casal (2025), BRK (2025), Sanama (2025) e Águas do Sertão (2025).

2.5.2.1 Integração das bases de dados, remoção de duplicatas e exclusão de registros inconsistentes

As bases sobre ETEs consultadas são as relacionadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Bases de dados de ETEs utilizadas

Fonte	Qtde. de registros
Casal (2025)	62 ETEs 3 municípios (Maceió, Arapiraca e Batalha)
BRK (2025)	31 ETEs 8 municípios (Barra de Santo Antônio, Barra de São Miguel, Maceió, Marechal Deodoro, Messias, Pilar, Rio Largo, Santa Luzia do Norte)
Águas do Sertão (2025)	16 ETEs 12 municípios (Igaci, Igreja Nova, Jaramataia, Junqueiro, Olho D'água do Casado, Olivença, Palmeira dos Índios, Penedo, Porto Real do Colégio, Quebrangulo, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos)
Sanama (2025)	1 ETE 1 município (Maceió)
Verde Alagoas (2025)	2 ETEs 2 municípios (Maragogi e União dos Palmares)
ANA (2020), <i>Atlas Esgotos</i> , shp	38 ETEs 57 municípios (Barra de São Miguel, Cajueiro, Capela, Coruripe, Jundiá, Maceió, Maragogi, Marechal Deodoro, Murici, Palmeira dos Índios, Pão de Açúcar, Paulo Jacinto, Piranhas, Porto Real do Colégio, Quebrangulo, Rio Largo, Santa Luzia do Norte, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos, Teotônio Vilela, União dos Palmares)
ANA (2020) – <i>Atlas Esgotos</i> , xls	44 ETEs 24 municípios (Barra de São Miguel, Batalha, Cajueiro, Capela, Coruripe, Jacuípe, Jundiá, Maceió, Maragogi, Marechal Deodoro, Murici, Palmeira dos Índios, Pão de Açúcar, Paulo Jacinto, Penedo, Piranhas, Porto Real do Colégio, Quebrangulo, Rio Largo, Santa Luzia do Norte, Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos, Teotônio Vilela, União dos Palmares)

Fonte: elaborado pelos autores.

No total, foram fornecidos 192 registros de ETEs. Após a remoção de duplicatas, estações inativas e/ou ETEs sem dados suficientes para a realização deste estudo (como coordenadas geográficas), restaram 116 estações. Destas 116, 48 não possuíam dados de vazão, mas foram mantidas, pois apresentam

todos os demais dados, como nome, tipo de tratamento e coordenadas geográficas. É provável que a maioria destas tenha capacidade muito reduzida, dado que das 49 ETEs 23 são do tipo fossa-filtro, 16 são UASB e/ou outros processos anaeróbios e 10 lagoas.

A Figura 3 ilustra um caso de remoção manual de duplicatas, exemplificado para o caso da ETE Estiva em Marechal Deodoro. A mesma ETE está presente em duas bases de dados diferentes, mas nenhum dos dados (nome, coordenadas, etc.) é exatamente coincidente, o que impossibilita a identificação automática de duplicatas. Nesses casos, cada uma das ETEs foi analisada em ambiente SIG para verificação de outros registros geograficamente próximos e que possivelmente se referem à mesma estação.

Figura 3 – Exemplificação de remoção manual de duplicatas de dados de ETEs



Fonte: elaborado pelos autores.

No caso acima, claramente pode ser constatado que se trata da mesma ETE com registros duplicados. No ato da exclusão, foram priorizados os dados das empresas locais que atualmente operam as ETEs, dado que tendem a ser mais completos e atualizados. Neste exemplo, as informações disponibilizadas pela operadora foram utilizadas, sendo dispensado o registro presente nos *shapefiles* do **Atlas Esgoto** da ANA.



2.5.2.2 Vazão de referência da ETE (Q_{ETE})

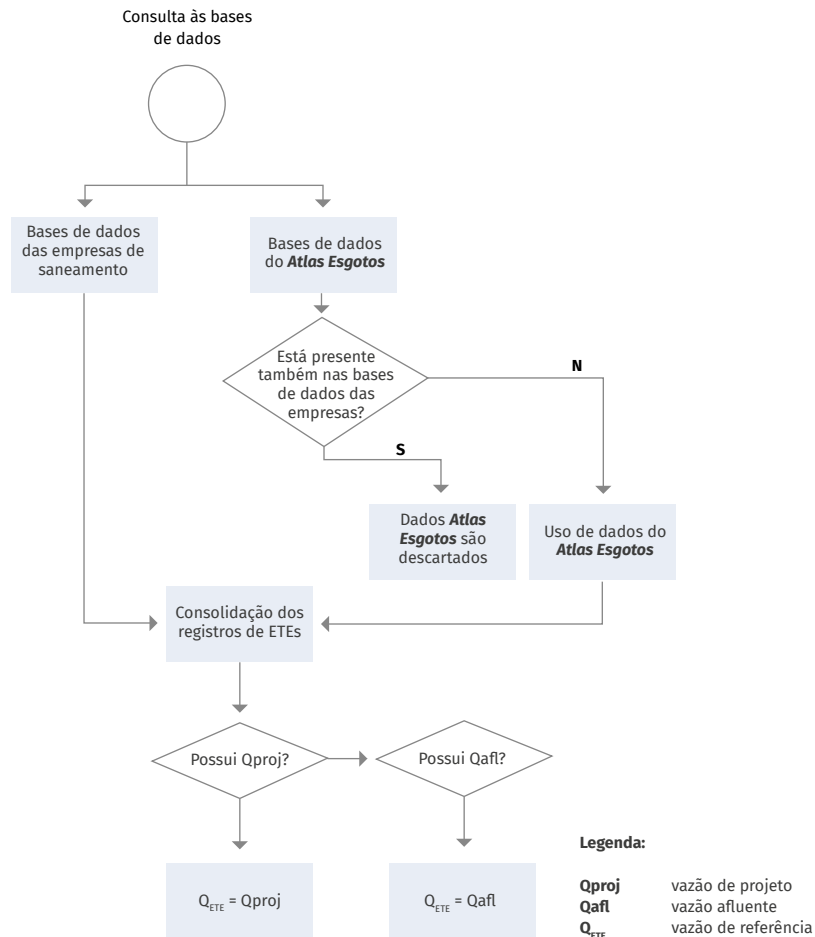
De maneira a se trabalhar com uma variável única de vazão para o caso das ETEs, optou-se pela adoção da grandeza **vazão de referência da ETE**, expressada por Q_{ETE} . Isso foi necessário porque as informações sobre as ETEs são, por vezes, incompletas, uma vez que nem sempre constam dados de vazão de projeto e de vazão afluente⁴.

A Q_{ETE} para cada ETE foi determinada segundo os seguintes critérios:

1. Foram utilizados, prioritariamente, os dados de vazão fornecidos pelas empresas de saneamento. Os dados do **Atlas Esgotos** da ANA tendem a abranger um maior número de estações e municípios, mas também são menos precisos e completos.
2. A prioridade é o uso de dados de vazão de projeto (Q_{proj}), mas, na sua ausência, adotou-se o valor de vazão afluente (Q_{afl}).
3. O **Atlas Esgotos**, em sua versão mais recente, não informa dados de vazão das ETEs. Por isso, para as ETEs que constam somente do **Atlas Esgotos**, isto é, não estão presentes em nenhuma das outras bases de dados, não constam dados de vazão de referência Q_{ETE} , sendo considerada como igual a zero.

⁴ Vazão afluente é a vazão média que chega à estação. Optou-se pelo uso prioritário da vazão de projeto e não o da vazão afluente pelo fato de a primeira 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.

Figura 4 – Fluxograma para determinação da QETE (vazão de referência) das ETEs



Fonte: elaborado pelos autores.

2.5.2.3 Agrupamento dos processos de tratamento

De modo a uniformizar a terminologia adotada para avaliação das estações, foi realizado o agrupamento dos processos de tratamento informados nas bases de dados. Pelas bases de dados brutas, foram identificados 56 valores diferentes de processos de tratamento, sendo que muitos são similares em termos de rota tecnológica e de qualidade final do efluente tratado.

O critério utilizado para o agrupamento foi o de semelhança de infraestrutura requerida e a qualidade do efluente final tratado, conforme mostra a Tabela 6.



Tabela 6 – Agrupamento de processos de tratamento das ETEs

Qualidade efluente tratado	Grupo adotado	Processos contemplados
Maior qualidade  Menor qualidade	Terciário	Processos biológicos aeróbios seguidos de etapa de remoção de nutrientes e/ou separação avançada de sólidos (filtração terciária ou membranas de MF/UF)
	Lodos ativados e similares	Biomassa granular Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) CFIC® (Continuous Flow Intermittent Cleaning) Integrated Fixed film Activated Sludge (IFAS) Lodos ativados com aeração prolongada Lodos ativados por batelada Lodos ativados convencional Lodos ativados de alta taxa
	Outros processos aeróbios	Filtro Aerado Submerso (FAS) Filtro Biológico Percolador (FBP) Biodisco
	Físico-químico	Flotação por ar dissolvido Decantação secundária quimicamente assistida
	Lagoas	Lagoas aeróbias + lagoa decantação Lagoa aerada facultativa Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa Lagoa facultativa
	UASB e/ou outros processos anaeróbios	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Reatores anaeróbios
	Biossistemas	Biodigestor + filtro anaeróbio + wetlands Biodigestor + filtro anaeróbio
	Fossa-filtro	Fossa séptica + filtro anaeróbio Decanto-digestor + filtro anaeróbio
	Preliminar/primário	Estação de Pré-Condicionamento (EPC) Decantação primária quimicamente assistida Decantação primária Tanque Imhoff Apenas gradeamento e/ou desarenador
	Outros	Não especificado/não informado

Fonte: elaborado pelos autores.

Dentro de um mesmo grupo, é esperado que existam variações na qualidade, como no caso dos grupos “Lodos ativados e similares” e “Lagoas”, em que se nota a multiplicidade interna de arranjos de tratamento contemplados. No entanto, a diferença entre os grupos é maior que a diferença interna de cada grupo, o que justifica a simplificação adotada.



Definiu-se que o agrupamento é feito pelo processo principal mais avançado da estação. Isto é, se uma ETE é dotada de UASB + FBP, ela está no grupo “outros processos aeróbios”, e analogamente para outros casos.



3 CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO

Quadro-resumo deste capítulo

Demografia e território

População total de 3,12 milhões de habitantes (2022) e nove regiões de planejamento. População altamente concentrada na Região Metropolitana de Maceió.

Demandas de água pela indústria

Foram identificadas 145 outorgas industriais ativas, as quais somam 2.908,4 L/s. Municípios com maiores demandas são Teotônio Vilela, Marechal Deodoro, São José da Laje, Coruripe e Maceió. Os segmentos que mais demandam água são Fabricação de Produtos Alimentícios, Eletricidade e Gás e Fabricação de Produtos Químicos.

Geração e tratamento de esgotos

Índice de tratamento de esgotos de 14,8% no estado, um dos mais baixos do Brasil. Poucos municípios possuem índice superior a 40%. Foram identificadas 116 ETEs no estado, somando capacidade de 2.900,8 L/s. Desse valor, mais da metade refere-se à ETE Emissário Submarino, em Maceió, que possui somente etapa preliminar. ETEs concentradas na Região Metropolitana de Maceió.

Perfil e distribuição da indústria

Prevalecem, em termos de VAB (Valor Adicionado Bruto), os segmentos de Construção, Alimentos e Serviços industriais de utilidade pública. Atividade industrial concentrada nas Regiões Metropolitana de Maceió e Tabuleiros do Sul. Região Agreste mostra tendência recente de crescimento.

Balanço hídrico

Cerca de 50% da área do estado em criticidade hídrica qualiquantitativa ou quantitativa, principalmente nas regiões mais próximas à costa, configurando elevado estresse hídrico.

Legislação sobre reúso

Não há legislação e/ou normativas que disciplinem reúso no estado.

3.1 DEMOGRAFIA E TERRITÓRIO

O estado de Alagoas possuía, em 2022, uma população total de 3.127.683 habitantes, distribuídos em 27.830 km², o que resulta em uma densidade demográfica de 112,38 hab./km², a quarta maior do país⁵.

O estado está dividido em nove Regiões de Planejamento⁶ (RP), sendo elas:

⁵ Fonte: cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama

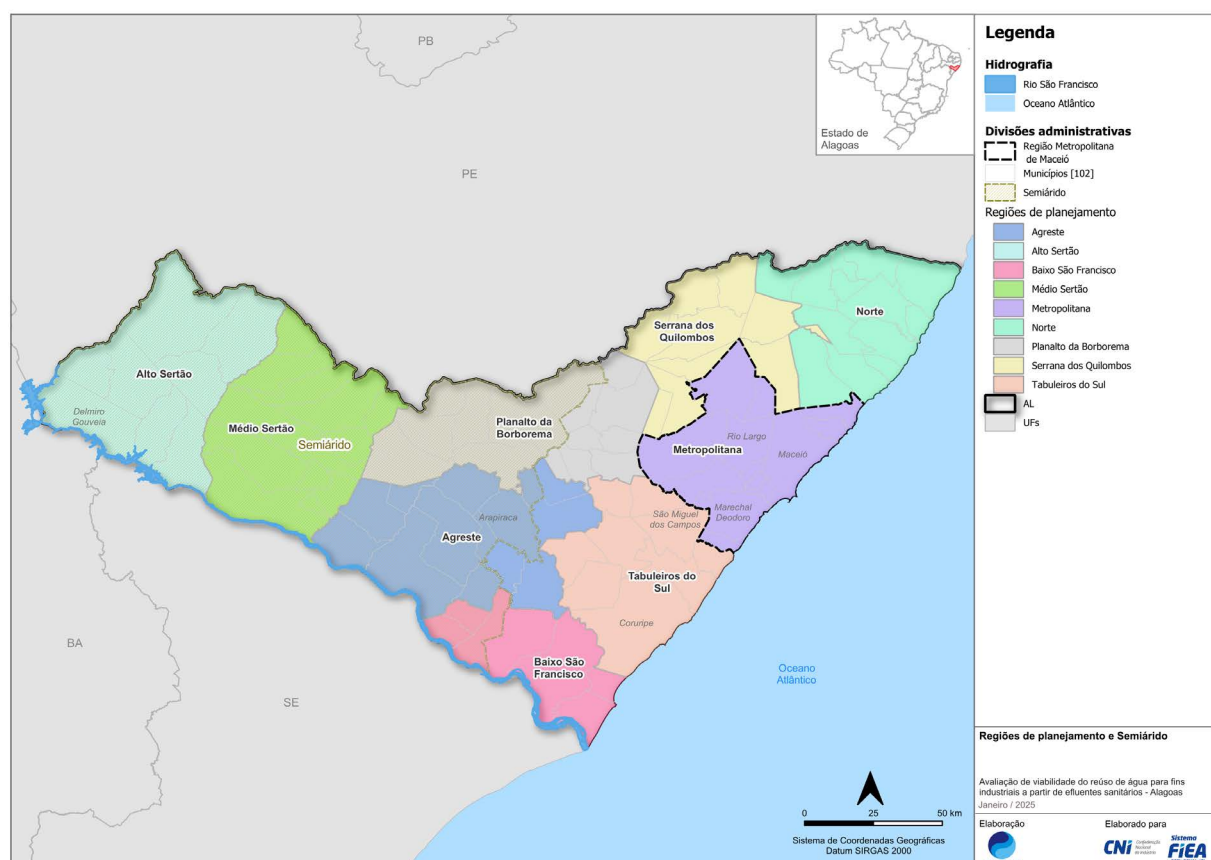
⁶ Fonte: <https://dados.al.gov.br/catalogo/mk/dataset/regioes-de-planejamento-estado-de-alagoas>



- Metropolitana
- Norte
- Tabuleiros do Sul
- Serrana dos Quilombos
- Baixo São Francisco
- Planalto da Borborema
- Agreste
- Médio Sertão
- Alto Sertão

O Mapa 2 mostra o estado, os 102 municípios que o compõem e as nove supracitadas RPs.

Mapa 2 – Regiões de planejamento



Fonte: dados do IBGE (2025). Elaborado pelos autores.

Dos 102 municípios alagoanos, 42 estão no Semiárido. Isso significa que 30,24% da população do estado está no Semiárido, conforme mostra a Tabela 7

Tabela 7 – Municípios e população – Semiárido alagoano

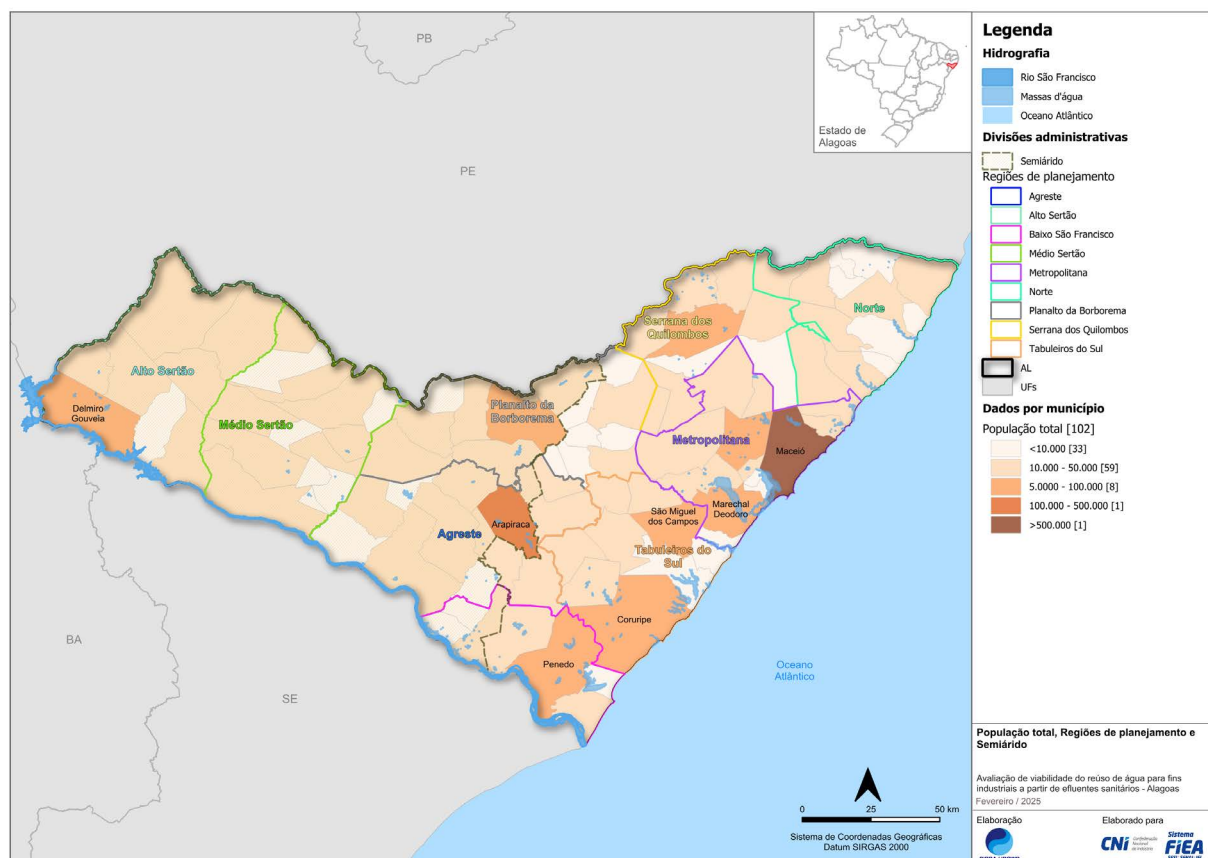
Semiárido	Qtde. municípios	População	%População
Fora do Semiárido	60	2.246.458	69,76%
Semiárido	42	973.646	30,24%

Fonte: IBGE (2025). Elaborado pelos autores.

A RP Metropolitana de Maceió concentra 41,9% da população do estado (destaque a Maceió, Marechal Deodoro e Rio Largo), seguida da Agreste (15,5% – destaque a Arapiraca) e Tabuleiros do Sul (7,1% – destaque a São Miguel dos Campos e Coruripe). Na zona do Semiárido estão municípios com populações relevantes, como a já citada Arapiraca, além de Palmeira dos Índios (RP Planalto da Borborema) e Delmiro Gouveia (RP Alto Sertão).

O Mapa 3 mostra a população total (isto é, urbana mais rural) por município, bem como as supracitadas RPs.

Mapa 3 – População total por município



Fonte: IBGE (2025). Elaborado pelos autores.



3.2 DEMANDAS DE ÁGUA PELA INDÚSTRIA

As demandas de água pelas indústrias foram determinadas a partir das outorgas de captação ativas, conforme explicado no **Item 2.5.1**. Foram utilizados dados cedidos diretamente pela SEMARH/AL (2025), bem como os relatórios de outorgas federais disponibilizados pela ANA (2025).

Após a aplicação de filtros e demais procedimentos de pré-processamento (*vide Item 2.5*), chegou-se à base integrada de outorgas com 145 registros de outorgas industriais ativas, somando vazão de 2.908,4 L/s, como mostra a Tabela 8.

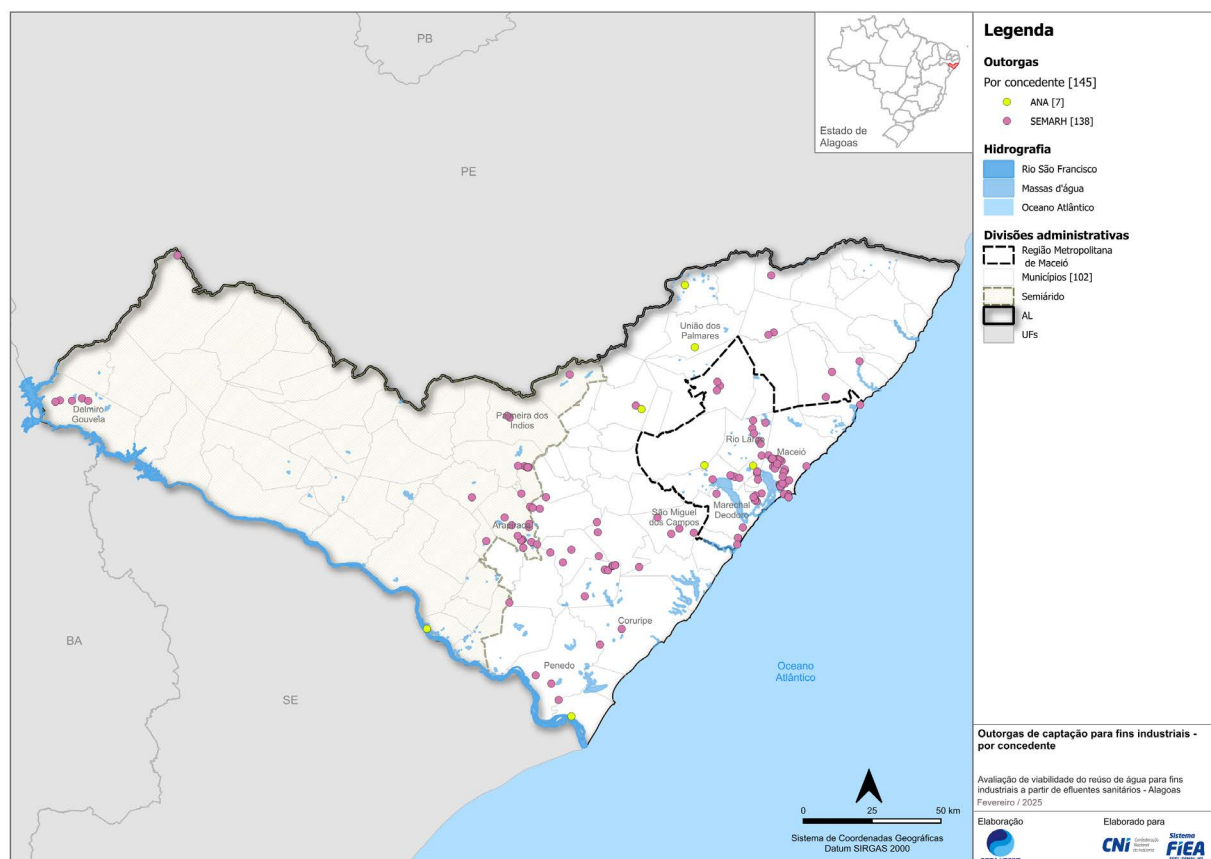
Tabela 8 – Outorgas de captação por concedente

Concedente	Qout (L/s) Vazão outorgada	% Qout Porcentagem da vazão outorgada	Qtde. Quantidade de outorgas	%Qtde. Porcentagem da quantidade de outorgas
SEMARH/AL	2.664,6	91,6%	138	95,2%
ANA	243,8	8,4%	7	4,8%
Total	2.908,4	100,0%	145	100,0%

Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH (2025). Elaborado pelos autores.

Quase a totalidade das outorgas, tanto em vazão (91,6%) quanto em quantidade (95,2%), é de captações de corpos hídricos de domínio estadual concedidas pela SEMARH/AL. Há apenas sete outorgas federais, sendo que somente duas estão no Rio São Francisco. A distribuição das outorgas conforme concedente é apresentada no Mapa 4.

Mapa 4 – Outorgas de captação para fins industriais – por concedente



Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH (2025). Elaborado pelos autores.

Em relação ao tipo de manancial, a maior parte das extrações ocorre de corpos hídricos superficiais. Dos 2.908,4 L/s, 2.548,2 L/s (87,6%) são oriundos de captações superficiais, com os demais 360,1 L/s (12,4%) de mananciais subterrâneos. A Tabela 9 resume os dados de outorgas por tipo de manancial.

Tabela 9 – Outorgas de captação por manancial

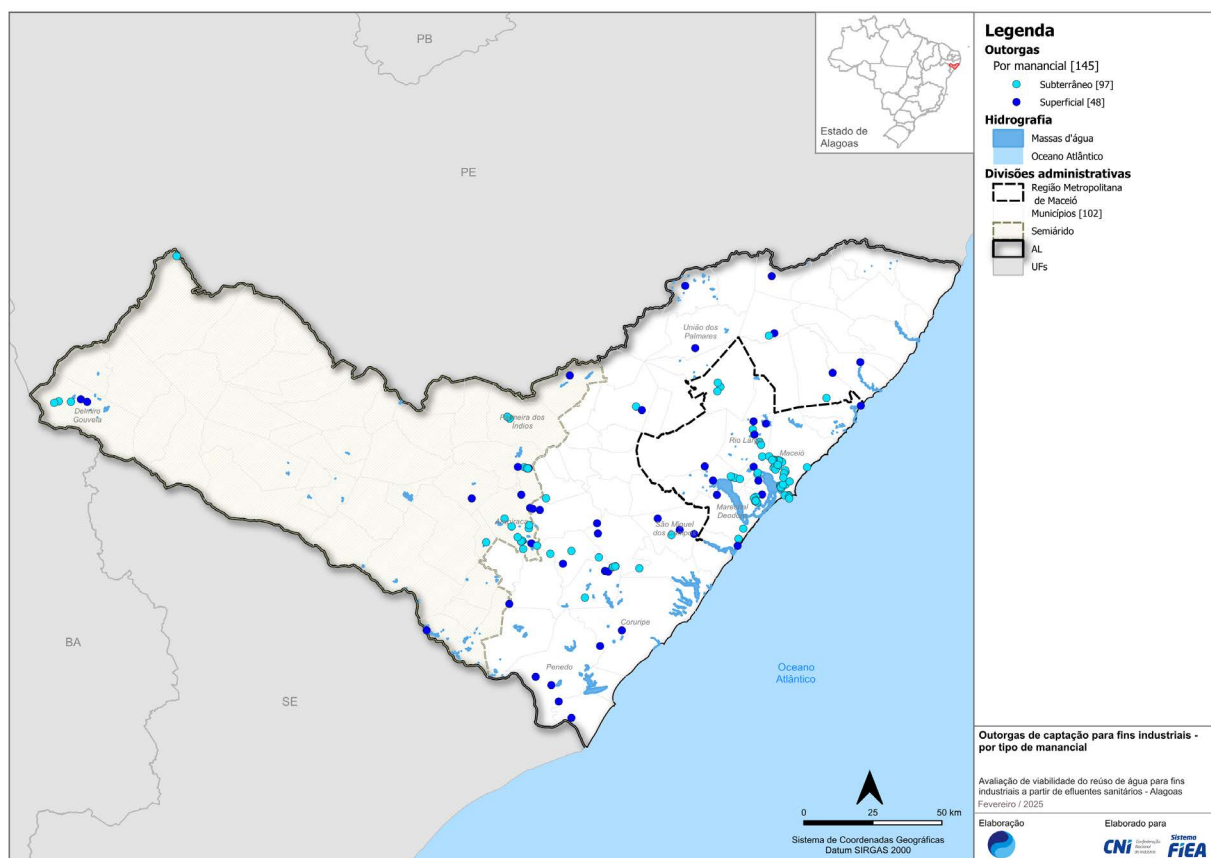
Tipo de manancial	Qout (L/s) Vazão outorgada	% Qout Porcentagem da vazão outorgada	Qtde. Quantidade de outorgas	%Qtde. Porcentagem da quantidade de outorgas
Subterrâneo	360,1	12,4%	97	66,9%
Superficial	2.548,2	87,6%	48	33,1%
Total	2.908,4	100,0%	145	100,0%

Fonte de dados: SEMA (2023) e ANA (2024a). Elaborado pelos autores.



O Mapa 5 mostra a distribuição das outorgas por tipo de manancial.

Mapa 5 – Outorgas de captação para fins industriais – por tipo de manancial



Fontes de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

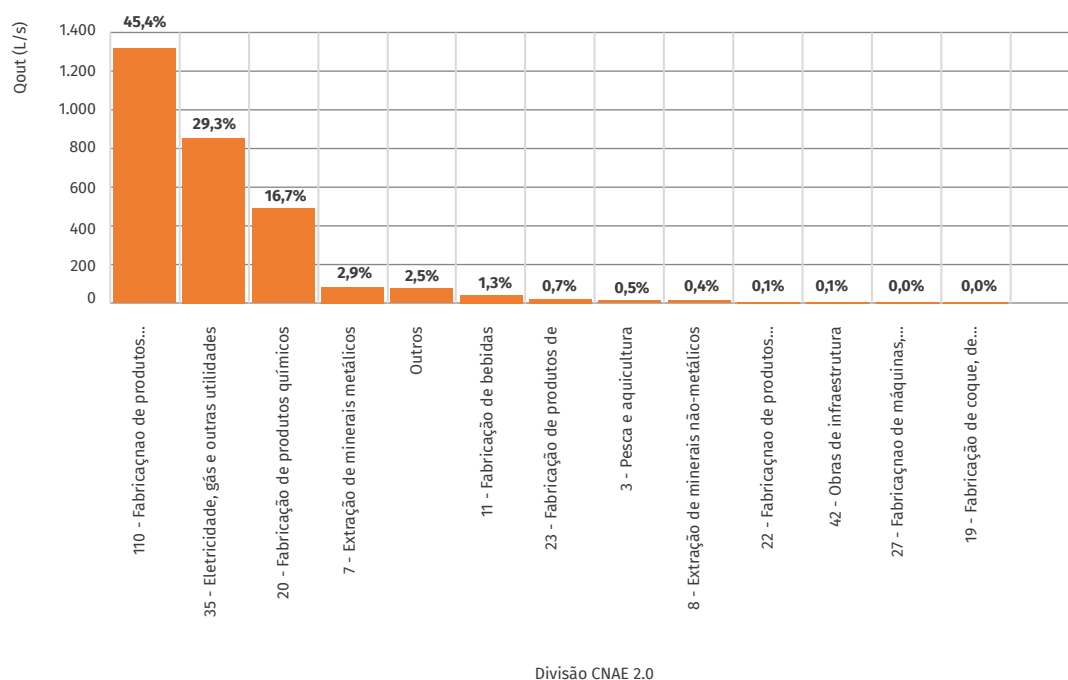
Em termos de segmentos industriais, o panorama é apresentado na Tabela 10 e na Figura 5, em que se nota a preponderância das Divisões 10 (Fabricação de Produtos Alimentícios), 35 (Eletricidade e Gás) e 23 (Fabricação de Produtos Químicos). Para avaliação dos usos de água por atividade econômica, foi utilizada a tipologia da CNAE 2.0, conforme apresentado no **Item 2.5.1**.

Tabela 10 – Outorgas de captação por atividade industrial (nível Divisão conforme CNAE 2.0)

Divisão CNAE 2.0 ^(a)	Qout ^(b) (L/s)	% Qout	Qtde. ^(c)	%Qtde
10 - Fabricação de produtos alimentícios	1.319,6	45,4%	18	12,4%
35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	851,4	29,3%	8	5,5%
20 - Fabricação de produtos químicos	486,2	16,7%	13	9,0%
Outros	85,6	2,9%	85	58,6%
7 - Extração de minerais metálicos	83,3	2,9%	1	0,7%
11 - Fabricação de bebidas	39,0	1,3%	8	5,5%
23 - Fabricação de produtos de minerais não metálicos	21,6	0,7%	2	1,4%
8 - Extração de minerais não metálicos	11,2	0,4%	4	2,8%
22 - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	6,2	0,2%	3	2,1%
42 - Obras de infraestrutura	2,9	0,1%	1	0,7%
27 - Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,1	0,04%	1	0,7%
19 - Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	0,1	0,004%	1	0,7%
Total	2.908,4	100,0%	145	100,0%

Notas: (a) Segmentos conforme Divisão CNAE 2.0. *Vide* IBGE | Concla | Busca online. (b) Somatório das vazões outorgadas. (c) Quantidade de outorgas.

Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH (2025). Elaborado pelos autores.

Figura 5 – Outorgas de captação por atividade industrial (nível Divisão conforme CNAE 2.0)


Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.



Ao detalhar as atividades até o nível de Subclasse CNAE 2.0, o panorama é conforme a Tabela 11, em que se vê que as atividades ligadas à Fabricação de açúcar em bruto (C-1071-6/00) e Geração de energia elétrica (C-3511-5/01), Fabricação de resinas termoplásticas (C-2031-2/00) e Fabricação de cloro e álcalis (C-2011-8/00) detêm as maiores outorgas de captação.

Tabela 11 – Outorgas de captação por atividade industrial

Divisão / subclasse CNAE 2.0	Qout ^(b) (L/s)	% Qout	Qtde ^(c)	%Qtde
10 - Fabricação de produtos alimentícios	1.319,6	45,4%	18	12,4%
C-1071-6/00 - Fabricação de açúcar em bruto	1.283,5	44,1%	7	4,8%
C-1052-0/00 - Fabricação de laticínios	10,0	0,3%	1	0,7%
C-1012-1/03 - Frigorífico - abate de suínos	8,6	0,3%	2	1,4%
C-1063-5/00 - Fabricação de farinha de mandioca e derivados	7,6	0,3%	3	2,1%
C-1069-4/00 - Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente	7,1	0,2%	3	2,1%
C-1062-7/00 - Moagem de trigo e fabricação de derivados	2,2	0,1%	1	0,7%
C-1091-1/02 - Fabricação de produtos de padaria e confeitaria com predominância de produção própria	0,5	0,0%	1	0,7%
35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	851,4	29,3%	8	5,5%
C-3511-5/01 - Geração de energia elétrica	851,4	29,3%	8	5,5%
20 - Fabricação de produtos químicos	486,2	16,7%	13	9,0%
C-2031-2/00 - Fabricação de resinas termoplásticas	375,0	12,9%	1	0,7%
C-2011-8/00 - Fabricação de cloro e álcalis	102,5	3,5%	6	4,1%
C-2062-2/00 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento	3,5	0,1%	1	0,7%
C-2019-3/99 - Fabricação de outros produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente	2,8	0,1%	1	0,7%
C-2071-1/00 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,7	0,1%	2	1,4%
C-2013-4/02 - Fabricação de adubos e fertilizantes, exceto organominerais	0,5	0,0%	1	0,7%
C-2061-4/00 - Fabricação de sabões e detergentes sintéticos	0,2	0,0%	1	0,7%
Outros	85,6	2,9%	85	58,6%
-	85,6	2,9%	85	58,6%
7 - Extração de minerais metálicos	83,3	2,9%	1	0,7%
B-0724-3/01 - Extração de minério de metais preciosos	83,3	2,9%	1	0,7%
11 - Fabricação de bebidas	39,0	1,3%	8	5,5%
C-1121-6/00 - Fabricação de águas envasadas	22,4	0,8%	7	4,8%
C-1122-4/01 - Fabricação de refrigerantes	16,7	0,6%	1	0,7%
23 - Fabricação de produtos de minerais não metálicos	21,6	0,7%	2	1,4%
C-2342-7/02 - Fabricação de artefatos de cerâmica e barro cozido para uso na construção, exceto azulejos e pisos	19,3	0,7%	1	0,7%
C-2342-7/01 - Fabricação de azulejos e pisos	2,3	0,1%	1	0,7%
8 - Extração de minerais não metálicos	11,2	0,4%	4	2,8%

Divisão / subclasse CNAE 2.0	Qout ^(b) (L/s)	% Qout	Qtde ^(c)	%Qtde
B-0810-0/06 - Extração de areia, cascalho ou pedregulho e beneficiamento associado	8,3	0,3%	3	2,1%
B-0899-1/99 - Extração de outros minerais não metálicos não especificados anteriormente	2,9	0,1%	1	0,7%
22 - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	6,2	0,2%	3	2,1%
C-2222-6/00 - Fabricação de embalagens de material plástico	3,2	0,1%	1	0,7%
C-2229-3/01 - Fabricação de artefatos de material plástico para uso pessoal e doméstico	1,7	0,1%	1	0,7%
C-2071-1/00 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,4	0,0%	1	0,7%
42 - Obras de infraestrutura	2,9	0,1%	1	0,7%
F-4211-1/01 - Construção de rodovias e ferrovias	2,9	0,1%	1	0,7%
27 - Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,1	0,0%	1	0,7%
C-2733-3/00 - Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados	1,1	0,0%	1	0,7%
19 - Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	0,1	0,0%	1	0,7%
C-1931-4/00 - Fabricação de álcool	0,1	0,0%	1	0,7%
Total	2.908,4	100,0%	145	100,0%

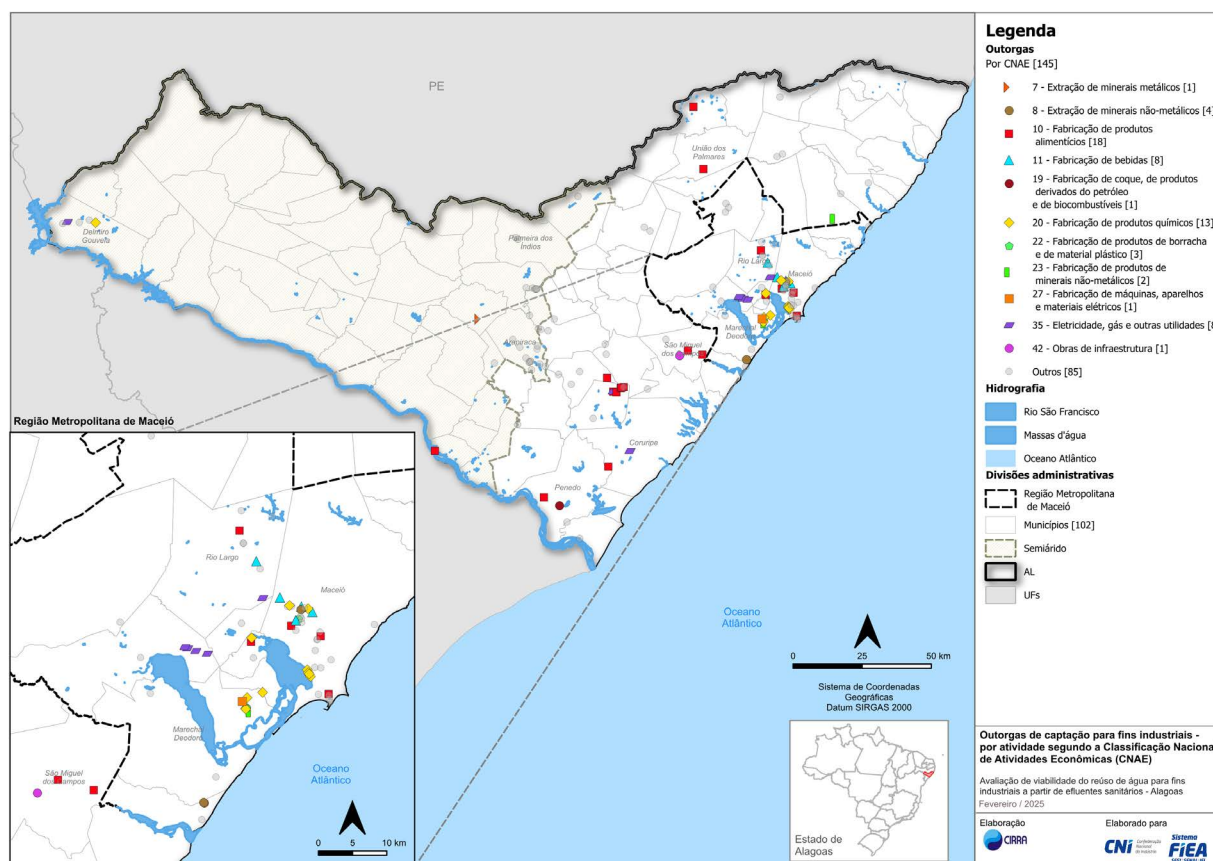
Nota: (a) Segmentos conforme Divisão e Subclasse CNAE 2.0. (b) Somatório das vazões outorgadas. (c) Quantidade de outorgas.

Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

O Mapa 6 mostra a distribuição das outorgas de acordo com o segmento industrial, no nível de Divisão da CNAE 2.0.



Mapa 6 – Outorgas de captação para fins industriais – por atividade industrial segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)



Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

Os municípios de Teotônio Vilela, Marechal Deodoro, São José da Laje, Coruripe e Maceió concentram, juntos, 84,1% da vazão de água outorgada para a indústria no estado, conforme mostra a Tabela 12 e ilustra a Figura 6.

Tabela 12 – Distribuição das vazões outorgadas e da quantidade de outorgas concedidas por município

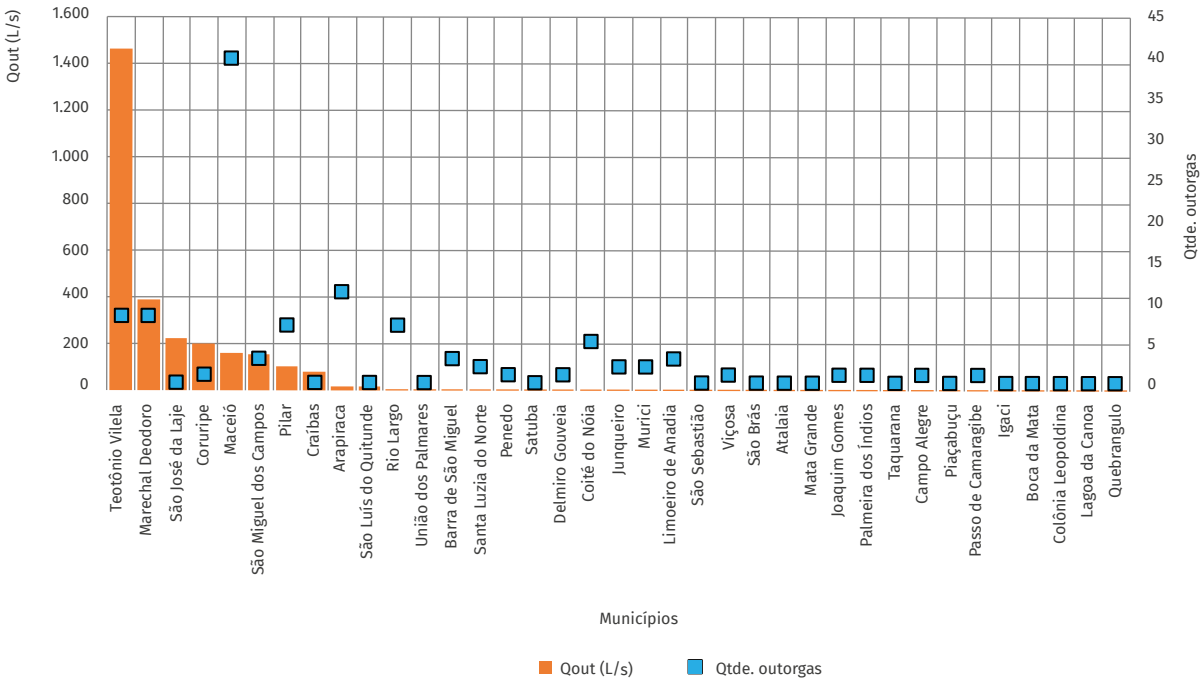
Município	Qout (L/s) Vazão outorgada	% Qout Porcentagem da vazão outorgada	Qtde. Quantidade de outorgas	% Qtde. Porcentagem da quantidade de outorgas
Teotônio Vilela	1.464,8	50,4%	9	6,2%
Marechal Deodoro	388,7	13,4%	9	6,2%
São José da Laje	223,2	7,7%	1	0,7%
Coruripe	203,7	7,0%	2	1,4%
Maceió	164,7	5,7%	40	27,6%
São Miguel dos Campos	156,6	5,4%	4	2,8%
Pilar	102,5	3,5%	8	5,5%
Craíbas	83,3	2,9%	1	0,7%
Arapiraca	20,7	0,7%	12	8,3%
São Luís do Quitunde	19,3	0,7%	1	0,7%
Rio Largo	10,2	0,4%	8	5,5%
União dos Palmares	10,0	0,3%	1	0,7%
Barra de São Miguel	8,5	0,3%	4	2,8%
Santa Luzia do Norte	7,5	0,3%	3	2,1%
Penedo	6,8	0,2%	2	1,4%
Satuba	6,8	0,2%	1	0,7%
Delmiro Gouveia	4,4	0,2%	2	1,4%
Coité do Nôia	3,8	0,1%	6	4,1%
Junqueiro	3,5	0,1%	3	2,1%
Murici	2,7	0,1%	3	2,1%
Limoeiro de Anadia	2,7	0,1%	4	2,8%
São Sebastião	2,1	0,1%	1	0,7%
Viçosa	1,9	0,1%	2	1,4%
São Brás	1,8	0,1%	1	0,7%
Atalaia	1,5	0,1%	1	0,7%
Mata Grande	1,4	0,0%	1	0,7%
Joaquim Gomes	1,2	0,0%	2	1,4%
Palmeira dos Índios	1,0	0,0%	2	1,4%
Taquarana	0,9	0,0%	1	0,7%
Campo Alegre	0,6	0,0%	2	1,4%
Piaçabuçu	0,5	0,0%	1	0,7%
Passo de Camaragibe	0,3	0,0%	2	1,4%



Município	Qout (L/s) Vazão outorgada	% Qout Porcentagem da vazão outorgada	Qtde. Quantidade de outorgas	% Qtde. Porcentagem da quantidade de outorgas
Igaci	0,3	0,0%	1	0,7%
Boca da Mata	0,2	0,0%	1	0,7%
Colônia Leopoldina	0,1	0,0%	1	0,7%
Lagoa da Canoa	0,0	0,0%	1	0,7%
Quebrangulo	0,0	0,0%	1	0,7%
Total	2.908,4	100,0%	145	100,0%

Nota: valores realçados são os maiores em termos de vazão e em quantidade de outorgas.
Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

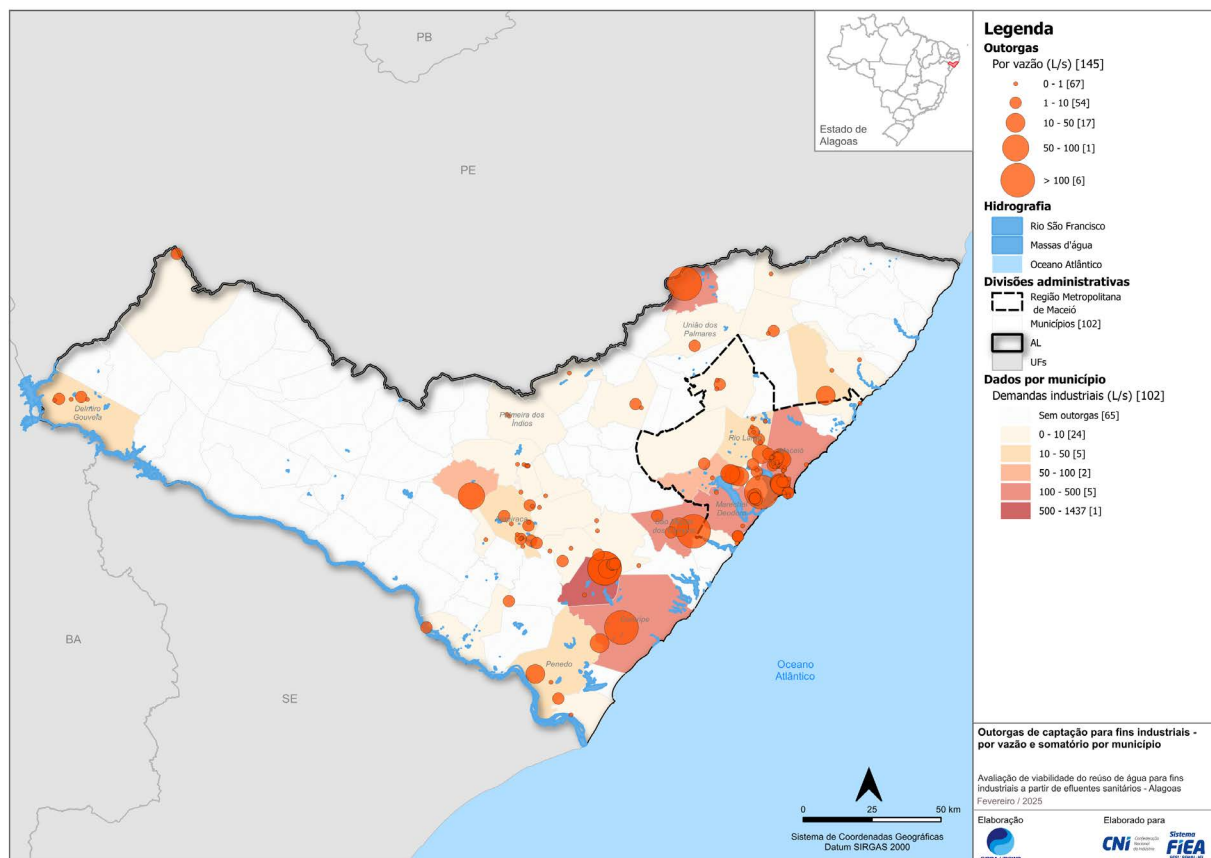
Figura 6 – Distribuição das vazões outorgadas e da quantidade de outorgas concedidas por município



Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

O Mapa 7 mostra a distribuição das outorgas por faixa de vazão outorgada e a soma das outorgas por município.

Mapa 7 – Outorgas de captação para fins industriais – por vazão e somatório por município



Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

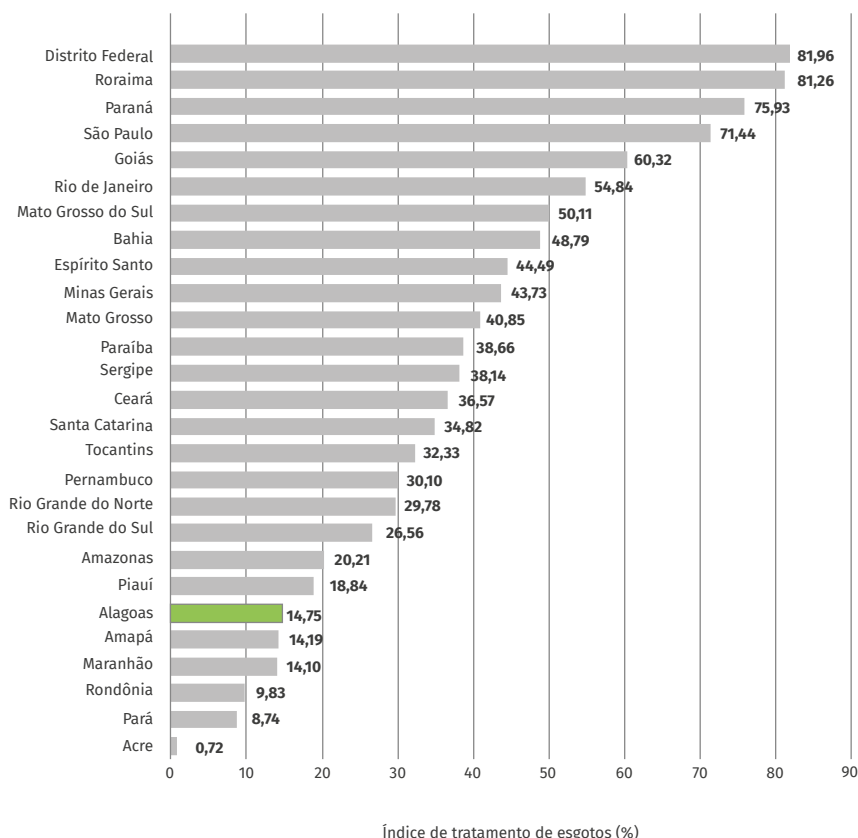
3.3 GERAÇÃO E TRATAMENTO DE ESGOTOS

3.3.1 ÍNDICES DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS

Em 2022, o índice de atendimento de esgotos referido à água consumida (indicador IN046 do Sinisa) do estado era de 14,75%, valor substancialmente inferior ao da região Nordeste (34,31%) e nacional (52,23%). A Figura 7 destaca o índice do estado em comparação aos demais estados do País.



Figura 7 – Índice de tratamento de esgotos sanitários referido à água consumida (IN046 do Sinisa)



Fonte: adaptado de Sinisa 2022 (MCidades, 2025).

Quase 90% dos municípios alagoanos possuem índice de tratamento de esgotos abaixo de 20%, o que corresponde a 57,1% da população do estado, ou 1,84 milhão de habitantes. Cinco municípios possuem atendimento entre 20%-40%; apenas um possui índice entre 40%-60%; três entre 60%-80% e cinco com índice acima de 80%. Isto significa que 92% da população reside em municípios com atendimento de tratamento de esgotos inferior a 40%. A Tabela 13 apresenta a distribuição de municípios e de população por faixa de porcentagem de atendimento de tratamento de esgotos.

Tabela 13 – Distribuição dos municípios por faixa de índice de tratamento de esgotos sanitários referido à água consumida (IN046 do Sinisa)

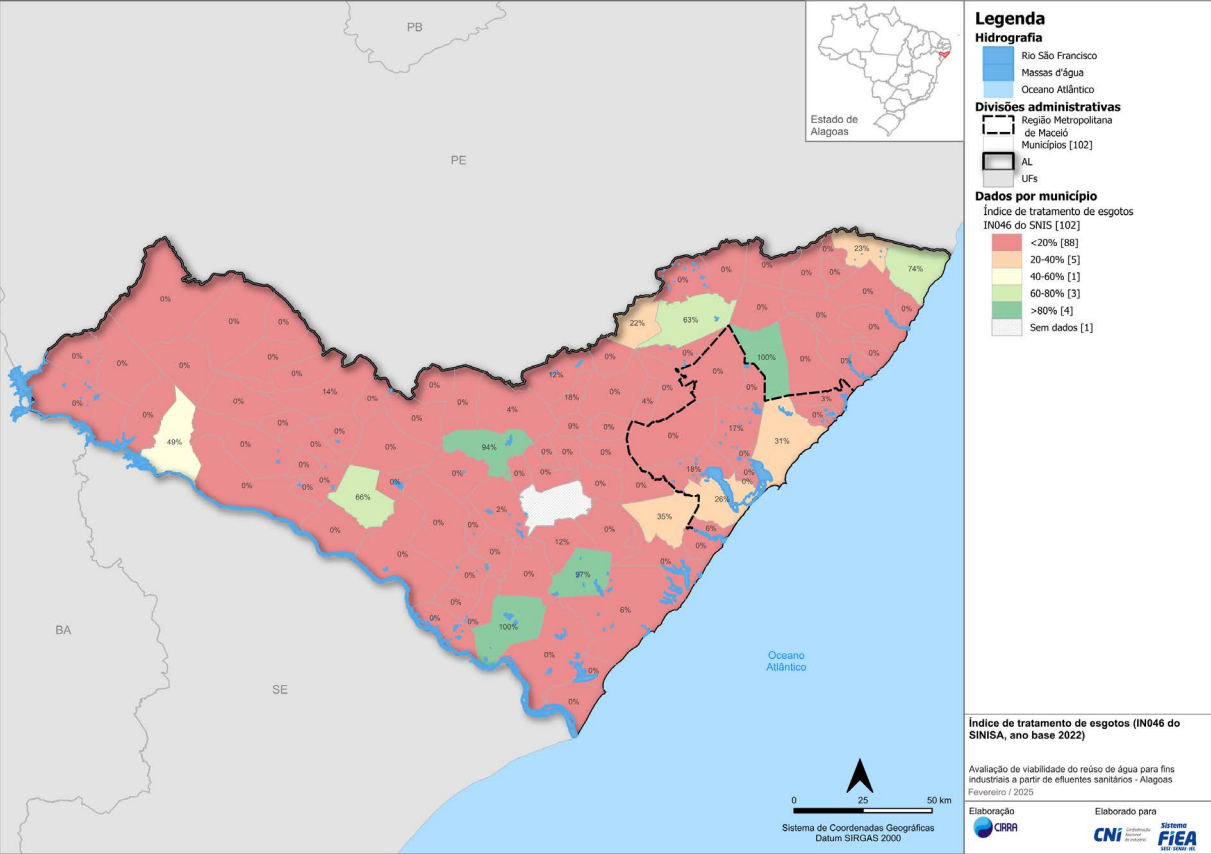
Faixa de atendimento de tratamento de esgotos (IN046)	Qtde. municípios	%Qtde. municípios	População	%População
Sem dados	1	0,98%	25.197	0,78%
<20%	88	86,27%	1.837.944	57,08%
20-40%	5	4,90%	1.127.196	35,00%
Jacuípe	-	-	5.432	0,17%
Maceió	-	-	994.464	30,88%
Marechal Deodoro	-	-	62.341	1,94%
Santana do Mundaú	-	-	11.568	0,36%
São Miguel dos Campos	-	-	53.391	1,66%
40-60%	1	0,98%	23.053	0,72%
Piranhas	-	-	23.053	0,72%
60-80%	3	2,94%	111.209	3,45%
Batalha	-	-	17.103	0,53%
Maragogi	-	-	33.232	1,03%
União dos Palmares	-	-	60.874	1,89%
>80%	4	3,92%	95.505	2,97%
Flexeiras	-	-	9.767	0,30%
Igaci	-	-	24.452	0,76%
Igreja Nova	-	-	22.125	0,69%
Teotônio Vilela	-	-	39.161	1,22%
Total	102	100,00%	3.220.104	100,00%

Fonte de dados: Sinisa 2022 (MCidades, 2025). Elaborado pelos autores.

O Mapa 8 mostra o índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa) por município, o qual evidencia que grande parte do estado, ainda, possui baixa cobertura do serviço.



Mapa 8 – Índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa, ano-base 2022)



Fonte de dados: Sinisa 2022 (MCidades, 2025). Elaborado pelos autores.

A Tabela 14 relaciona os 20 municípios com as maiores populações do estado e algumas informações e indicadores de saneamento do Sinisa.

Tabela 14 – Informações e indicadores de saneamento por município em 2021 – 20 municípios com as maiores populações totais

Município	População total	AG010 – Volume de água consumido (L/s)	ES005 – Volume de esgotos coletado (L/s)	ES006 – Volume de esgotos tratado (L/s)	IN046_AE – Índice de esgoto tratado referido à água consumida (%)	Déficit de tratamento (L/s) ^(a)
Maceió	994.464	3.832,7	197,2	197,2	31,19%	2.637,3
Arapiraca	243.661	241,9	3,5	3,5	1,61%	238,0
Rio Largo	97.435	242,3	5,1	5,1	16,63%	202,0
Palmeira dos Índios	73.596	144,5	2,5	2,5	3,56%	139,3
Marechal Deodoro	62.341	64,9	16,6	16,6	25,57%	48,3
União dos Palmares	60.874	80,8	50,9	50,9	62,91%	30,0
Penedo	60.189	92,1	0,0	0,0	0,00%	92,1
São Miguel dos Campos	53.391	70,7	54,5	25,0	35,37%	45,7
Delmiro Gouveia	52.809	133,7	19,0	0,0	0,00%	133,7
Coruripe	51.788	338,3	18,7	18,7	5,54%	319,6
Santana do Ipanema	47.397	38,0	5,3	5,3	13,87%	32,7
Teotônio Vilela	39.161	74,3	71,8	71,8	96,67%	2,5
Atalaia	38.530	10,3	0,0	0,0	0,00%	10,3
Girau do Ponciano	37.335	14,9	0,0	0,0	0,00%	14,9
Pilar	36.499	112,9	5,3	5,3	18,14%	92,5
Maragogi	33.232	39,0	14,9	14,9	73,65%	10,3
Campo Alegre	32.714	23,5	10,8	0,0	0,00%	23,5
São Sebastião	32.701	6,9	0,0	0,0	0,00%	6,9
São Luís do Quitunde	31.792	26,1	0,0	0,0	0,00%	26,1
São José da Tapera	31.557	16,8	0,0	0,0	0,00%	16,8

Obs.: códigos das informações e indicadores conforme terminologia Sinisa.

Nota: (a) Calculado a partir do índice de esgoto tratado (IN046) e do volume de água consumido (AG010), sendo: Déficit = AG010 x (1 – IN046).

Fonte de dados: adaptado de Sinisa 2021 (MCidades, 2025). Elaborado pelos autores.

É importante ressaltar que há alguma inconsistência nos dados do Sinisa. Para Maceió, por exemplo, o consumo de água (AG010) é de 3.832,7 L/s e a vazão de tratamento igual a 197,2 L/s, o que resultaria em índice de 5,1%. No entanto, o índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa) informado é de 31,2



%, o que seria equivalente a uma vazão aproximada de 1.200 L/s. Como consta do **Item 3.3.2** a seguir, a maior parte dos esgotos de Maceió são encaminhados a um emissário submarino, sendo antes submetido somente a tratamento preliminar.

3.3.2 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETES)

3.3.2.1 ETEs ativas

Conforme explicado no **Item 2.5.2**, a caracterização das ETEs do estado requereu a utilização de múltiplas bases de dados (*vide* Tabela 5), bem como procedimentos específicos de pré-processamento, remoção de duplicatas e homogeneização das informações.

Ao total, foram identificadas 116 ETEs ativas, as quais totalizam uma vazão de referência (Q_{ETE})⁷ igual 2.900,8 L/s.

A Tabela 15 relaciona todas as 116 ETEs ativas e suas principais informações.

Tabela 15 – Relação completa das 116 ETEs ativas

ETE	Município	Q_{ETE} (L/s)	Processo de tratamento	Latitude	Longitude
ETE Emissário submarino	Maceió	1.740,0	Preliminar-primário	-9,674510	-35,751490
ETE Benedito Bentes	Maceió	360,0	Lodos ativados e similares	-9,539921	-35,716036
ETE Caçadores	Maceió	238,0	Lodos ativados e similares	-9,630583	-35,731083
ETE Sementeira	Santana do Ipanema	71,0	Lagoas	-9,395882	-37,240514
ETE Francês	Marechal Deodoro	69,5	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,782150	-35,866140
ETE Batalha	Batalha	51,9	Lagoas	-9,696639	-37,128722
ETE Messias	Messias	37,0	Lagoas	-9,374710	-35,832770
ETE Antonio Lins	Rio Largo	31,0	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,484340	-35,800310
ETE Maragogi	Maragogi	30,4	Lagoas	-9,003192	-35,229825
ETE Buriti	São Miguel dos Campos	18,7	Lodos ativados e similares	-9,815089	-36,112797
ETE Igaci	Igaci	15,0	Lodos ativados e similares	-9,539735	-36,619404
ETE Jaramataia	Jaramataia	13,8	Lagoas	-9,670821	-36,997873
ETE Nova São Miguel	São Miguel dos Campos	13,3	Outros processos aeróbios	-9,794719	-36,097217
ETE Igreja Nova	Igreja Nova	13,0	Lagoas	-10,124748	-36,663798
ETE Olivença	Olivença	12,5	Fossa-filtro	-9,516539	-37,182772

⁷ A variável Q_{ETE} foi explicada no **Item 2.5.2.2** e, em suma, é a vazão de projeto ou, na ausência dessa, a vazão afluente a cada uma das estações.



ETE	Município	Q _{ETE} (L/s)	Processo de tratamento	Latitude	Longitude
Res. Parque dos Caetés 1	Maceió	12,4	Lagoas	-9,573444	-35,702333
Res. Parque dos Caetés 2	Maceió	12,4	Lagoas	-9,566583	-35,705139
Res. Parque dos Caetés 3	Maceió	12,4	Lagoas	-9,566167	-35,700722
ETE Residencial do Agreste	Arapiraca	8,9	Lodos ativados e similares	-9,687900	-36,696120
ETE Adelmo Pereira	Junqueiro	7,9	Outros processos aeróbios	-9,918410	-36,470148
ETE Olho D'Água do Casado	Olho d'Água do Casado	6,8	Lagoas	-9,498231	-37,838512
ETE Geraldo Passos	Quebrangulo	6,2	Lodos ativados e similares	-9,314705	-36,467483
ETE Jota Duarte	Palmeira dos Índios	5,6	Outros processos aeróbios	-9,427197	-36,647924
ETE Velho Chico 2	Penedo	5,4	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-10,272610	-36,544330
ETE Porto Real do Colégio	Porto Real do Colégio	5,4	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-10,190805	-36,837242
Res. Morada do Planalto 1 - ETE 01 - Morada do Planalto	Maceió	5,0	Lagoas	-9,571222	-35,708611
Res. Morada do Planalto 2 - ETE 02 - Morada do Planalto	Maceió	5,0	Lagoas	-9,571028	-35,707944
Res. Morada do Planalto 3 - ETE 03 - Morada do Planalto	Maceió	5,0	Lagoas	-9,569806	-35,708778
ETE Jaci Clemente	São Miguel dos Campos	5,0	Outros processos aeróbios	-9,805446	-36,105724
ETE Gislene Matheis	Marechal Deodoro	5,0	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,732450	-35,900630
Res. Brisa do Lago - ETE Residencial Brisa do Lago	Arapiraca	4,9	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,783740	-36,674040
ETE Vale do São Francisco	Penedo	4,5	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-10,291310	-36,540490
ETE Alto da Barra	Barra de São Miguel	4,0	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,821270	-35,926160
ETE Parnaíba	Maceió	3,5	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,570730	-35,811280
ETE Amazonas 1	Maceió	3,5	Fossa-filtro	-9,572650	-35,808880
ETE Edval Gaia	Palmeira dos Índios	3,5	Lodos ativados e similares	-9,434334	-36,641659
Res. Jorge Quintela - ETE 01 - Jorge Quintela	Maceió	2,9	Fossa-filtro	-9,569167	-35,729139
Res. Jorge Quintela - ETE 02 - Jorge Quintela	Maceió	2,9	Fossa-filtro	-9,572083	-35,725583



ETE	Município	Q _{ETE} (L/s)	Processo de tratamento	Latitude	Longitude
Res. Jorge Quintela - ETE 03 - Jorge Quintela	Maceió	2,9	Fossa-filtro	-9,572389	-35,725500
ETE Benedito Cavalcante	Pilar	2,8	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,585860	-35,965620
ETE Mangabeira 04	Pilar	2,8	Fossa-filtro	-9,554130	-35,965980
ETE Mangabeira 05	Pilar	2,8	Fossa-filtro	-9,554130	-35,965980
ETE Mangabeira 06	Pilar	2,8	Fossa-filtro	-9,546230	-35,956990
ETE Rubens Canuto	Pilar	2,8	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,585860	-35,965620
ETE Pilar	Pilar	2,7	Fossa-filtro	-9,546230	-35,956990
ETE Amazonas 2	Maceió	2,5	Fossa-filtro	-9,570340	-35,809800
ETE Denisson Amorim 09	Marechal Deodoro	2,0	Outros processos aeróbios	-9,753750	-35,877160
ETE Denisson Amorim 10	Marechal Deodoro	2,0	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,757710	-35,881850
ETE Estiva	Marechal Deodoro	2,0	Lagoas	-9,742720	-35,902370
ETE Lagos do Francês	Marechal Deodoro	1,8	Outros processos aeróbios	-9,765090	-35,868850
Res. Santa Lúcia - Santa Lúcia	Arapiraca	1,7	Fossa-filtro	-9,721694	-36,657083
ETE Loteamento Santa Lúcia	Arapiraca	1,7	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,721763	-36,657238
ETE Loteamento Vale do Perucaba	Arapiraca	1,5	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,772230	-36,681070
ETE Recanto da Ilha	Marechal Deodoro	1,4	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,728290	-35,832800
ETE Tocantins	Maceió	1,2	Fossa-filtro	-9,572810	-35,807370
ETE Erick Ferraz	Marechal Deodoro	1,1	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,708860	-35,897240
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 42	Maceió	1,0	Fossa-filtro	-9,562889	-35,725528
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua C 75 (R.A.)	Maceió	0,9	Fossa-filtro	-9,567250	-35,715333
ETE Vivendas do Alto 1	Maceió	0,9	Fossa-filtro	-9,598600	-35,771140
ETE Vivendas do Alto 2	Maceió	0,9	Fossa-filtro	-9,598600	-35,771140
ETE Vivendas do Alto 3	Maceió	0,9	Fossa-filtro	-9,598600	-35,771140
ETE Morada do Alto	Pilar	0,9	Fossa-filtro	-9,598980	-35,963500
ETE João Meire	Santa Luzia do Norte	0,8	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,598460	-35,816720
ETE Parque Petrópolis 1	Maceió	0,7	Fossa-filtro	-9,607180	-35,750320
ETE Parque Petrópolis 2	Maceió	0,7	Fossa-filtro	-9,607180	-35,750320



ETE	Município	Q _{ETE} (L/s)	Processo de tratamento	Latitude	Longitude
ETE Mário Fortes	Barra de Santo Antônio	0,7	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,411780	-35,519420
Conj. Paulo Bandeira - ETE 08 - Rua Projetada 4 - Quadra 6	Maceió	0,5	Fossa-filtro	-9,581611	-35,721389
Conj. Paulo Bandeira - ETE 09 - Rua Projetada 5	Maceió	0,5	Fossa-filtro	-9,582611	-35,721111
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 37	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,566611	-35,727667
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 34	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,567583	-35,728000
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 26	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,572389	-35,724722
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 20	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,570306	-35,725111
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 14	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,568833	-35,724639
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 5	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,566306	-35,725056
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 6	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,564889	-35,724778
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua C3	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,566333	-35,713833
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua A e C4 (R.P.)	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,567250	-35,713611
Conj. Cidade Sorriso 2 - Quadra E Ac Av A Cj. Moacir Andrade (R.J) 1	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,568500	-35,713833
Conj. Cidade Sorriso 2 - Quadra E Ac Av A Cj. Moacir Andrade (R.J) 2	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,569000	-35,713139
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua J1 (R.J.)	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,569250	-35,713000
Conj. Cidade Sorriso 2 - Quadra J Ac Av A Cj Moacir Andrade	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,569639	-35,711833
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 4 - Quadra 6	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,581250	-35,721083
Conj. Paulo Bandeira - Avenida do Futuro - Benedito bentes	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,582611	-35,718500
Conj. Paulo Bandeira - Quadra 12	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,582611	-35,717583
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 27	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,581222	-35,715722
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 29	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,580250	-35,715500
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 32	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,579556	-35,716778
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 20	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,580056	-35,717472
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 16	Maceió	SD	Fossa-filtro	-9,580056	-35,720278



ETE	Município	Q _{ETE} (L/s)	Processo de tratamento	Latitude	Longitude
ETE Residencial Nossa Senhora Aparecida	Arapiraca	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,705100	-36,678090
ETE Barra de São Miguel	Barra de São Miguel	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,829102	-35,904290
ETE Celina Amorim	Cajueiro	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,393472	-36,150528
ETE Palmyr 1	Cajueiro	SD	Fossa-filtro	-9,386286	-36,152381
ETE Rua Nova	Cajueiro	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,399528	-36,149778
ETE Palmyr 2	Cajueiro	SD	Fossa-filtro	-9,395678	-36,155808
ETE Capela	Capela	SD	Lagoas	-9,403881	-36,080723
ETE Compacta	Marechal Deodoro	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,711008	-35,892905
ETE Conjunto Pedro Tenório Raposo	Murici	SD	Lagoas	-9,348703	-35,911159
ETE Conjunto Olavo Calheiros Novais	Murici	SD	Lagoas	-9,318684	-35,941292
ETE Residencial Frederico Maia Nobre	Quebrangulo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,324291	-36,480557
ETE Residencial Francisco Tavares Granja	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,481502	-35,840409
ETE José Carlos Pierocetti	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,474339	-35,851769
ETE Demorisvaldo Targino Wanderley	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,469646	-35,832880
ETE Teotônio Brandão Vilela	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,481150	-35,827567
ETE Bosque dos Palmares	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,515364	-35,810389
ETE Bom Jardim - Rio Largo	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,525595	-35,805857
ETE Edgar Palmeira	São Miguel dos Campos	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,799769	-36,080441
ETE União dos Palmares	União dos Palmares	SD	Lagoas	-9,172950	-36,031900
ETE Coruripe	Coruripe	SD	Lagoas	-10,131578	-36,173609
ETE Piranhas	Piranhas	SD	Lagoas	-9,608617	-37,754097
ETE Cajueiro	Cajueiro	SD	Lagoas	-9,403575	-36,141211

ETE	Município	Q _{ETE} (L/s)	Processo de tratamento	Latitude	Longitude
ETE Conjunto Jarbas Oiticica	Rio Largo	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,473893	-35,802316
ETE Cidade Universitária	Maceió	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,526701	-35,778679
ETE Residencial Santa Inês	Paulo Jacinto	SD	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,382738	-36,362676
ETE Sistema Prisional	Maceió	SD	Lagoas	-9,550006	-35,776592
ETE Teotônio Vilela	Teotônio Vilela	SD	Lagoas	-9,922892	-36,358905

Legenda: SD: sem dados.

Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), VerdeAlagoas (2025). Elaborado pelos autores.

As 10 maiores ETES do estado concentram 91,3% (2.648 L/s) de toda a capacidade de tratamento de Alagoas e estão localizadas em Maceió, Santana do Ipanema, Batalha, Messias, Rio Largo, São Miguel dos Campos e Igaci. As demais 106 ETES somam apenas 253,3 L/s, ou 8,7% da capacidade de tratamento.

A maior ETE do estado, a ETE Emissário Submarino em Maceió, é uma Estação de Pré-Condicionamento (EPC), a qual trata o esgoto a nível preliminar somente antes do lançamento no mar por emissário submarino. Somente esta ETE corresponde a 60,6% da capacidade de tratamento de todo o estado de Alagoas.

A Tabela 16 apresenta informações das 10 principais ETES do estado.

Tabela 16 – Dez maiores ETES ativas do estado em termos de capacidade

ETE	Q _{ETE} (L/s)	%Q _{ETE}	Município	Processo
ETE Emissário Submarino	1740	59,98%	Maceió	Preliminar-primário
ETE Benedito Bentes	360	12,41%	Maceió	Lodos ativados e similares
ETE Caçadores	238	8,20%	Maceió	Lodos ativados e similares
ETE Sementeira	71	2,45%	Santana do Ipanema	Lagoas
ETE Francês	69,5	2,40%	Marechal Deodoro	UASB e/ou outros processos anaeróbios
ETE Batalha	51,92	1,79%	Batalha	Lagoas
ETE Messias	37	1,28%	Messias	Lagoas
ETE Antonio Lins	31	1,07%	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios
ETE Maragogi	30,36	1,05%	Maragogi	Lagoas

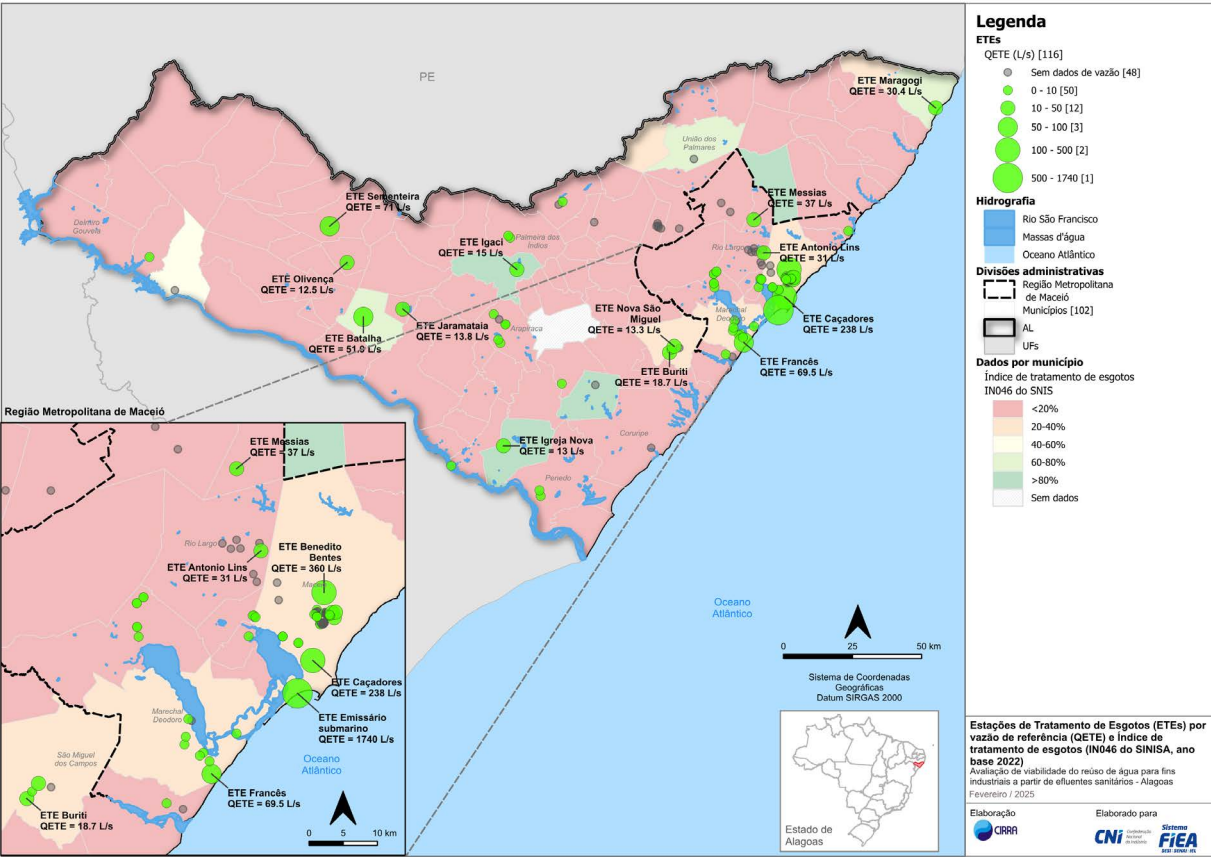


ETE	Q _{ETE} (L/s)	%Q _{ETE}	Município	Processo
ETE Buriti	18,72	0,65%	São Miguel dos Campos	Lodos ativados e similares
Subtotal Top 10	2.647,5	91,3%	-	-
Demais 106 ETEs	253,3	8,7%	-	-
Total Alagoas	2.900,8	100,0%	-	-

Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

O Mapa 9 mostra as ETEs por QETE, bem como o índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa) por município. Nota-se a ocorrência de municípios para os quais não foram identificadas ETEs, mas que apresentam índices de tratamento elevados, como Flexeiras, Jacuípe e Santana do Mundaú.

Mapa 9 – ETEs por faixa de vazão de referência (Q_{ETE}) e índice de tratamento de esgotos sanitários (IN046 do Sinisa, ano-base 2022)



Fonte: elaborado pelos autores.

Fontes de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

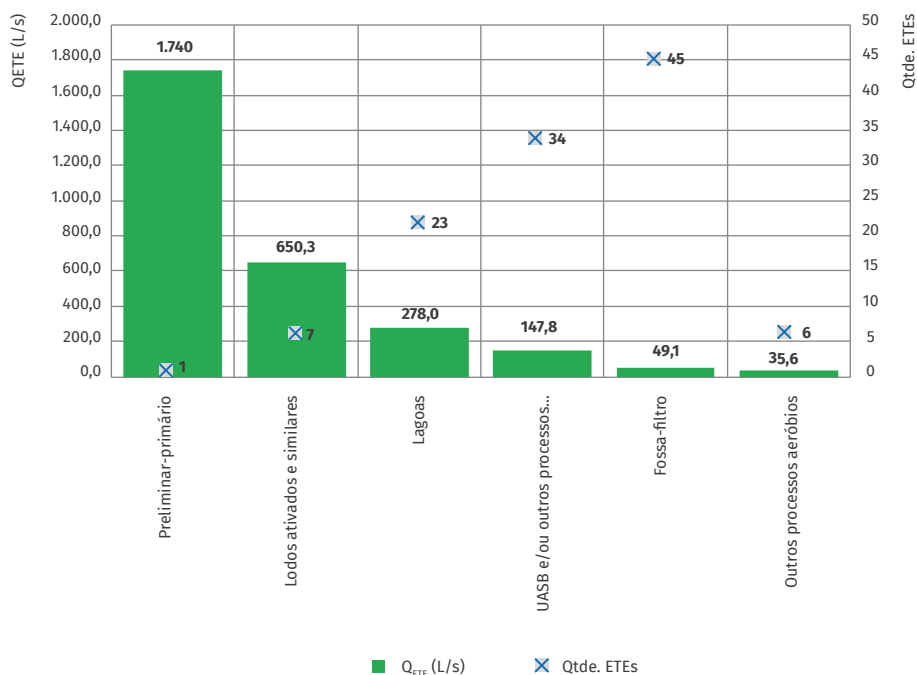
Sob a ótica da tipologia de tratamento⁸, prevalecem os processos de Preliminar/Primário (1.1740 L/s; 60,0%), seguidos por Lodos ativados e similares (650,3 L/s; 22,4%) e Lagoas (278,0 L/s; 9,6%). A Tabela 17 e a Figura 8 mostram as vazões e a quantidade de ETEs por tipologia de tratamento. 60,0%), seguidos por Lodos ativados e similares (650,3 L/s; 22,4%) e Lagoas (278,0 L/s; 9,6%). A Tabela 17 e a Figura 8 mostram as vazões e a quantidade de ETEs por tipologia de tratamento.

Tabela 17 – ETEs ativas por processo de tratamento

Processo	Q _{ETE} (L/s)	%Q _{ETE}	Qtde.
Preliminar-primário	1.740,0	60,0%	1
Lodos ativados e similares	650,3	22,4%	7
Lagoas	278,0	9,6%	23
UASB e/ou outros processos anaeróbios	147,8	5,1%	34
Fossa-filtro	49,1	1,7%	45
Outros processos aeróbios	35,6	1,2%	6
Total	2.900,8	100,0%	116

Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

Figura 8 – ETEs ativas por processo de tratamento



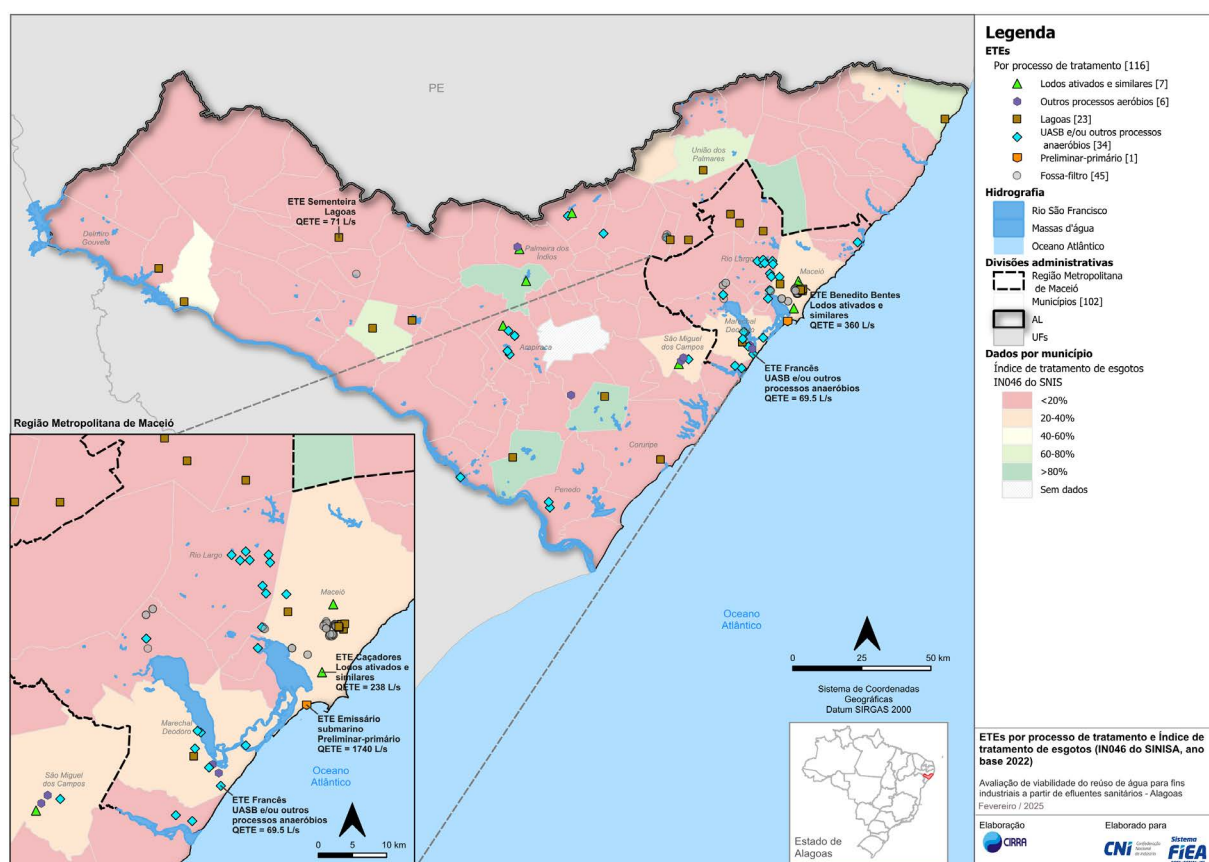
Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

⁸ Vide Item 2.5.2.3 para informações sobre o agrupamento de processos de tratamento de esgotos.



O Mapa 10 mostra as ETEs por tipologia de processo de tratamento, bem como o índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa) por município.

Mapa 10 – ETEs por processo de tratamento e índice de tratamento de esgotos (IN046 do Sinisa, ano-base 2022)



Fontes de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

3.3.2.2 ETEs futuras

Além das 116 ETEs ativas apresentadas, as empresas de saneamento cederam dados de outras 32 estações com status de em estudo/projeto ou em obras. Essas 32 ETEs somam vazão de 340,1 L/s e estão concentradas principalmente em Palmeiras dos Índios, Penedo e Piranhas. Essa vazão representa acréscimo de 11% à atual capacidade atual de 2.900,8 L/s de tratamento do estado.

A Tabela 18 relaciona todas as 32 ETEs futuras cujos dados forma cedidos. Para a maioria delas, não há dados como nome, de vazão, e para quase nenhuma há dados de coordenadas geográficas.

Tabela 18 – ETEs futuras, relação completa

Fonte dados	Nome da ETE	Município	Status (ativa, inativa, em projeto, em obras)	Q_{ETE} (L/s)	Processo de tratamento agrupado
Águas do Sertão	Não informado	Palmeira dos Índios	Em estudo / projeto	120,0	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Penedo	Em obras	100,0	Lagoas
Águas do Sertão	Não informado	Piranhas	Em obras	45,0	Lagoas
Verde Alagoas	Não informado	União dos Palmares	Em estudo / projeto	25,0	Lagoas
Águas do Sertão	Não informado	Carneiros	Em obras	15,0	Lagoas
Casal	Não informado	Arapiraca	Em obras	13,5	Fossa-filtro
Águas do Sertão	Não informado	Pariconha	Em obras	7,0	Outros processos aeróbios
Casal	Setor 2 - Res. Brisa do Lago	Arapiraca	Em obras	5,3	Lagoas
Casal	Setor 1 - Res. Brisa do Lago	Arapiraca	Em obras	5,2	Lagoas
Casal	Setor 3 - Res. Brisa do Lago	Arapiraca	Em obras	4,2	Lagoas
Águas do Sertão	ETE São José da Tapera - 7	São José da Tapera	Em obras	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Belo Monte - 8	Belo Monte	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Piaçabuçu - 10	Piaçabuçu	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Cacimbinhas - 12	Cacimbinhas	Em obras	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Delmiro - 13	Delmiro Gouveia	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Poço das Trincheiras - 21	Poço das Trincheiras	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Pão de Açúcar - 33	Pão de Açúcar	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Palestina - 34	Palestina	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Barragem Leste - 37	Delmiro Gouveia	Em obras	-	Não informado



Fonte dados	Nome da ETE	Município	Status (ativa, inativa, em projeto, em obras)	Q _{ETE} (L/s)	Processo de tratamento agrupado
Águas do Sertão	ETE Sinimbu 2 - 38	Delmiro Gouveia	Em obras	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Sinimbu 1 - 39	Delmiro Gouveia	Em obras	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Feira Grande - 41	Feira Grande	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE São Brás - 42	São Brás	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE Buriti Penedo - 1	Penedo	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Traipu	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Monteirópolis	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Maravilha	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Inhapi	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Dois Riachos	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Água Branca	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	Não informado	Mata Grande	Em estudo / projeto	-	Não informado
Águas do Sertão	ETE São Sebastião - 1	Delmiro Gouveia	Em estudo / projeto	-	Não informado
Total	-	-	-	340,1	-

Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

Como mostra a Tabela 19, as vazões de tratamento futuras estão concentradas em Palmeiras dos Índios, Penedo, Piranhas, Arapiraca e União dos Palmares.

Tabela 19 – ETEs futuras por município

Município	Q _{ETE} (L/s)	Qtde. ETEs
Palmeira dos Índios	120,0	1
Penedo	100,0	2
Piranhas	45,0	1
Arapiraca	28,1	4
União dos Palmares	25,0	1
Carneiros	15,0	1
Pariconha	7,0	1
Feira Grande	-	1
Palestina	-	1
Delmiro Gouveia	-	5
Pão de Açúcar	-	1
Dois Riachos	-	1
Belo Monte	-	1
São José da Tapera	-	1
Piaçabuçu	-	1
Cacimbinhas	-	1
Poço das Trincheiras	-	1
Inhapi	-	1
São Brás	-	1
Maravilha	-	1
Traipu	-	1
Mata Grande	-	1
Água Branca	-	1
Monteirópolis	-	1
Total	340,1	32

Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

O principal processo dessas futuras ETEs é Lagoas (199,6 L/s), sendo 120 L/s não informados, 13,5 L/s fossa-filtro e 7,0 L/s de outros processos aeróbios, como mostra a Tabela 20. Isto é, a maior parte das futuras ETEs contará com processos limitados quanto à remoção de matéria orgânica, e não terá efeito relevante sobre nutrientes e demais contaminantes.


Tabela 20 – ETEs futuras por processo de tratamento

Processo de tratamento	Q _{ETE} (L/s)	Qtde.
Lagoas	199,6	7
Não informado	120,0	23
Fossa-filtro	13,5	1
Outros processos aeróbios	7,0	1
Total	340,1	32

Fonte de dados: ANA (2020), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), Verde Alagoas (2025). Elaborado pelos autores.

Em relação ao *status*, 13 ETEs (195,1 L/s) estão em obras, enquanto as outras 19 (145 L/s), ainda, estão em fase de estudo/projeto.

3.4 PERFIL E DISTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA

Alagoas apresentou, em 2022, PIB industrial de R\$ 8,3 bilhões, equivalente a 0,4% da indústria nacional. O PIB total do estado foi de R\$ 68,3 bilhões, o que significa que o PIB industrial equivaleu a 12,2% do PIB do estado. Os setores mais representativos da indústria de transformação, em termos de PIB, foram⁹:

- **30,2%** Construção
- **29,3%** Alimentos
- **11,6%** Serviços industriais de utilidade pública
- **8,1%** Químicos
- **5,1%** Borracha e materiais de plástico

Em termos de VAB industrial, destacam-se Maceió e Marechal Deodoro na Região Metropolitana de

⁹ Alagoas - CNI - Perfil da Indústria nos Estados.

Maceió, bem como os municípios de Arapiraca, São Miguel dos Campos e Coruripe.

A Tabela 21 mostra os 10 municípios com maior VAB industrial em 2021, bem como a variação percentual nos últimos 10 anos (2012-2021) para os quais há dados disponíveis.

Tabela 21 – Valor Adicionado Bruto (VAB) industrial por município em 2021

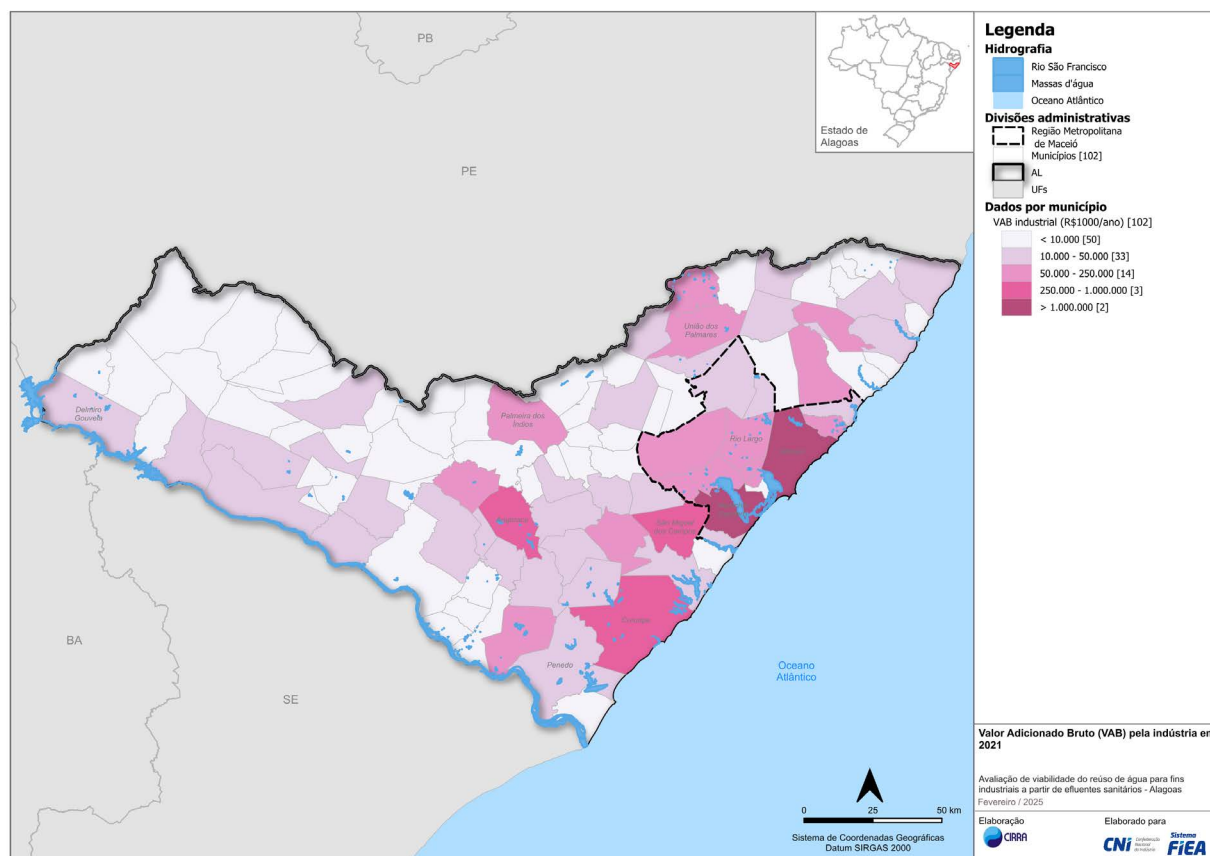
Município	VAB industrial em 2021 (R\$ 1.000/ano)	%VAB industrial em 2021	Variação % 10 anos (2012-2021)
Maceió	4.406.278	46,7%	65%
Marechal Deodoro	1.291.988	13,7%	214%
Arapiraca	466.659	4,9%	62%
São Miguel dos Campos	404.310	4,3%	-31%
Coruripe	362.659	3,8%	30%
Rio Largo	216.168	2,3%	24%
São Luís do Quitunde	183.402	1,9%	58%
São José da Laje	157.026	1,7%	225%
Craíbas	150.270	1,6%	2905%
União dos Palmares	111.842	1,2%	27%
Subtotal Top 10	7.750.604	82,2%	-
Demais 92 municípios	1.681.565	17,8%	-
Total VAB industrial Alagoas	9.432.169	100,0%	-

Fonte de dados: IBGE (2025). Elaboração dos autores.

O Mapa 11 mostra os municípios de acordo com o VAB industrial em 2021.



Mapa 11 – VAB pela indústria em 2021



Fonte de dados: IBGE (2025). Elaborado pelos autores.

Entre os municípios que apresentaram maior crescimento de VAB nos últimos 10 anos (2012-2021) há aqueles com VAB industrial relativamente baixo e crescimento elevado, como Porte de Pedras, Monteirópolis e Taquarana. Ao mesmo tempo, determinados municípios com VAB industrial elevado também apresentaram crescimento notável, como Craíbas (maior crescimento do estado, com valor de 2.905%), Santa Luzia do Norte (1.085%), São José da Laje (225%) e Marechal Deodoro (214%).

A Tabela 22 mostra os 20 municípios com maior crescimento porcentual de VAB industrial entre 2012 e 2021.

Tabela 22 – Variação do VAB industrial por município entre 2012-2021

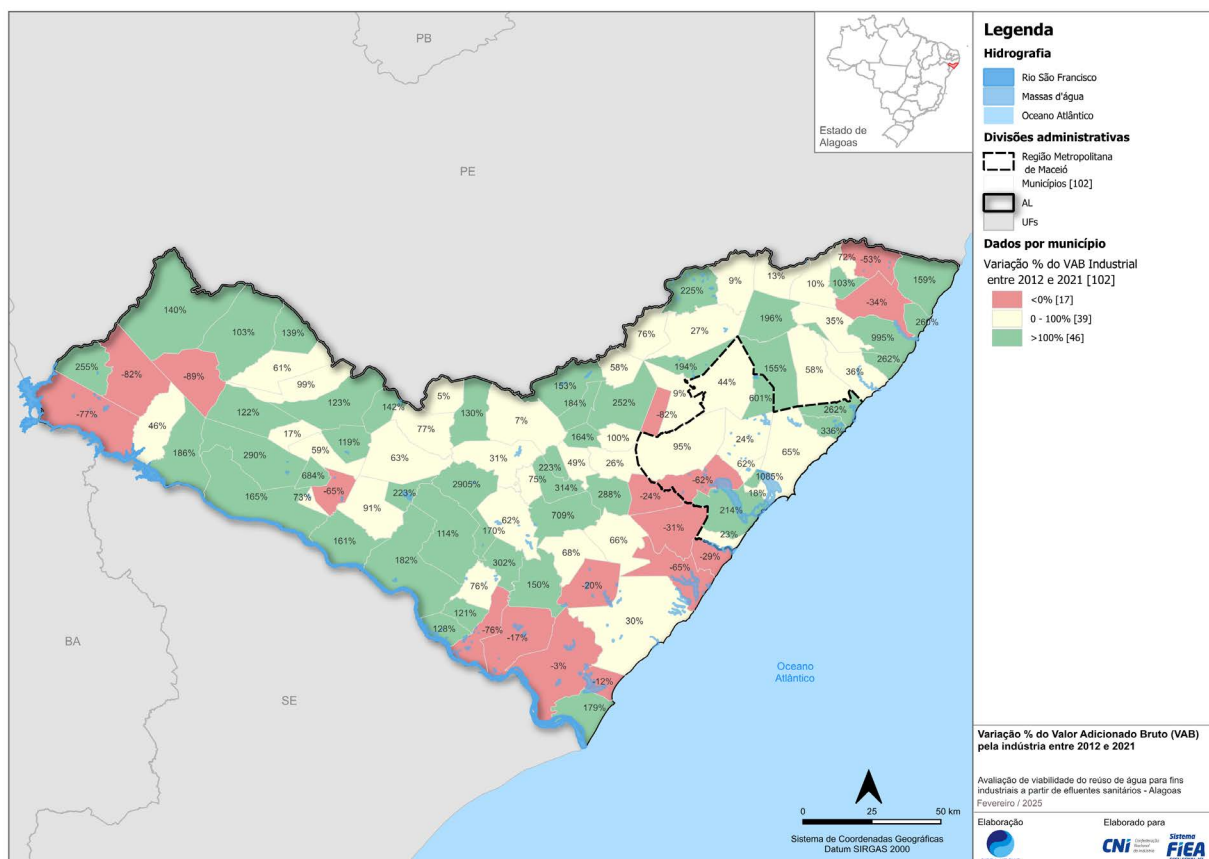
Município	Variação % VAB industrial 2012-2021	VAB industrial (R\$MM/ano) – 2012	VAB industrial (R\$MM/ano) – 2021
Craíbas	2.905%	5.000	150.270
Santa Luzia do Norte	1.085%	8.412	99.694
Porto de Pedras	995%	1.485	16.262
Limoeiro de Anadia	709%	3.459	27.993
Monteirópolis	684%	896	7.027
Messias	601%	4.486	31.434
Paripueira	336%	12.128	52.914
Taquarana	314%	4.482	18.552
Feira Grande	302%	3.208	12.882
São José da Tapera	290%	3.868	15.079
Anadia	288%	3.631	14.073
Barra de Santo Antônio	262%	3.635	13.175
São Miguel dos Milagres	262%	1.462	5.286
Japaratinga	260%	1.804	6.501
Pariconha	255%	1.235	4.383
Viçosa	252%	6.422	22.606
São José da Laje	225%	48.374	157.026
Jaramataia	223%	614	1.985
Belém	223%	1.406	4.535
Marechal Deodoro	214%	411.350	1.291.988

Fonte de dados: IBGE (2023b). Elaborado pelos autores.

O Mapa 12 mostra os municípios por faixa de crescimento de VAB industrial entre 2011 e 2021.



Mapa 12 – Variação % do VAB pela indústria entre 2011 e 2021



Fonte de dados: IBGE (2025). Elaborado pelos autores.

3.5 BALANÇO HÍDRICO

A maior parte do estado está em situação de criticidade hídrica, com 29,7% com criticidade qualitativa, 36,6% criticidade quantitativa, 8,5% em criticidade qualitativa e outros 25,2% em condição satisfatória, como mostra a Tabela 23.

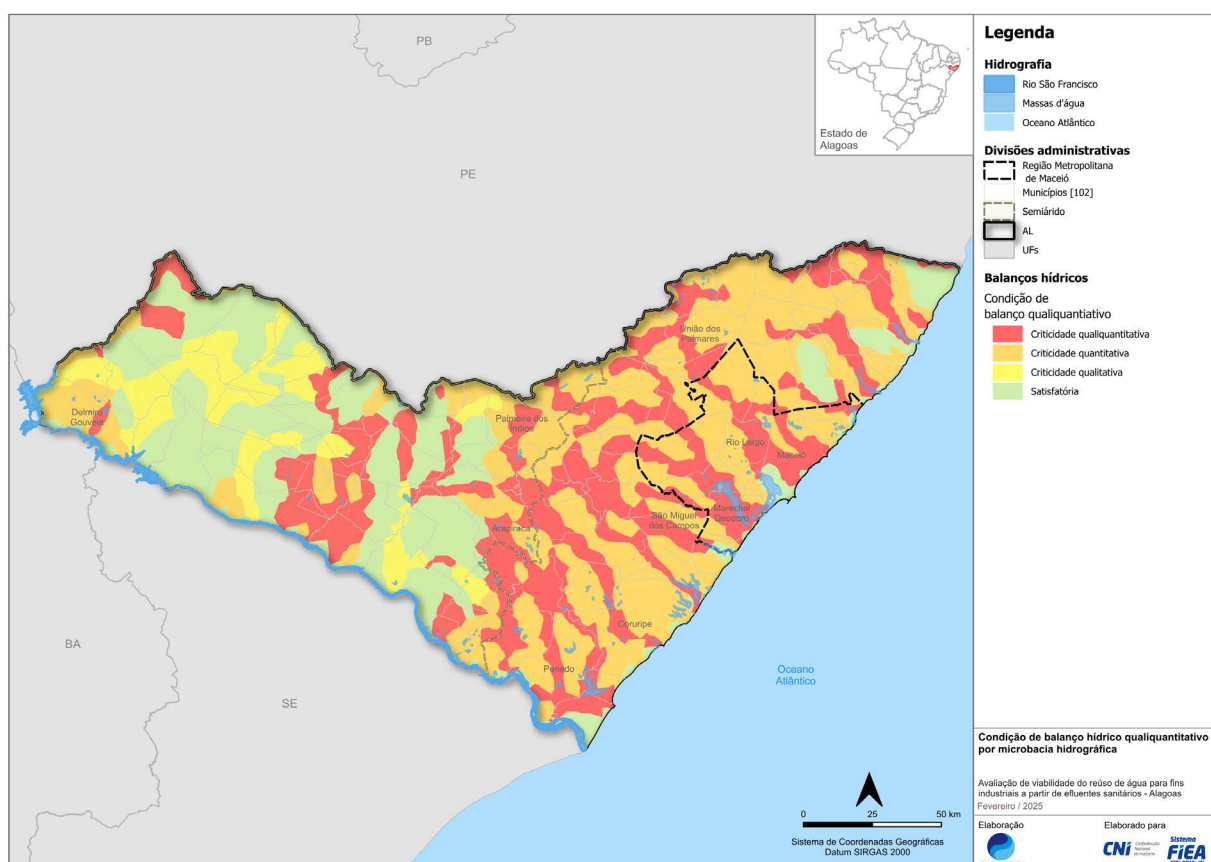
Tabela 23 – Balanço hídrico qualiquantitativo – área de microbacia

Condição de balanço hídrico qualiquantitativo	Área (km ²)	%Área
Criticidade qualiquantitativa	8.241	29,7%
Criticidade quantitativa	10.179	36,6%
Criticidade qualitativa	2.352	8,5%
Condição satisfatória	7.007	25,2%
Total	27.779	100,0%

Fonte de dados: ANA (2016). Elaborado pelos autores.

O Mapa 13 mostra a condição de balanço hídrico qualiquantitativo por microbacia hidrográfica, no qual se vê que a criticidade é maior nas áreas mais densamente povoadas, como a Região Metropolitana de Maceió.

Mapa 13 – Condição de balanço hídrico qualiquantitativo por microbacia hidrográfica



Fonte de dados: ANA (2016). Elaborado pelos autores.



3.6 LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS SOBRE REÚSO

O estado de Alagoas não possui regramentos específicos sobre reúso. Foram buscadas normas técnicas da Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas (Arsal) e da Companhia de Saneamento de Alagoas (Casal), políticas estaduais de recursos hídricos, saneamento básico, meio ambiente e adaptação às mudanças climáticas e legislações específicas que tratassem do tema, mas, conforme mostra a Tabela 24, nenhum dos textos trata, de forma objetiva e clara, do tema reúso de água.

Tabela 24 – Compilação de leis e normas técnicas de Alagoas e a presença ou não de menção a reúso

Nome	Descrição	Ano de publicação	Pontos relevantes sobre reúso
Lei nº 5.965 de 10 de novembro de 1997	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Institui o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e dá outras providências.	1997	Não faz menção a reúso
Lei nº 7.081, de 30 de julho de 2009	Institui a política estadual de saneamento básico, disciplina o consórcio público e o convênio de cooperação entre entes federados para autorizar a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, e dá outras providências.	2009	Não faz menção a reúso
Resolução Arsal nº 137, de 5 de junho de 2014	Aprova o regulamento dos serviços de saneamento do estado de Alagoas, conforme Processo nº 49070-4042/2013	2014	Faz menção ao reúso no Capítulo III (Definições), mas não possui nenhum item referente ao tema
Resolução Arsal nº 18, de 7 de dezembro de 2016	Estabelece condições técnico-operacionais e procedimentos de fiscalização da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, pela Companhia de Saneamento de Alagoas – Casal.	2016	“Art. 19. Todos os novos projetos de estações de tratamento d’água deverão contemplar sistemas de reúso de água além de sistemas de tratamento e adequado descarte dos resíduos sólidos. As unidades existentes deverão observar o que dispõe a legislação ambiental.”

Nome	Descrição	Ano de publicação	Pontos relevantes sobre reúso
Lei nº 8.521, de 7 de outubro de 2021	Dispõe sobre a adoção de práticas, métodos sustentáveis na construção civil e obras executadas pelo estado de Alagoas	2021	“Art. 3. Devem ser levadas em consideração no desenvolvimento de projetos sustentáveis as seguintes diretrizes, aplicando-se ainda, sempre que possível, os conceitos de redução, reutilização e reciclagem de materiais: [...] IX – reuso da água ; [...]”
Lei nº 9.304, de 5 de julho de 2024	Institui a política estadual de enfrentamento às mudanças climáticas de Alagoas, e dá outras providências.	2024	Não faz menção a reúso
Lei nº 9.312, de 15 de julho de 2024	Institui a política estadual de meio ambiente do estado de Alagoas, e dá outras providências	2024	Não faz menção a reúso

Fonte: elaboração dos autores.

Como mostrado na tabela, nenhum dos textos aborda o tema de reúso de forma assertiva e direta. Destacam-se os pontos a seguir.

- As políticas públicas do estado relativas aos recursos hídricos (Lei nº 5.965/1997), saneamento (Lei nº 7.081/2009), meio ambiente (Lei nº 9.312/2024) e de enfrentamento às mudanças climáticas (Lei nº 9.304/2024) não fazem menção direta ao reúso.
- A Resolução Aarsal nº 137/2014 apenas menciona o reúso no capítulo de definições, mas não traz nenhuma consideração sobre o assunto.
- A Resolução Aarsal nº 18/2016 define que deverá ser praticado o reúso de água nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) novas, o que, provavelmente, se refere à água de retrolavagem de filtros granulares. Não há menção a reúso de água a partir de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), o qual configura o escopo do presente estudo.
- A Lei nº 8.851/2021 inclui o reúso de água dentro das práticas sustentáveis a serem empregadas nas obras executadas pelo estado de Alagoas. No entanto, não traz nenhum disciplinamento detalhado sobre o assunto.

Adicionalmente, a Lei nº 6.615, de 17 de abril de 2017, de Maceió aborda o tema de “reúso de água de chuva” no município. O texto contempla somente água de chuva, sem menção a reúso de fato. Deve-se lembrar que o aproveitamento de água de chuva não é uma prática de reúso, estando o uso do termo equivocado na legislação mencionada.



4 RESULTADOS

Quadro-resumo deste capítulo

Oportunidades segundo o modelo ETE-usuário

Principais ETEs em termos de oportunidade de reúso:

- 2 ETEs Grupo A (alta oferta, alta demanda): 2 ETE Emissário Submarino. (Maceió), ETE Caçadores (Maceió).
- 1 ETE Grupo B (alta oferta, baixa demanda): ETE Benedito Bentes (Maceió).
- 11 ETEs Grupo C (baixa oferta, alta demanda): ETEs de pequenos porte ou sem dados de vazão em Maceió, Santa Luzia do Norte e Teotônio Vilela.
- 101 ETEs Grupo D (baixa oferta, baixa demanda).

Oportunidades de reúso segundo o Índice de Aptidão de Reúso (IAR)

Regiões de Planejamento de Maceió (Maceió e Marechal Deodoro) e Tabuleiros do Sul (Teotônio Vilela) demonstraram maiores valores de IAR. Região Agreste apresenta IAR moderado, principalmente Arapiraca.

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos da aplicação das duas metodologias apresentadas anteriormente, o modelo ETE-usuário (explicado no **Item 2.3**) e o IAR (explicado no **Item 2.4**). Para ambos os métodos, foram utilizados os dados constantes do capítulo de Caracterização do estado de Alagoas (**Item 3**).

4.1 ETE-USUÁRIO

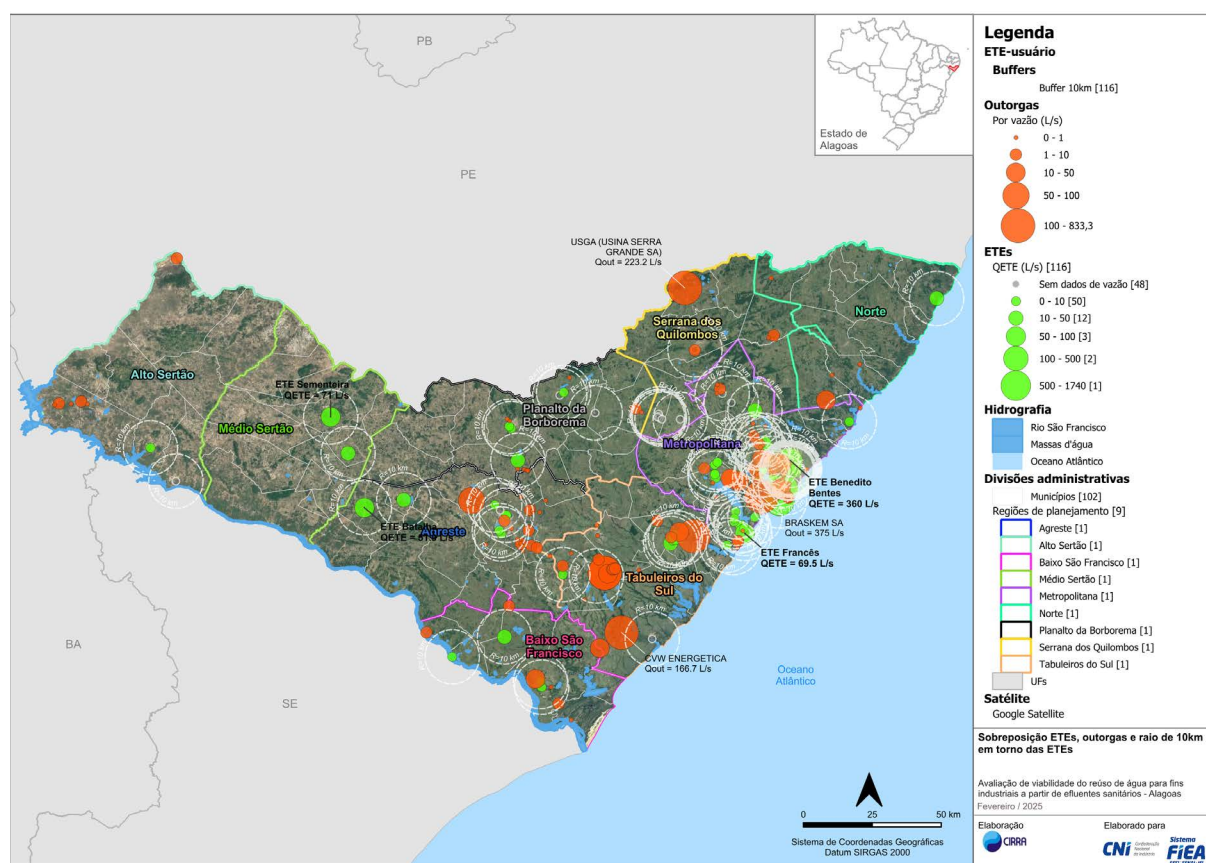
A análise de oportunidades pelo método ETE-usuário é focada na avaliação das relações entre possíveis ofertas de água de reúso (ETEs) e consumidores potenciais (usuários). Essa avaliação envolve etapas de coleta e preparo de dados, análises espaciais e identificação de oportunidades de reúso com base em critérios de proximidade entre ETEs e usuários, trazendo também informações, como tipo de atividade econômica exercida por essas indústrias.



4.1.1 RELAÇÃO ENTRE OFERTA E DEMANDA DE ÁGUA DE REÚSO

Um dos procedimentos previstos na abordagem ETE-usuário é a sobreposição dos dados de ETEs e de outorgas de captação e o cômputo das outorgas contidas num raio de 10 km a partir de cada uma dessas ETEs. O Mapa 14 ilustra essa sobreposição de forma geral para o estado inteiro, e nos itens a seguir os resultados serão detalhados para cada Região de Planejamento¹⁰.

Mapa 14 – Sobreposição de ETEs, outorgas e raio de 10 km em torno das ETEs



Fontes de dados: ANA (2020; 2025), Águas do Sertão (2025), BRK (2025), Casal (2025), Sanama (2025), SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

Uma avaliação inicial dos dados dos mapas permite verificar que os locais onde há proximidade entre ETEs existentes e usuários industriais estão concentrados na Região Metropolitana de Maceió e na Região de Planejamento de Tabuleiros do Sul, com alguns casos isolados em municípios como Arapiraca e Penedo. No próximo tópico, esses casos serão avaliados detalhadamente.

¹⁰ Vide Item 3.1 para mais informações sobre as Regiões de Planejamento de Alagoas.

4.1.2 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES

Cada uma das 116 ETEs foi avaliada levando em conta as 145 outorgas de captação para fins industriais identificadas, para uma área delimitada por um raio de 10 km em torno de cada estação. As outorgas contidas em cada região formada pela circunferência foram computadas, resultando no somatório das vazões outorgadas ($\Sigma_{Q_{out}}$) e na quantidade das outorgas para cada uma das ETEs. Assim, naturalmente, aquelas localizadas mais próximas a usuários industriais de água terão maior $\Sigma_{Q_{out}}$, indicando maior potencial para a prática de reúso.

Para melhor compreensão dos resultados, foram criados quatro grupos para classificação das ETEs de acordo com o potencial de oferta de água de reúso (isto é, a vazão de esgoto tratado) e sua demanda (demandas industriais próximas), conforme é mostrado na Tabela 25.

Tabela 25 – Classificação das ETEs conforme seu potencial de reúso

Grupo	Descrição	Critério	Característica
A	Alta oferta, alta demanda ETEs com alta vazão Q_{ETE} e altas vazões industriais outorgadas num raio de 10 km	$Q_{ETE} \geq 200 \text{ L/s}$ $\Sigma Q_{out} \geq 200 \text{ L/s}$	ETEs com maior potencial presente, dado que há disponibilidade de efluentes tratados e demandas próximas.
B	Alta oferta, baixa demanda ETEs com alta vazão Q_{ETE} e baixas vazões industriais outorgadas num raio de 10 km	$Q_{ETE} \geq 200 \text{ L/s}$ $\Sigma Q_{out} < 200 \text{ L/s}$	ETEs cujo potencial reside na disponibilidade de oferta, ainda que atualmente não existam demandas representativas. Para as ETEs deste grupo, convém planejamento para implantação de indústrias nas proximidades.
C	Baixa oferta, alta demanda ETEs com baixa vazão Q_{ETE} e com altas vazões industriais outorgadas num raio de 10 km	$Q_{ETE} < 200 \text{ L/s}$ $\Sigma Q_{out} \geq 200 \text{ L/s}$	ETEs de baixa capacidade localizadas em áreas com demandas industriais elevadas. Seu potencial reside na possibilidade de expansão/modernização das estações, principalmente em áreas onde o déficit de saneamento é expressivo.
D	Baixa oferta, baixa demanda ETEs com baixa vazão Q_{ETE} e com baixas vazões industriais outorgadas num raio de 10 km	$Q_{ETE} < 200 \text{ L/s}$ $\Sigma Q_{out} < 200 \text{ L/s}$	ETEs com baixo potencial de reúso, dado que coincidem as baixas vazões de efluentes e a ausência de demandas industriais representativas.

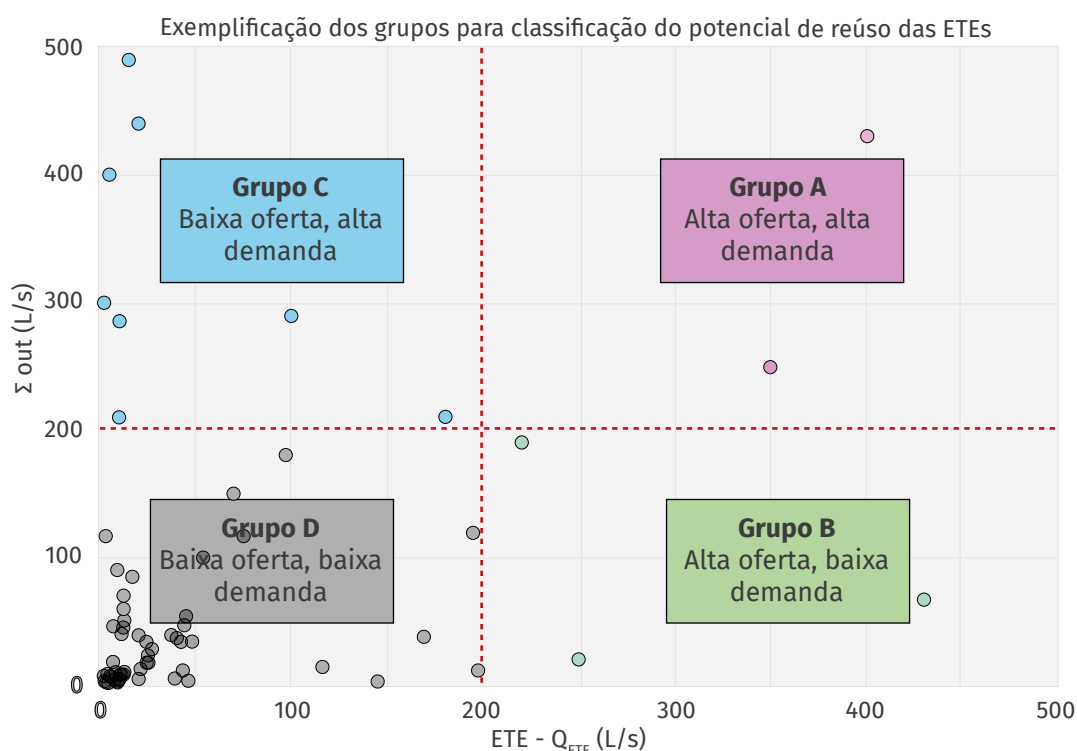
Legenda: Q_{ETE} : vazão de referência da ETE (vide Item 2.5.2.2). ΣQ_{out} : somatório das vazões outorgadas para a indústria contidas num raio de 10 km em torno da ETE.

Fonte: elaborado pelos autores.



A Figura 9 exemplifica graficamente a classificação das ETEs em função dos grupos definidos, com os mesmos valores de corte de $Q_{ETE} = 200$ e $Q_{out} = 200$ L/s. No eixo “x” está representada a vazão de ETE (Q_{ETE}) e no eixo “y” o somatório das vazões outorgadas circunscritas ao raio de 10 km.

Figura 9 – Exemplificação dos grupos de classificação das ETEs conforme seu potencial de reúso



Nota: valores de vazão representados na figura são meramente ilustrativos.

Fonte: elaborado pelos autores.

Como resultado, chegou-se ao panorama apresentado na Tabela 26. Das 116 ETEs, 2 estão no Grupo A, 1 no Grupo B, 12 no Grupo C e as outras 101 estão no Grupo D. Isto é, os Grupos A, B e C somam 15 ETEs. Os resultados completos para as 116 ETEs constam do **Apêndice D**.

Tabela 26 – ETEs classificadas conforme grupo de potencial de reúso

Grupo / ETEs	Q_{ETE} (L/s)	ΣQ_{out} (L/s)
A - Alta oferta, alta demanda (2 ETEs)	1.978,0	-
ETE Emissário Submarino (Maceió)	1.740,0	488,9
ETE Caçadores (Maceió)	238,0	532,0
B - Alta oferta, baixa demanda (1 ETE)	360,0	-
ETE Benedito Bentes (Maceió)	360,0	66,7
C - Baixa oferta, alta demanda (12 ETEs)	17,1	-
ETE Parnaíba (Maceió)	3,5	528,5
ETE Amazonas 1 (Maceió)	3,5	570,3
ETE Amazonas 2 (Maceió)	2,5	542,5
ETE Recanto da Ilha (Maceió)	1,4	390,1
ETE Tocantins (Maceió)	1,2	584,2
ETE Vivendas do Alto 2 (Maceió)	0,9	567,0
ETE Vivendas do Alto 3 (Maceió)	0,9	567,0
ETE Vivendas do Alto 1 (Maceió)	0,9	567,0
ETE João Meire (Santa Luzia do Norte)	0,8	617,4
ETE Parque Petrópolis 2 (Maceió)	0,7	544,6
ETE Parque Petrópolis 1 (Maceió)	0,7	544,6
ETE Teotônio Vilela (Teotônio Vilela)	SD	1.440,7
D - Baixa oferta, baixa demanda (101 ETEs)	545,7	-
Total	2.900,8	-

Legenda: Q_{ETE} : vazão de referência da ETE (vide Item 2.5.2.2). ΣQ_{out} : somatório das vazões outorgadas para a indústria contidas num raio de 10 km em torno da ETE. **SD**: Sem dados.

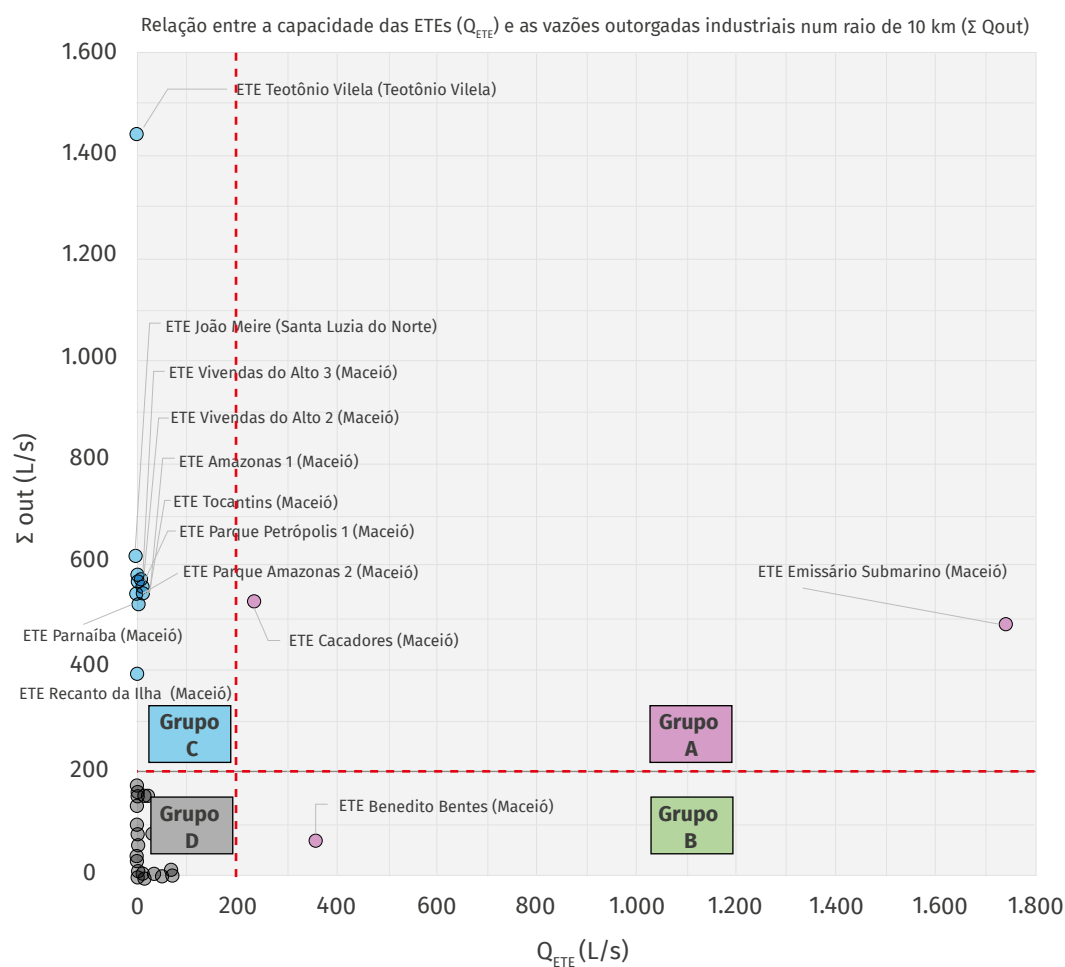
Fonte: elaborado pelos autores.

Vale lembrar que, para um número relevante de ETEs, não há informações de vazão (vide Item 3.3.2). É provável que a maioria destas tenham capacidades muito reduzidas e, certamente, não possuem vazão acima de 200 L/s para poderem ser enquadradas como Grupo A ou Grupo B.

O gráfico da Figura 10 mostra cada uma das 116 ETEs de acordo com sua vazão de referência (Q_{ETE} , eixo “x”) e o somatório das outorgas industriais próximas (ΣQ_{out} , eixo “y”), bem como sua categorização segundo os grupos A, B, C e D.



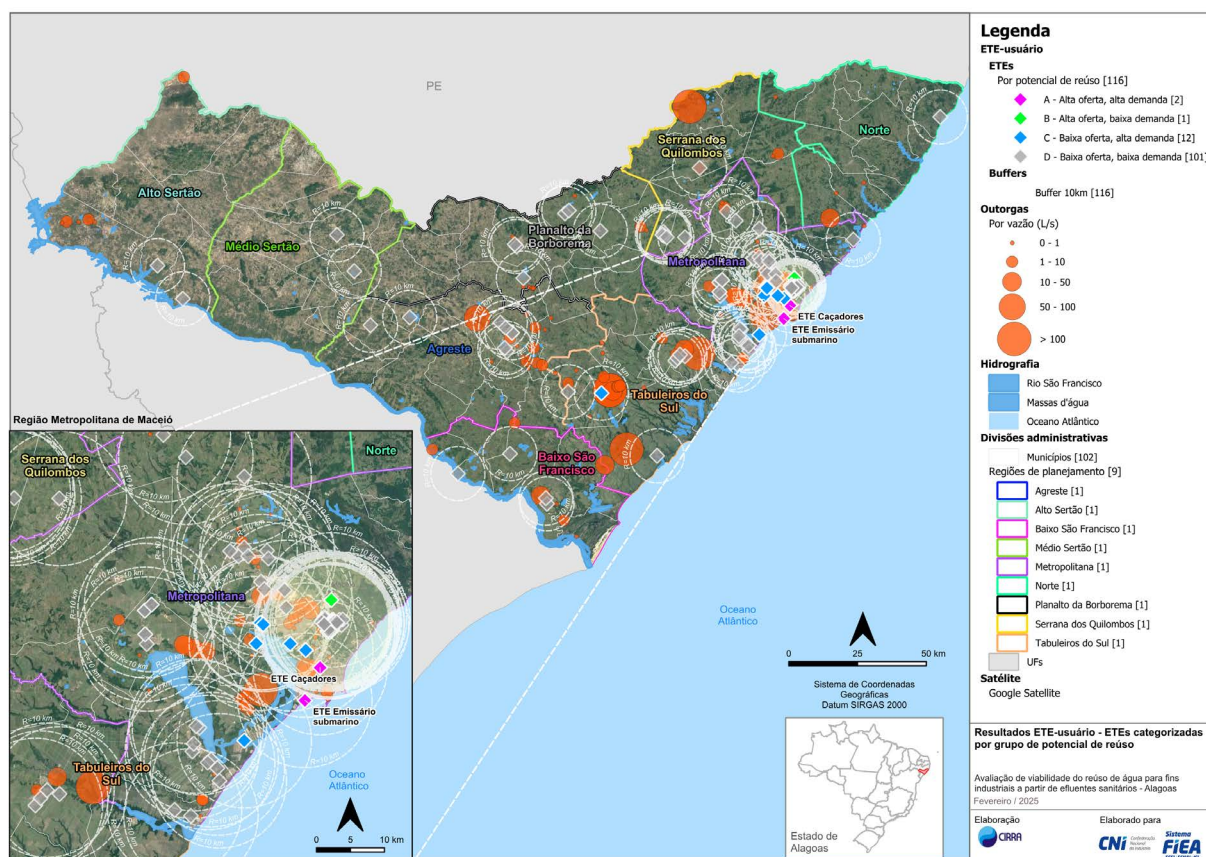
Figura 10 – ETEs de acordo com potencial de reúso e grupo



Fonte: elaborado pelos autores.

O Mapa 15 mostra as ETEs conforme grupo de oportunidade de reúso.

Mapa 15 – Resultados de ETE-usuário – ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso



Fonte: elaborado pelos autores.

Na sequência são avaliadas, com mais detalhes, algumas Regiões de Planejamento e os municípios para os quais foram identificadas as melhores oportunidades de reúso

4.1.2.1 Região Metropolitana de Maceió

- A RM de Maceió contempla 13 municípios, sendo Marechal Deodoro, Maceió, Pilar e Rio Largo os mais expressivos em termos de demandas industrial de água.
- Concentração moderada de outorgas industriais. Possui o maior número de outorgas (73), mas somente a segunda maior vazão total outorgada (688,9 L/s).
- Região com elevado número de ETEs. São 77 ETEs, somando 2.592 L/s. A maior parte dessas ETAs são sistemas isolados de pequeno porte (fossa-filtro) localizados principalmente em Maceió.



No entanto, a capital também detém as maiores ETEs do estado, sendo elas a ETE Emissário Submarino (1.740 L/s), e ETE Benedito Bentes (360 L/s) e ETE Caçadores (238 L/s).

- Presença marcante de indústrias de produtos químicos, eletricidade e gás, fabricação de bebidas e fabricação de produtos alimentícios.
- Praticamente todos os municípios possuem índice de tratamento de esgotos abaixo de 20%. As exceções são Maceió (31%) e Marechal Deodoro (26%).
- É a única região que possui ETEs de todo os Grupos (A, B, C e D), sendo:

• **Grupo A (alta oferta, alta demanda): 2 ETEs**, sendo a ETE Caçadores e a ETE Emissário Submarino.

- **ETE Emissário Submarino.** É a maior ETE do estado, com vazão de 1.740 L/s. No entanto, conta somente com tratamento preliminar e lança o esgoto no mar via emissário submarino. Nas suas proximidades estão localizadas outorgas relevantes que somam 488 L/s, concedidas principalmente à Braskem Cloro-Soda em Maceió e à Braskem PVC em Marechal Deodoro.

- **ETE Caçadores.** É a terceira maior ETE do estado, com vazão de 238 L/s e processo de tratamento MBBR. As outorgas nas suas proximidades somam 532 L/s, principalmente as detidas pela Braskem Cloro-Soda em Maceió, bem como indústrias localizadas no Polo Industrial Multissetorial Governador Luiz Cavalcante, na “parte alta” de Maceió.

• **Grupo B (alta oferta, baixa demanda): 1 ETE**, a ETE Benedito Bentes em Maceió.

- **ETE Benedito Bentes.** É a segunda maior ETE do estado, com vazão de 360 L/s e processo de tratamento MBBR. As outorgas próximas somam 66,7 L/s e estão no Polo Industrial Multissetorial Governador Luiz Cavalcante. Destacam-se usuários como a Norsa Refrigerantes e a Braskem.

• **Grupo C (baixa oferta, alta demanda): 11 ETEs.**

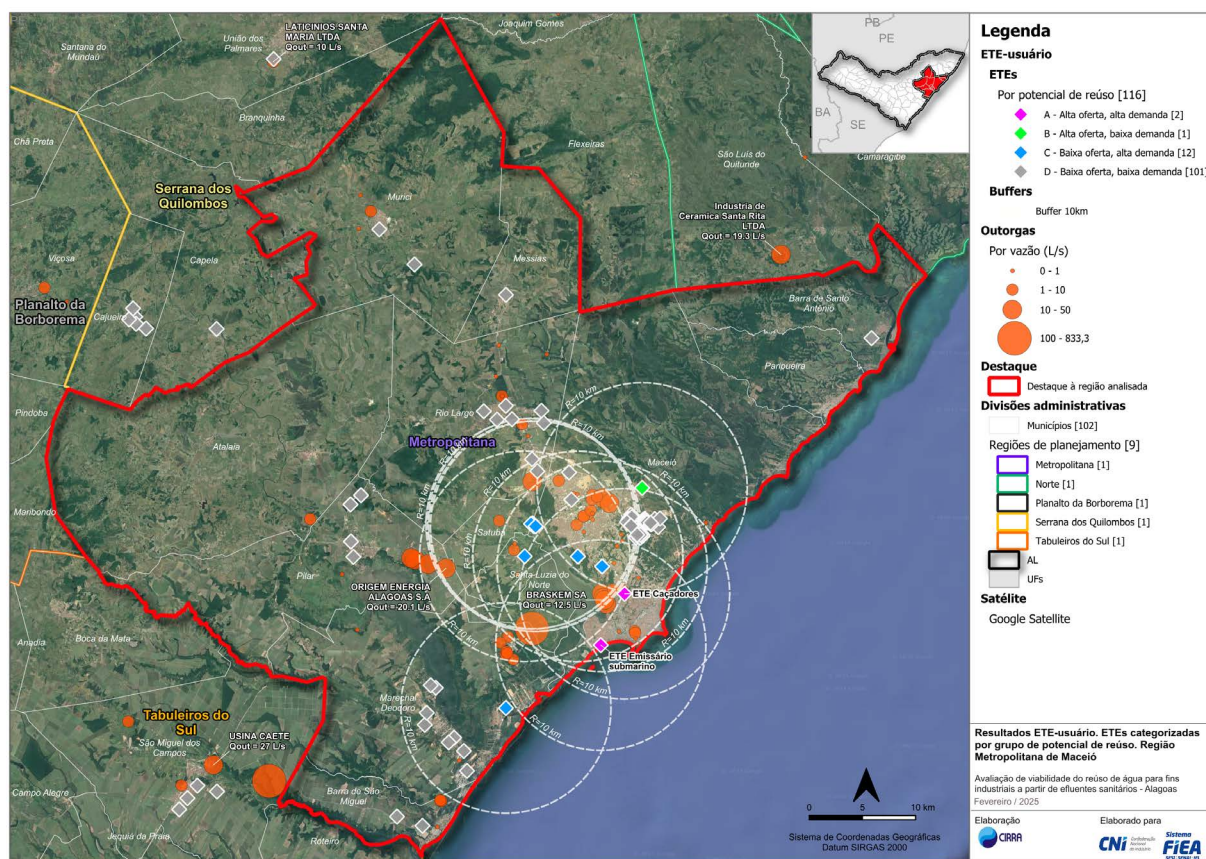
- ETEs de pequeno porte condominiais localizadas nos bairros Santa Amélia, Rio Novo e Petrópolis em Maceió, e nos municípios de Santa Luzia do Norte e em Marechal Deodoro (bairro Santa Rita). São estações descentralizadas e geralmente com processos simplificados, como fossa-filtro ou processos estritamente anaeróbios.

• **Grupo D (baixa oferta, baixa demanda): 65 ETEs.**

- ETEs de pequeno porte concentradas principalmente em Maceió, mas também distribuídas em Rio Largo, Marechal Deodoro, Pilar, Messias, Muriel e Barra de Santo Antônio. Para uma parte relevante dessas ETEs não foram encontrados dados de vazão. Em geral se trata de ETEs descentralizadas de pequeno porte, com processo de fossa-filtro ou reatores anaeróbios.

O Mapa 16 mostra as ETEs categorizadas por grupo, as áreas definidas pelo raio de 10 km e as outorgas de captação.

Mapa 16 – Resultados de ETE de usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Região Metropolitana de Maceió



Nota: especificamente para a Região Metropolitana, são mostrados somente os raios de 10 km para as ETEs Grupos A, B e C. A elevada quantidade de ETEs Grupo D prejudica a visualização do mapa.

Fonte: elaborado pelos autores.

4.1.2.2 Tabuleiros do Sul, Baixo São Francisco, Planalto da Borborema e Agreste

Entre estas RPs, a Tabuleiros do Sul é a principal em termos de oportunidades de reúso. Por isso será abordada com mais detalhes. Considerações pontuais sobre Baixo São Francisco e Agreste serão apresentadas também.

- A região de Tabuleiros do Sul contempla nove municípios, sendo os mais expressivos em termos de demanda industrial de água Teotônio Vilela, Coruripe e São Miguel dos Campos.
- Alta concentração de outorgas industriais. Possui a maior vazão total outorgada para a indústria do estado, somando 1.805 L/s. Destes, 1.437 L/s estão em Teotônio Vilela.
- Possui 7 ETEs, sendo que, para três delas, não foram encontrados dados de vazão. As quatro demais somam capacidade de 45 L/s e estão concentradas, principalmente, em São Miguel dos Campos.

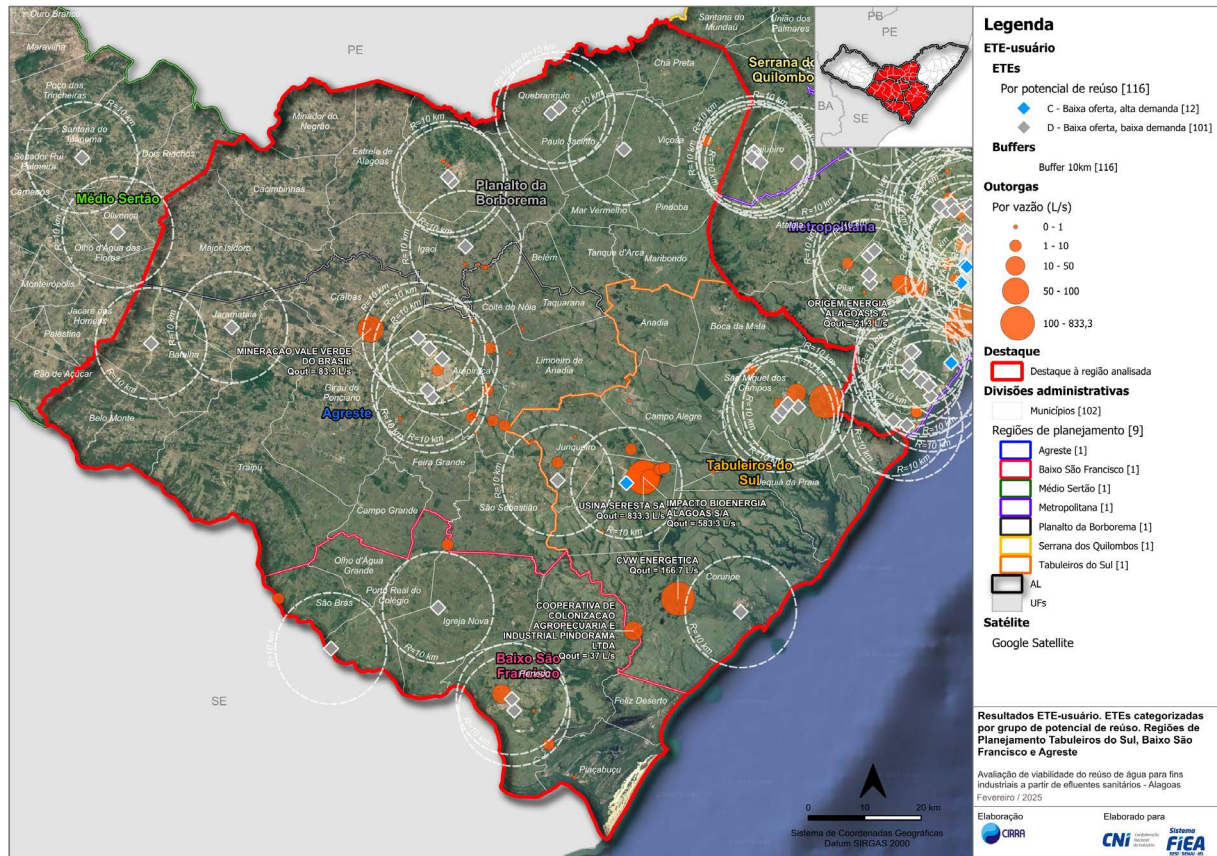


- Presença marcante de indústrias de fabricação de produtos alimentícios e eletricidade e gás.
- Praticamente todos os municípios possuem índice de tratamento de esgotos abaixo de 20%. As exceções são Teotônio Vilela (97%) e São Miguel dos Campos (35%).
- Possui ETEs Grupos B e D, sendo:
 - **Grupo B (alta oferta, baixa demanda):** 1 ETE, a ETE Teotônio Vilela.
 - **ETE Teotônio Vilela.** Localizada em município com o mesmo nome. Possui processo de Lagoas (Sistema Australiano). Não foram encontrados dados de vazão para esta ETE, mas, por causa de ela ter sido incluída nos estudos de caso (Estudo de Caso #2, **Item 5.1.3**), foram feitas estimativas de sua capacidade, que provavelmente está em torno de 70 L/s. Vazões industriais nas proximidades somam de 1.440,1 L/s, dos quais a maior parte são para a geração de energia elétrica (Impacto Bioenergia) e produção de produtos alimentícios (Usinas Seresta, Nordeste Mais Alimentos e Amafil Alagoas).
 - **Grupo D (baixa oferta, baixa demanda):** oito ETEs nos municípios de São Miguel dos Campos, Junqueiro e Coruripe.
 - **ETEs em São Miguel dos Campos.** Quatro ETEs, com vazões até 19 L/s, sendo a ETE Buriti a maior (19 L/s). Vazões próximas baixas, com exceção de uma outorga relativamente alta da Usina Mendo Sampaio e da Usina Caeté. As demandas industriais próximas são de 156,6 L/s para todas as ETEs (compartilham os mesmos usuários próximos).
 - **ETE em Junqueiro.** Uma ETE com vazão 7,9 L/s e processo aeróbio (aerado submerso). Outorgas próximas somam 3,5 L/s.
 - **ETE em Coruripe.** Uma ETE sem dado de vazão e com processo de lagoas. Sem outorgas industriais próximas.

Em relação às regiões do Baixo São Francisco, Agreste e Planalto da Borborema:

- **Região Baixo São Francisco.** Quatro ETEs, distribuídas em Penedo, Igreja Nova e Porto Real do Colégio. Todas com vazões até 13 L/s, sendo a maior a ETE Igreja Nova (Igreja Nova), com 13 L/s. Vazões outorgadas próximas de 0 a 34,6 L/s, com os maiores valores para a ETE Vale do São Francisco em Penedo.
- **Região Agreste.** Oito ETEs, distribuídas em Arapiraca, Batalha e Jamarataia. ETEs de até 52 L/s, sendo a maior a ETE Batalha em Batalha, com 52 L/s. A maior vazão industrial próxima é para a ETE Residencial do Agreste em Arapiraca, com valor de 85,2 L/s.
- **Região Planalto da Borborema.** Seis ETEs, distribuídas em Igaci, Palmeira dos Índios, Paulo Jacinto e Quebrangulo. A maior é a ETE Igaci, em Igaci, com capacidade de 15 L/s. Vazões industriais próximas baixas, sendo o maior valor 3,3 L/s para a ETE Igaci. O Mapa 17 mostra as ETEs categorizadas por grupo, as áreas definidas num raio de 10 km e as outorgas de captação.

Mapa 17 – Resultados ETE-usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Regiões de Planejamento Tabuleiros do Sul, Planalto da Borborema, Baixo São Francisco e Agreste



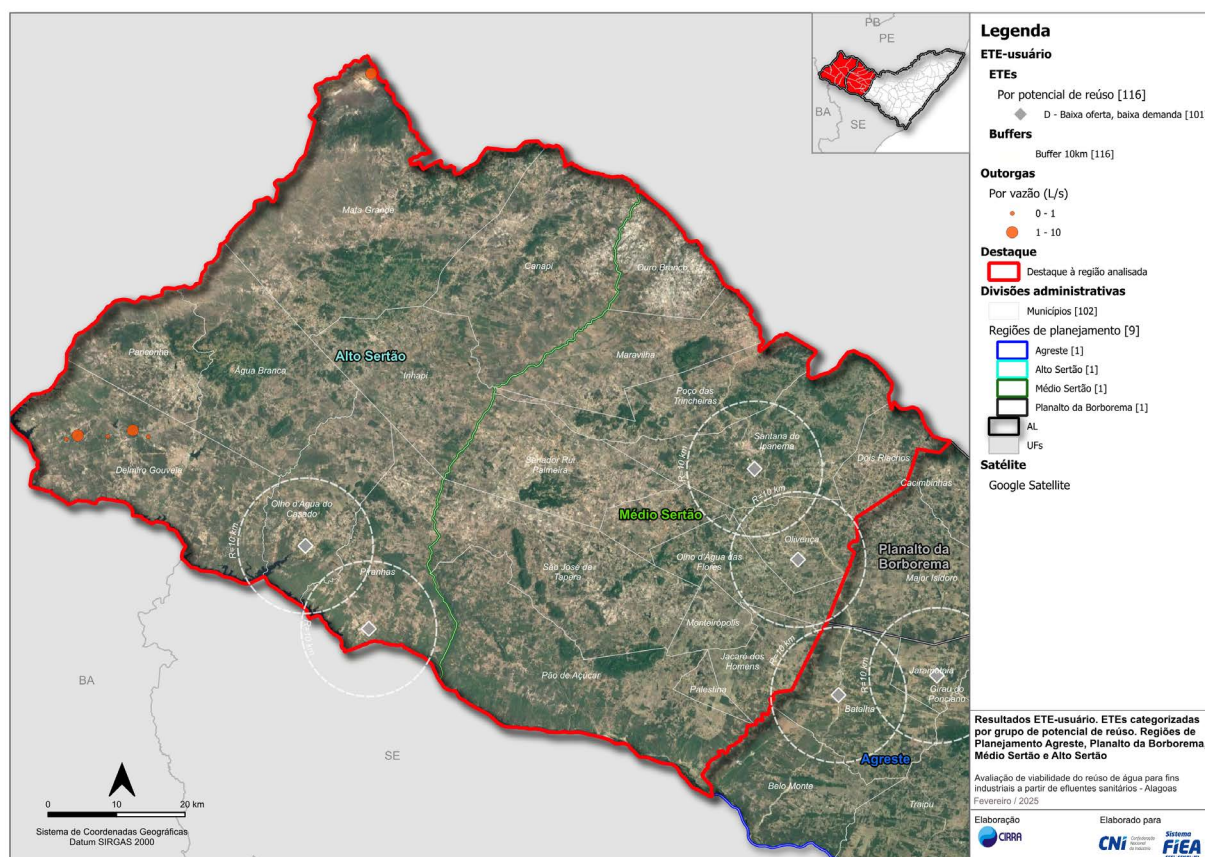
Fonte: elaborado pelos autores.

4.1.2.3 Médio Sertão e Alto Sertão

As regiões Médio Sertão e Alto Sertão não apresentaram oportunidades relevantes, estando todas as ETEs no Grupo D. O Mapa 18 mostra as ETEs categorizadas por grupo, as áreas definidas num raio de 10 km e as outorgas de captação.



Mapa 18 – Resultados de ETE-usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Médio Sertão e Alto Sertão

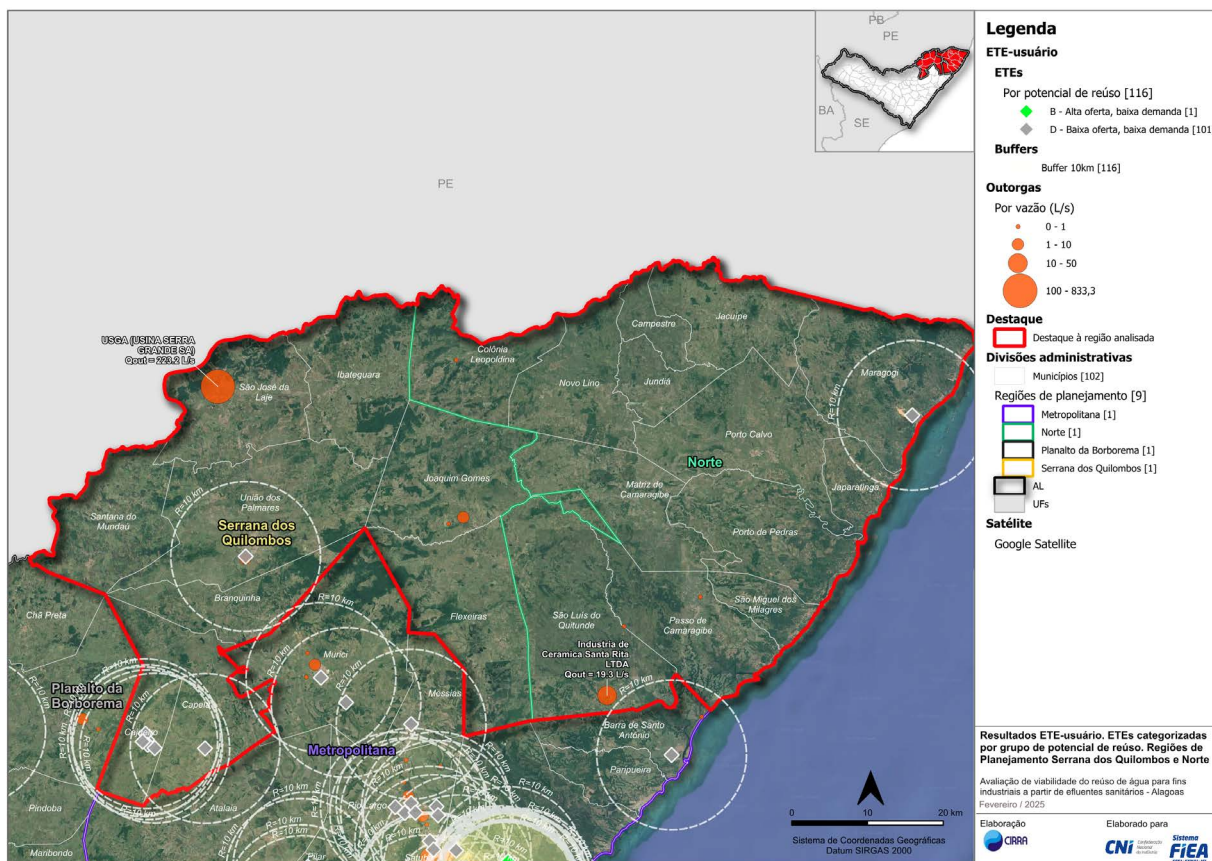


Fonte: elaborado pelos autores.

4.1.2.4 Serrana dos Quilombos e Norte

As regiões Serrana dos Quilombos e Norte não apresentaram oportunidades relevantes, estando todas as ETEs no Grupo D. O Mapa 19 mostra as ETEs categorizadas por grupo, as áreas definidas num raio de 10 km e as outorgas de captação.

Mapa 19 – Resultados de ETE-usuário. ETEs categorizadas por grupo de potencial de reúso. Regiões de Planejamento Serrana dos Quilombos e Norte



Fonte: elaborado pelos autores.

4.2 ÍNDICE DE APTIDÃO DE REÚSO (IAR)

A identificação de oportunidades de reúso pelo Método IAR possui caráter de área e é mais abrangente quando comparado ao Método ETE-usuário, contemplando todo o estado de Alagoas. Cada porção do estado foi avaliada em relação aos quatro critérios e dois subcritérios que compõem o modelo (vide **Item 2.4**), recebendo uma pontuação de IAR ao final.

Conforme prevê o método do IAR, as áreas com maior aptidão são aquelas que possuem convergência dos atributos que conferem maior potencial de reúso, como intensidade e tendência da atividade da indústria (Critério C1), demandas industriais por água (C2), oferta de efluentes (C3) e condição de balanço hídrico qualitativo (C4).

Os resultados obtidos foram categorizados conforme faixas, variando de IAR “muito baixo” a “muito alto”. A Tabela 27 apresenta as faixas definidas e as áreas do estado conforme o IAR resultante.



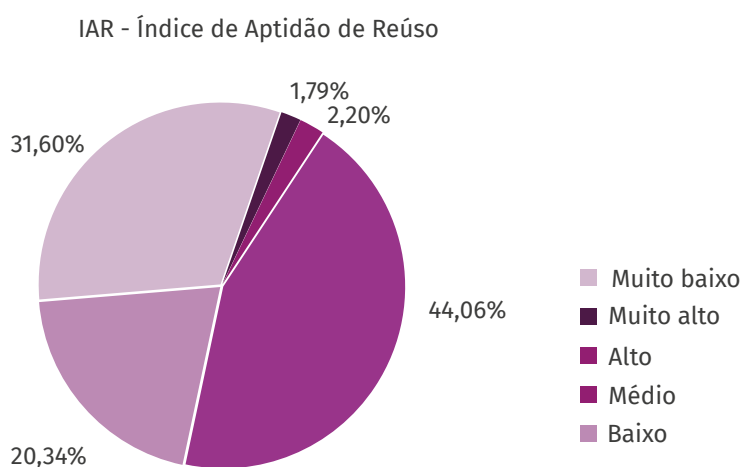
Tabela 27 – Classificação dos valores de IAR e áreas resultantes

IAR	Valores	Área (km ²)	%Área
Muito alto	$IAR > 0,50$	497	1,8%
Alto	$0,25 < IAR \leq 0,50$	612	2,2%
Médio	$0,10 < IAR \leq 0,25$	12.240	44,1%
Baixo	$0,05 < IAR \leq 0,10$	5.652	20,3%
Muito baixo	$IAR \leq 0,05$	8.778	31,6%
Total	-	27.780	100,0%

Fonte: elaborado pelos autores.

Da totalidade do território, 1,8% da área foi considerada com IAR muito alto e outros 2,2% com IAR alto. As áreas com IAR médio ou baixo somam 64,4%, e o IAR muito baixo detêm os demais 31,6% do território. A Figura 11 ilustra esse panorama de forma gráfica.

Figura 11 – Classificação dos valores de IAR e áreas resultantes



Fonte: elaborado pelos autores.

O Mapa 20 mostra os resultados obtidos de IAR, bem como as Regiões de Planejamento (RP) do estado.

As áreas com maior potencial de reúso estão localizadas na Região Metropolitana de Maceió, principalmente Maceió e Marechal Deodoro, e na Região de Tabuleiros do Sul, em Teotônio Vilela. Também há áreas com potencial moderado na região de Agreste, principalmente em Arapiraca e redondezas.

Na Tabela 28 são apresentadas avaliações de cada uma das nove Regiões de Planejamento em relação ao IAR e seus critérios, bem como uma coluna com características gerais e sugestões de diretrizes de planejamento.



Tabela 28 – Análise do IAR por Região de Planejamento

Região de Planejamento	Desempenho em relação aos critérios				Desempenho geral de IAR e características gerais e diretrizes de planejamento
	C1 VAB	C2 Demandas industriais por água	C3 Geração de esgotos	C4 Balanço hídrico	
Metropolitana	Muito alto Concentra a maior parte do VAB industrial do estado, principalmente em Maceió e Marechal Deodoro. Destaque também para Rio Largo, Pilar e Atalaia. Tendência positiva de crescimento da indústria nos últimos 10 anos, com municípios, como Marechal Deodoro, Santa Luzia do Norte, Paripueira, Messias e Barra de Santo Antônio com elevadas taxas.	Alto Vazões altas em municípios, como Maceió, Marechal Deodoro e Pilar. Elevado número de outorgas, com vazões individuais moderadas/altas.	Muito alto Concentra as maiores gerações de esgoto, principalmente em Maceió e Rio Largo.	Muito alto Região totalmente ou quase totalmente em criticidade ou quantitativa.	IAR muito alto A região é prioritária em termos de reúso. Concentra as maiores gerações de esgoto do estado, bem como relevantes demandas de água pela indústria, ainda que relativamente dispersas pelo território. A condição de balanço hídrico é muito crítica em toda a região, com praticamente todo o território em criticidade qualitativa ou quantitativa. A indústria apresenta VAB elevado, com tendência sólida de crescimento na última década. Destacam-se as áreas dos municípios de Maceió e Marechal Deodoro, bem como regiões de Pilar, Rio Largo e Messias.
Tabuleiros do Sul	Alto Apresenta municípios com elevado VAB industrial, como Coruripe, São Miguel dos Campos e Campo Alegre. No entanto, é uma das regiões em que se nota a maior contração da indústria nos últimos 10 anos. Diminuição relevante de VAB em São Miguel dos Campos, Jequiá da Praia e Teotônio Vilela.	Muito alto Concentra as maiores demandas do estado, com destaque para Teotônio Vilela, Coruripe e São Miguel dos Campos.	Alto Elevadas gerações de esgoto, com destaque a Coruripe, Teotônio Vilela e São Miguel dos Campos.	Muito alto Região totalmente ou quase totalmente em criticidade ou quantitativa.	IAR muito alto É prioritária em termos de reúso, principalmente pelas altas demandas de água e pela criticidade hídrica em todo o território. Apresenta VAB industrial alto, mas se vê certa tendência de encolhimento da atividade industrial. A geração de esgotos é elevada, principalmente em municípios que também possuem maior atividade industrial, como Teotônio Vilela, São Miguel dos Campos e Coruripe.



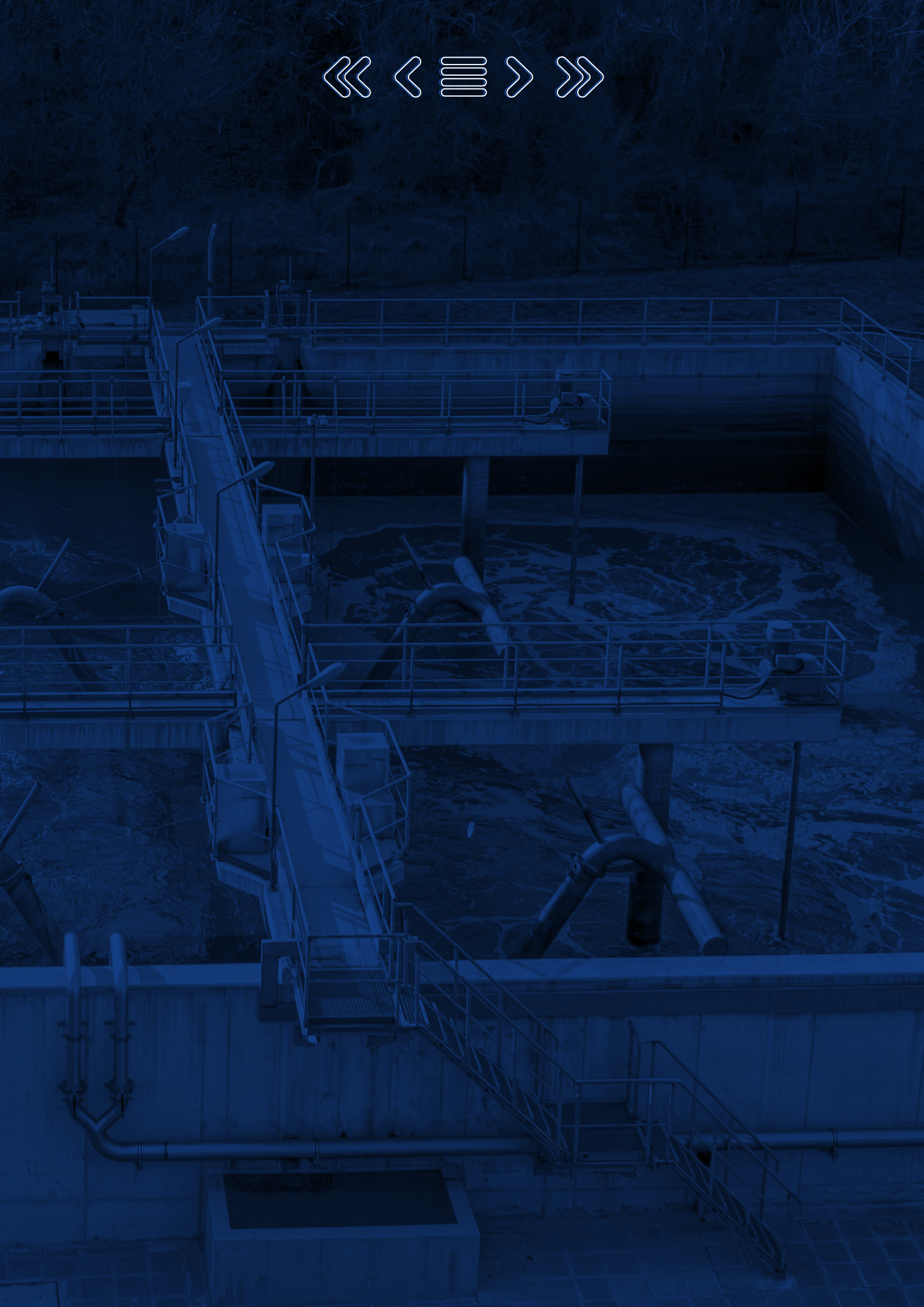
Região de Planejamento	Desempenho em relação aos critérios				Desempenho geral de IAR e características gerais e diretrizes de planejamento
Baixo São Francisco	Baixo Valores de VAB baixos, apenas com Igreja Nova possuindo alguma relevância. Tendência mista de variação de VAB, com queda em cidades, como Igreja Nova, Porto Real de Colégio e Penedo, mas crescimento relevante em São Brás, Olho d'Água Grande e Piaçabuçu.	Baixo Em geral baixas vazões, com alguma relevância em Penedo.	Moderado Geração moderada, com destaque a Penedo e São Brás.	Muito alto Região totalmente ou quase totalmente em criticidade em criticidade qualitativa ou quantitativa.	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Além da criticidade hídrica muito elevada, não há outras características que favoreçam o reúso. A atividade industrial e as demandas de água pela indústria são baixas. A geração de esgotos é moderada, mas não existem demandas industriais relevantes.
	Moderado Valores de VAB são moderados, com destaque para Arapiraca e Craíbas. É a região onde se observam os maiores crescimentos de VAB nos últimos 10 anos, com destaque a Craíbas e Limoeiro de Anadia.	Moderado Demandas razoáveis em Craíbas e Arapiraca, bem como alguma presença em Limoeiro de Anadia.	Moderado Geração em geral baixa, mas Arapiraca apresenta valores substanciais.	Moderado Cerca de metade do território em criticidade qualitativa ou quantitativa, mas uma parcela importante em condição satisfatória.	IAR moderado Possui desempenho moderado para quase todos os critérios. É uma região com VAB e demandas industriais relevantes, principalmente em Arapiraca e municípios próximos. É a região que apresenta maior número de município com elevado crescimento o de VAB na última década, o que indica tendência de crescimento da indústria e, consequentemente, das demandas de água.
Planalto da Borborema	Baixo Valores de VAB baixos, apenas com Palmeira dos Índios possuindo alguma relevância. Tendência média de crescimento de VAB nos últimos anos, com destaque a Viçosa, Paulo Jacinto e Belém.	Baixo Vazões baixas em toda a região, com alguma relevância em Viçosa.	Baixo Geração em geral baixa, mas Palmeira dos Índios e Quebrangulo apresentam valores com alguma relevância.	Muito alto Região totalmente ou quase totalmente em criticidade qualitativa ou quantitativa.	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Além da criticidade hídrica muito elevada, não há outras características que favoreçam o reúso. A atividade industrial e as demandas de água pela indústria são baixas. A geração de esgotos é moderada, mas não existem demandas industriais relevantes.



Região de Planejamento	Desempenho em relação aos critérios				Desempenho geral de IAR e características gerais e diretrizes de planejamento
	Muito baixo	Baixo	Moderado	Muito alto	
Médio Sertão	Muito baixo Valores muito baixos de VAB, sem nenhum município de destaque. No entanto, tendências sólidas de crescimento em diversos municípios, como Monteirópolis e São José da Tapera.	Baixo Geração em geral baixa, mas Pão de Açúcar apresenta valores substanciais.	Moderado Cerca de metade do território em criticidade ou quantitativa, mas uma parcela importante em condição satisfatória.	Muito baixo Ausência total de outorgas industriais.	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Não há características que favoreçam o reúso, nem mesmo criticidade hídrica relevante. A atividade industrial, as demandas de água pela indústria e a geração de esgotos são baixas ou muito baixas.
Alto Sertão	Muito baixo Valores muito baixos de VAB, sem nenhum município de destaque. Tendências mistas de VAB, com queda em diversos municípios e crescimento moderado em outros, com destaque ao crescimento em Pariconha.	Baixo Ausência de demandas em praticamente toda a região, com exceção de alguma expressividade em Delmiro Gouveia e, em menor grau, Mata Grande.	Baixo Maior parte do território com condição satisfatória de balanço, mas com importantes áreas em criticidade qualitativa.	Baixo Geração em geral baixa, mas Pariconha, Delmiro Gouveia e Piranhas possuem valores relevantes.	IAR muito baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Não há características que favoreçam o reúso, nem mesmo criticidade hídrica relevante. A atividade industrial, as demandas de água pela indústria e a geração de esgotos são baixas ou muito baixas.
Serrana dos Quilombos	Baixo Valores de VAB baixos, apenas com União dos Palmares e São José da Laje com alguma relevância. Tendência de estabilização ou crescimento de VAB moderado nos municípios, com destaque ao desempenho positivo de São José da Laje e Branquinha	Moderado Demandas relevantes em São José da Laje e, em menor grau, em União dos Palmares e Joaquim Gomes.	Baixo Em geral baixa geração de esgotos, somente com alguma relevância em União dos Palmares.	Muito alto Região totalmente ou quase totalmente em criticidade quantitativa ou quantitativa	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Além da criticidade hídrica muito elevada, não há outras características que favoreçam o reúso. A atividade industrial e a geração de esgotos são baixas. Há alguma relevância em termos de uso de água pela indústria, mas que se deve basicamente a uma única outorga em São José da Laje.

Região de Planejamento	Desempenho em relação aos critérios				Desempenho geral de IAR e características gerais e diretrizes de planejamento
Norte	Baixo Valores de VAB baixos, com algum destaque para a Matriz de Camaragibe e São Luiz do Quitunde. Tendência mista de crescimento de VAB, com a maior parte das cidades apresentando estabilidade, com queda em Porto Calvo e Jacuípe e crescimento elevado em Porto de Pedras.	Baixo Ausência de demandas em praticamente toda a região, com exceção de alguma expressividade em São Luís do Quitunde.	Muito baixo Nenhum município com geração de esgotos relevante.	Alto Maior parte do território em criticidade qualitativa ou quantitativa, mas com presença de algumas bacias com condição satisfatória.	IAR muito baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Não há características que favoreçam o reúso, nem mesmo criticidade hídrica relevante. A atividade industrial, as demandas de água pela indústria e a geração de esgotos são baixas ou muito baixas.





5 ESTUDOS DE CASO

Para aprofundamento e exemplificação das metodologias desenvolvidas e aplicadas neste estudo, foram avaliados mais detalhadamente dois estudos de caso, os quais abordam situações diferentes encontradas no estado. São eles:

- **Item 5.1. Estudo de Caso #1:** Polo Industrial José Aprígio Vilela, em Marechal Deodoro.
- **Item 5.1.3. Estudo de caso #2:** ETE Teotônio Vilela, em Teotônio Vilela, na Região de Planejamento Tabuleiros do Sul.

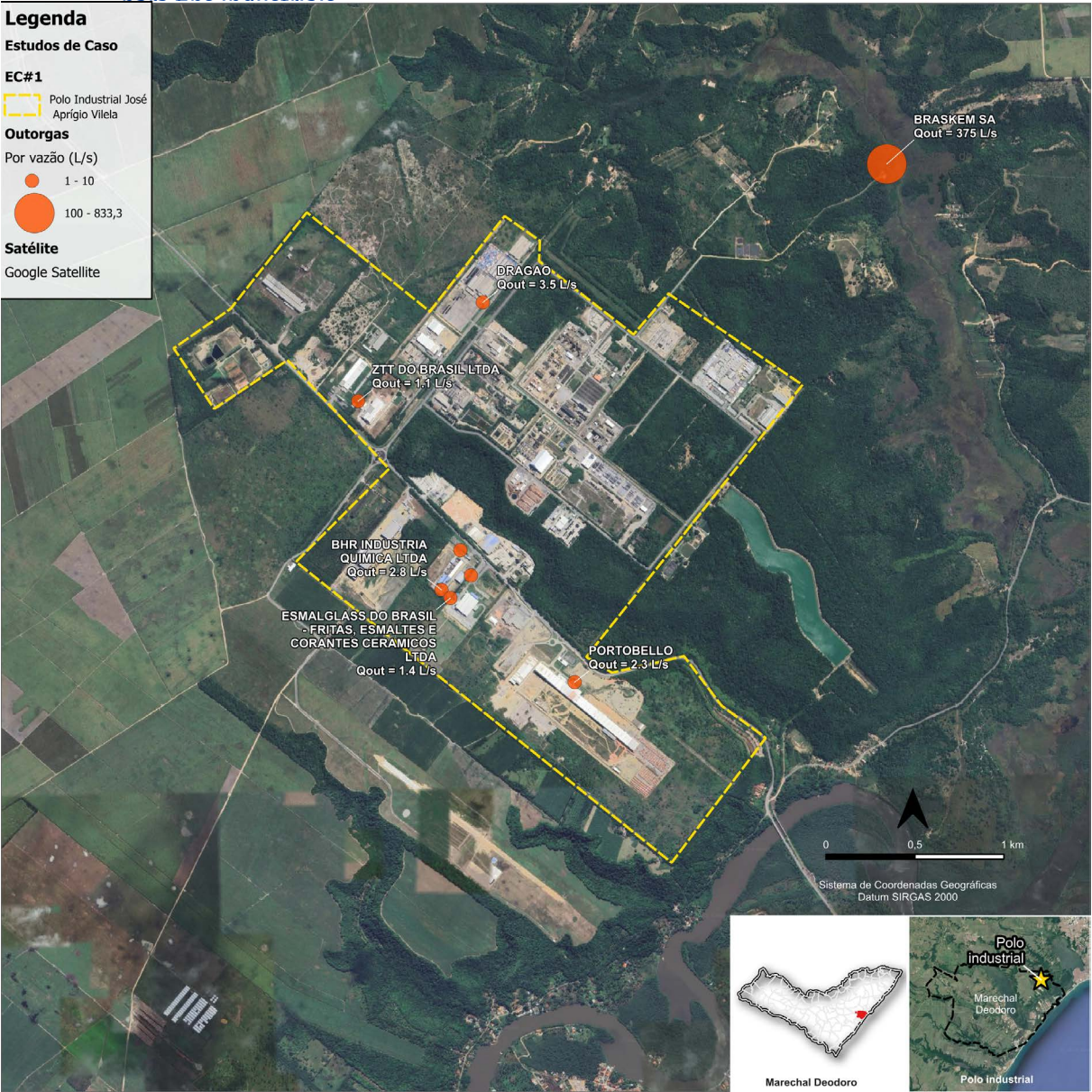
5.1 ESTUDO DE CASO #1 – POLO INDUSTRIAL JOSÉ APRÍGIO VILELA (MARECHAL DEODORO)

5.1.1 ITEM CONTEXTO

O Polo Industrial José Aprígio Vilela está localizado na “parte alta” de Marechal Deodoro e é um dos mais relevantes usuários industriais de água de Alagoas. A Figura 12 mostra a localização do polo e suas outorgas de captação.



Figura 12 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Localização e outorgas de captação



Fonte: elaborado pelos autores.

Há oito outorgas de captação para abastecimento das demandas de água das indústrias, somando vazão total de 389,1 L/s. Destes, 375 L/s (96%) são outorgados à empresa Braskem, conforme mostra a Tabela 29.

Tabela 29 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprício Vilela. Outorgas de captação para fins industriais

Usuário	CNAE - Divisão	CNAE - Subclasse	Qout (L/s)	Manancial	Lat	Lon
BRASKEM SA	20 - Fabricação de produtos químicos	C-2031-2/00 - Fabricação de resinas termoplásticas	375,0	Superficial	-9,660278	-35,810444
DRAGAO	20 - Fabricação de produtos químicos	C-2062-2/00 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento	3,5	Subterrâneo	-9,667361	-35,831128
BHR INDUSTRIA QUIMICA LTDA	20 - Fabricação de produtos químicos	C-2019-3/99 - Fabricação de outros produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente	2,8	Subterrâneo	-9,682083	-35,833250
PORTOBELLO	23 - Fabricação de produtos de minerais não metálicos	C-2342-7/01 - Fabricação de azulejos e pisos	2,3	Subterrâneo	-9,686814	-35,826431
ALQUIMIA INDUSTRIA E COMERCIO DE CAPACHOS LTDA	22 - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	C-2229-3/01 - Fabricação de artefatos de material plástico para uso pessoal e doméstico	1,7	Subterrâneo	-9,680056	-35,832278
ESMALGLASS DO BRASIL FILIAL NORDESTE	22 - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	C-2071-1/00 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,4	Subterrâneo	-9,681350	-35,831742
ESMALGLASS DO BRASIL - FRITAS, ESMALTES E CORANTES CERAMICOS LTDA	20 - Fabricação de produtos químicos	C-2071-1/00 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,4	Subterrâneo	-9,682503	-35,832789
ZTT DO BRASIL LTDA	27 - Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	C-2733-3/00 - Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados	1,0	Subterrâneo	-9,672417	-35,837517
Total	-	-	389,1	-	-	-

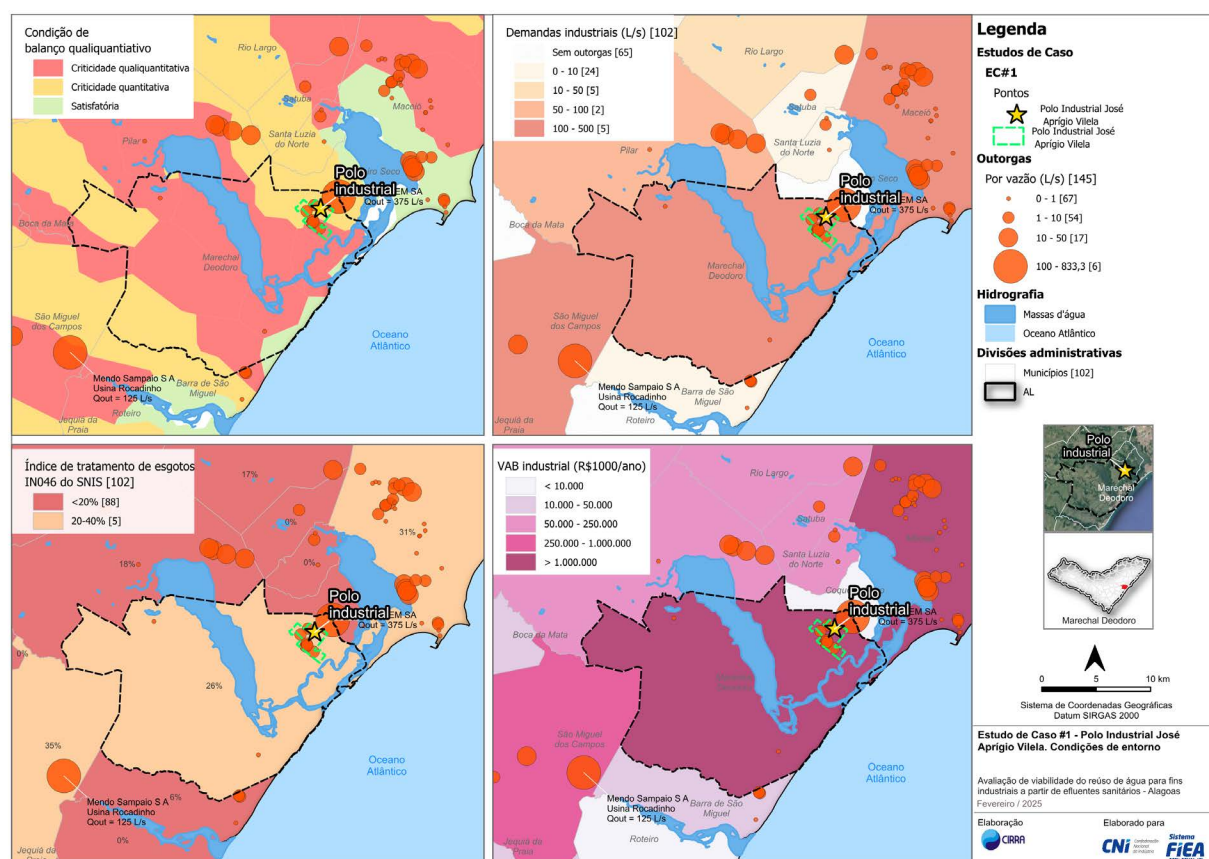
Fonte: elaborado pelos autores.



Conforme apresentado nos resultados ETE-usuário (**Item 4.1**), há algumas ETEs relativamente próximas ao polo, como a ETE Emissário Submarino, ETE Caçadores e ETE Recanto da Ilha, as quais poderiam servir como fonte de água de reúso. Essas possibilidades serão abordadas neste estudo de caso. Adicionalmente, a aplicação do Modelo IAR (**Item 4.2**) levou à classificação da região de Marechal Deodoro, juntamente com a do Teotônio Vilela e Maceió, entre as mais aptas ao reúso.

O Mapa 21 mostra as condições de entorno da área, com informações de balanço hídrico, índice de tratamento de esgotos por município, totalização das demandas industriais por município e VAB industrial.

Mapa 21 – Estudo de Caso #1 – Polo industrial Aprígio Vilela. Condições de entorno



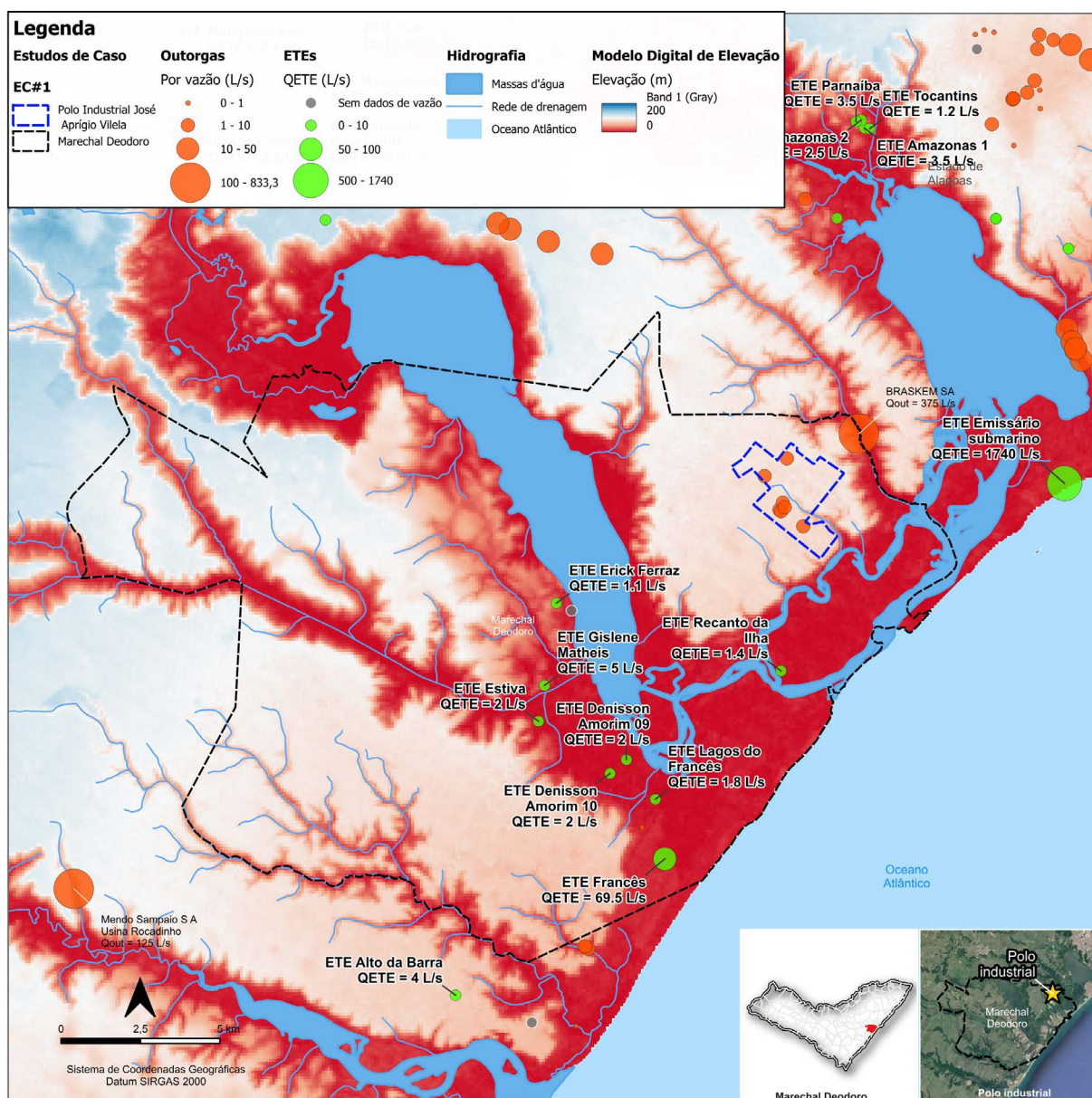
Fontes de dados: ANA (2016), IBGE (2025), MCidades (2025). Elaborado pelos autores.

Em relação às condições de entorno da unidade, tem-se:

- **Balanço hídrico quali-quantitativo:** a área do polo encontra-se entre bacias com criticidade quali-quantitativa e quantitativa, estando a maior parte das bacias vizinhas em condição de criticidade quali-quantitativa.

- **Tratamento de esgotos:** o índice de tratamento de esgotos de Marechal Deodoro é de 26%, havendo nove ETEs no município, as quais somam 86,4 L/s de capacidade. As ETEs, no entanto, estão afastadas do polo industrial, estando todas em áreas de cota mais baixa (quase 100 m de desnível em alguns casos) e quase todas na margem oeste da Lagoa Manguaba, como se vê na Figura 13. Na figura é possível ver que todas as principais ETEs próximas, incluindo as de Maceió, estão em cota muito inferior, o que traz implicações diretas na possibilidade de recalque de água de reúso produzida nessas estações.

Figura 13 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Localização do polo, Modelo Digital de Elevação (MDE) e ETEs





- **Demandas de água pela indústria:** total de 389,1 L/s, divididas em oito outorgas, sendo a Braskem a responsável pela maior parte dessa vazão. Essas outorgas estão representadas na Figura 12.
- **VAB industrial:** Maceió e Marechal Deodoro são os municípios com os maiores VAB do estado.

5.1.2 PROJETO ESQUEMÁTICO

O caso do Polo Industrial José Aprígio Vilela possui uma série de peculiaridades. A primeira delas é que não há ETEs imediatamente próximas que se apresentem como fontes de água de reúso. As maiores ETEs da região estão afastadas, localizadas em cotas até 100 m abaixo e/ou separadas por corpos d’água extensos, como as Lagoas Mundaú e Manguaba. Ainda assim, o uso de água no polo é um dos maiores do estado e a região está em criticidade qualiquantitativa muito elevada, o que pressiona pela necessidade de fontes alternativas . Por fim, o município de Marechal e os vizinhos possuem índices de atendimento de esgotos baixos, todos abaixo de 40%, o que significa que, nos próximos anos, a tendência é a implantação de novas ETEs nessas cidades.

Para avaliação da viabilidade de reúso no polo, foram levantados quatro cenários diferentes de fornecimento de água de reúso a partir de diferentes ETEs (vide Tabela 32).

Tabela 30 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativas de fornecimento de água de reúso

Alternativa	Descrição	Características
A1	Água de reúso é fornecida pela ETE Emissário Submarino (Maceió), a qual possui $Q_{ETE} = 1.740$ L/s. A ETE possui tratamento apenas em nível preliminar / primário.	Com vazão de 1.740 L/s, a ETE Emissário Submarino pode fornecer água de reúso para suprir todas as demandas não potáveis do polo. No entanto, o atual tratamento é apenas em nível preliminar, sendo necessária a implantação de uma nova ETE para adequação da qualidade, incluindo etapas secundária e terciária. Definiu-se implantação de uma nova ETE MBR para produção de água de reúso, com parte do efluente sendo submetido à OR para remoção parcial de sólidos dissolvidos e redução da condutividade elétrica.
A2	Água de reúso é fornecida pela ETE Caçadores (Maceió), a qual possui $Q_{ETE} = 238$ L/s e tratamento tipo MBBR, com alta eficiência de remoção de sólidos e DBO.	Com vazão de 238 L/s, a ETE Caçadores poderia, em teoria, fornecer água de reúso para suprir todas as demandas não potáveis do polo. No entanto, sabe-se que hoje a vazão afluente é da ordem de 28 L/s (BRK, 2025). A ETE possui tratamento tipo MBBR/CFIC com alta eficiência. Para a produção de água de reúso, determinou-se um polimento com MBR terciário e OR de parte da água para remoção parcial de sólidos dissolvidos.

Alternativa	Descrição	Características
A3	Água de reúso é fornecida pela ETE Recanto da Ilha em Marechal Deodoro, a qual possui vazão de somente $Q_{ETE} = 1,4$ L/s e processo simplificado de reatores UASB.	Com vazão de apenas 1,4 L/s, a ETE não tem capacidade de fornecer água de reúso em vazões adequadas. No entanto, foi incluída porque é a ETE existente mais próxima e que está em área com potencial de expansão da infraestrutura de tratamento de esgotos.
A4	Água de reúso é fornecida por uma nova ETE a ser implantada em Pilar, a ETE Pilar , com $Q_{ETE} = 100$ L/s e processo MBR.	O município de Pilar está em cota mais elevada que Marechal Deodoro e possui índice de tratamento de esgotos de apenas 18%, com um déficit de tratamento de 92,6 L/s (<i>vide Item 3.3.1</i>). Isso significa que será necessária a implantação de uma ETE futuramente. Determinou-se uma ETE nova denominada ETE Pilar, com $Q_{ETE} = 100$ L/s, processo MBR e localizada fora da área urbana. Essa ETE, além de tratar a maior parte dos esgotos produzidos na cidade, poderá fornecer água de reúso ao Polo Industrial José Aprígio Vilela, bem como também possui potencial de abastecimento da Origem Energia na própria cidade de Pilar (<i>vide Item 5.1.3</i> neste Estudo de Caso #1).

Legenda: MBR: biorreator com membranas. OR: osmose reversa.

Fonte: elaborado pelos autores.

Na Tabela 31 a seguir, são apresentadas as características de cada uma das alternativas, primeiramente analisadas no tocante à questão do recalque de água até o polo. Para isso, foram consideradas as localizações de cada ETE, um ponto arbitrário dentro do polo, o Modelo Digital de Elevação do estado (Weber et al., 2004), traçados propostos da linha de recalque e cálculos hidráulicos de perda de carga e necessidade de potência de recalque. Para todos os casos, utilizou-se a mesma vazão de 200 L/s, de modo que fosse possível, num primeiro momento, comparar os custos de transporte dessa água até o polo, independentemente da capacidade da ETE avaliada.



Tabela 31 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação das alternativas de fornecimento de água de reúso

Alt.	ETE e processo de tratamento	Características do recalque	Traçado e perfil de elevação da elevatória
A1	ETE Emissário Submarino Vazão de 1.740 L/s e processo somente preliminar.	A ETE está na cota 9 m e o polo na cota 90 m. A elevação máxima no caminhamento é 91 m. A linha de recalque estimada tem comprimento de 13,6 km e desnível geométrico de 82 m. Praticamente toda a extensão em tubulação é pressurizada DN450. AMT total do sistema = 143 m. Potência estimada da elevatória para recalque de 200 L/s:402 kW (547 CV).	Legenda Estudos de Caso EC#1 Pontos - Polo Industrial José Aprígio Vilela - Adutoras - Adutora #1 - Polo Industrial José Aprígio Vilela - Marechal Deodoro ETE-usuário ETEs Por potencial de reúso [116] - A - Alta oferta, alta demanda [2] - C - Baixa oferta, alta demanda [12] Outorgas Por vazão (L/s) 0 - 1 1 - 10 10 - 50 > 100 Satélite Google Satellite

Figura 14 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A1, traçado e perfil da adutora

Alt.	ETE e processo de tratamento	Características do recalque	Traçado e perfil de elevação da elevatória
A2	ETE Caçadores. Vazão de 238 L/s e processo biológico tipo MBBR.	ETE está na cota 56 m e o polo na cota 90 m. A elevação máxima no caminhamento é 91 m. Linha de recalque estimada em 20,4 km e desnível geométrico de 35 m. Praticamente toda a extensão em tubulação pressurizada DN450. AMT total do sistema = 123 m. Potência estimada da elevatória para recalque de 200 L/s: 346 kW (471 CV).	Legenda Estudos de Caso EC#1 Pontos Adutoras ETE-usuário ETEs Por potencial de reúso [116] A - Alta oferta, alta demanda [2] C - Baixa oferta, alta demanda [12] Outorgas Por vazão (L/s) 0 - 1 1 - 10 15 - 50 > 100 Divisões administrativas Município [102] AL Satélite Google Satellite ETE Caçadores ETE Emissário Urbano Polo Industrial José Aprígio Vilela Adutora #2 Adutora #1 Adutora #3 Adutora #4 Adutora #5 Adutora #6 Adutora #7 Adutora #8 Adutora #9 Adutora #10 Adutora #11 Adutora #12 Adutora #13 Adutora #14 Adutora #15 Adutora #16 Adutora #17 Adutora #18 Adutora #19 Adutora #20 Adutora #21 Adutora #22 Adutora #23 Adutora #24 Adutora #25 Adutora #26 Adutora #27 Adutora #28 Adutora #29 Adutora #30 Adutora #31 Adutora #32 Adutora #33 Adutora #34 Adutora #35 Adutora #36 Adutora #37 Adutora #38 Adutora #39 Adutora #40 Adutora #41 Adutora #42 Adutora #43 Adutora #44 Adutora #45 Adutora #46 Adutora #47 Adutora #48 Adutora #49 Adutora #50 Adutora #51 Adutora #52 Adutora #53 Adutora #54 Adutora #55 Adutora #56 Adutora #57 Adutora #58 Adutora #59 Adutora #60 Adutora #61 Adutora #62 Adutora #63 Adutora #64 Adutora #65 Adutora #66 Adutora #67 Adutora #68 Adutora #69 Adutora #70 Adutora #71 Adutora #72 Adutora #73 Adutora #74 Adutora #75 Adutora #76 Adutora #77 Adutora #78 Adutora #79 Adutora #80 Adutora #81 Adutora #82 Adutora #83 Adutora #84 Adutora #85 Adutora #86 Adutora #87 Adutora #88 Adutora #89 Adutora #90 Adutora #91 Adutora #92 Adutora #93 Adutora #94 Adutora #95 Adutora #96 Adutora #97 Adutora #98 Adutora #99 Adutora #100 Adutora #101 Adutora #102 Adutora #103 Adutora #104 Adutora #105 Adutora #106 Adutora #107 Adutora #108 Adutora #109 Adutora #110 Adutora #111 Adutora #112 Adutora #113 Adutora #114 Adutora #115 Adutora #116 Adutora #117 Adutora #118 Adutora #119 Adutora #120 Adutora #121 Adutora #122 Adutora #123 Adutora #124 Adutora #125 Adutora #126 Adutora #127 Adutora #128 Adutora #129 Adutora #130 Adutora #131 Adutora #132 Adutora #133 Adutora #134 Adutora #135 Adutora #136 Adutora #137 Adutora #138 Adutora #139 Adutora #140 Adutora #141 Adutora #142 Adutora #143 Adutora #144 Adutora #145 Adutora #146 Adutora #147 Adutora #148 Adutora #149 Adutora #150 Adutora #151 Adutora #152 Adutora #153 Adutora #154 Adutora #155 Adutora #156 Adutora #157 Adutora #158 Adutora #159 Adutora #160 Adutora #161 Adutora #162 Adutora #163 Adutora #164 Adutora #165 Adutora #166 Adutora #167 Adutora #168 Adutora #169 Adutora #170 Adutora #171 Adutora #172 Adutora #173 Adutora #174 Adutora #175 Adutora #176 Adutora #177 Adutora #178 Adutora #179 Adutora #180 Adutora #181 Adutora #182 Adutora #183 Adutora #184 Adutora #185 Adutora #186 Adutora #187 Adutora #188 Adutora #189 Adutora #190 Adutora #191 Adutora #192 Adutora #193 Adutora #194 Adutora #195 Adutora #196 Adutora #197 Adutora #198 Adutora #199 Adutora #200 Adutora #201 Adutora #202 Adutora #203 Adutora #204 Adutora #205 Adutora #206 Adutora #207 Adutora #208 Adutora #209 Adutora #210 Adutora #211 Adutora #212 Adutora #213 Adutora #214 Adutora #215 Adutora #216 Adutora #217 Adutora #218 Adutora #219 Adutora #220 Adutora #221 Adutora #222 Adutora #223 Adutora #224 Adutora #225 Adutora #226 Adutora #227 Adutora #228 Adutora #229 Adutora #230 Adutora #231 Adutora #232 Adutora #233 Adutora #234 Adutora #235 Adutora #236 Adutora #237 Adutora #238 Adutora #239 Adutora #240 Adutora #241 Adutora #242 Adutora #243 Adutora #244 Adutora #245 Adutora #246 Adutora #247 Adutora #248 Adutora #249 Adutora #250 Adutora #251 Adutora #252 Adutora #253 Adutora #254 Adutora #255 Adutora #256 Adutora #257 Adutora #258 Adutora #259 Adutora #260 Adutora #261 Adutora #262 Adutora #263 Adutora #264 Adutora #265 Adutora #266 Adutora #267 Adutora #268 Adutora #269 Adutora #270 Adutora #271 Adutora #272 Adutora #273 Adutora #274 Adutora #275 Adutora #276 Adutora #277 Adutora #278 Adutora #279 Adutora #280 Adutora #281 Adutora #282 Adutora #283 Adutora #284 Adutora #285 Adutora #286 Adutora #287 Adutora #288 Adutora #289 Adutora #290 Adutora #291 Adutora #292 Adutora #293 Adutora #294 Adutora #295 Adutora #296 Adutora #297 Adutora #298 Adutora #299 Adutora #300 Adutora #301 Adutora #302 Adutora #303 Adutora #304 Adutora #305 Adutora #306 Adutora #307 Adutora #308 Adutora #309 Adutora #310 Adutora #311 Adutora #312 Adutora #313 Adutora #314 Adutora #315 Adutora #316 Adutora #317 Adutora #318 Adutora #319 Adutora #320 Adutora #321 Adutora #322 Adutora #323 Adutora #324 Adutora #325 Adutora #326 Adutora #327 Adutora #328 Adutora #329 Adutora #330 Adutora #331 Adutora #332 Adutora #333 Adutora #334 Adutora #335 Adutora #336 Adutora #337 Adutora #338 Adutora #339 Adutora #340 Adutora #341 Adutora #342 Adutora #343 Adutora #344 Adutora #345 Adutora #346 Adutora #347 Adutora #348 Adutora #349 Adutora #350 Adutora #351 Adutora #352 Adutora #353 Adutora #354 Adutora #355 Adutora #356 Adutora #357 Adutora #358 Adutora #359 Adutora #360 Adutora #361 Adutora #362 Adutora #363 Adutora #364 Adutora #365 Adutora #366 Adutora #367 Adutora #368 Adutora #369 Adutora #370 Adutora #371 Adutora #372 Adutora #373 Adutora #374 Adutora #375 Adutora #376 Adutora #377 Adutora #378 Adutora #379 Adutora #380 Adutora #381 Adutora #382 Adutora #383 Adutora #384 Adutora #385 Adutora #386 Adutora #387 Adutora #388 Adutora #389 Adutora #390 Adutora #391 Adutora #392 Adutora #393 Adutora #394 Adutora #395 Adutora #396 Adutora #397 Adutora #398 Adutora #399 Adutora #400 Adutora #401 Adutora #402 Adutora #403 Adutora #404 Adutora #405 Adutora #406 Adutora #407 Adutora #408 Adutora #409 Adutora #410 Adutora #411 Adutora #412 Adutora #413 Adutora #414 Adutora #415 Adutora #416 Adutora #417 Adutora #418 Adutora #419 Adutora #420 Adutora #421 Adutora #422 Adutora #423 Adutora #424 Adutora #425 Adutora #426 Adutora #427 Adutora #428 Adutora #429 Adutora #430 Adutora #431 Adutora #432 Adutora #433 Adutora #434 Adutora #435 Adutora #436 Adutora #437 Adutora #438 Adutora #439 Adutora #440 Adutora #441 Adutora #442 Adutora #443 Adutora #444 Adutora #445 Adutora #446 Adutora #447 Adutora #448 Adutora #449 Adutora #450 Adutora #451 Adutora #452 Adutora #453 Adutora #454 Adutora #455 Adutora #456 Adutora #457 Adutora #458 Adutora #459 Adutora #460 Adutora #461 Adutora #462 Adutora #463 Adutora #464 Adutora #465 Adutora #466 Adutora #467 Adutora #468 Adutora #469 Adutora #470 Adutora #471 Adutora #472 Adutora #473 Adutora #474 Adutora #475 Adutora #476 Adutora #477 Adutora #478 Adutora #479 Adutora #480 Adutora #481 Adutora #482 Adutora #483 Adutora #484 Adutora #485 Adutora #486 Adutora #487 Adutora #488 Adutora #489 Adutora #490 Adutora #491 Adutora #492 Adutora #493 Adutora #494 Adutora #495 Adutora #496 Adutora #497 Adutora #498 Adutora #499 Adutora #500 Adutora #501 Adutora #502 Adutora #503 Adutora #504 Adutora #505 Adutora #506 Adutora #507 Adutora #508 Adutora #509 Adutora #510 Adutora #511 Adutora #512 Adutora #513 Adutora #514 Adutora #515 Adutora #516 Adutora #517 Adutora #518 Adutora #519 Adutora #520 Adutora #521 Adutora #522 Adutora #523 Adutora #524 Adutora #525 Adutora #526 Adutora #527 Adutora #528 Adutora #529 Adutora #530 Adutora #531 Adutora #532 Adutora #533 Adutora #534 Adutora #535 Adutora #536 Adutora #537 Adutora #538 Adutora #539 Adutora #540 Adutora #541 Adutora #542 Adutora #543 Adutora #544 Adutora #545 Adutora #546 Adutora #547 Adutora #548 Adutora #549 Adutora #550 Adutora #551 Adutora #552 Adutora #553 Adutora #554 Adutora #555 Adutora #556 Adutora #557 Adutora #558 Adutora #559 Adutora #560 Adutora #561 Adutora #562 Adutora #563 Adutora #564 Adutora #565 Adutora #566 Adutora #567 Adutora #568 Adutora #569 Adutora #570 Adutora #571 Adutora #572 Adutora #573 Adutora #574 Adutora #575 Adutora #576 Adutora #577 Adutora #578 Adutora #579 Adutora #580 Adutora #581 Adutora #582 Adutora #583 Adutora #584 Adutora #585 Adutora #586 Adutora #587 Adutora #588 Adutora #589 Adutora #590 Adutora #591 Adutora #592 Adutora #593 Adutora #594 Adutora #595 Adutora #596 Adutora #597 Adutora #598 Adutora #599 Adutora #600 Adutora #601 Adutora #602 Adutora #603 Adutora #604 Adutora #605 Adutora #606 Adutora #607 Adutora #608 Adutora #609 Adutora #610 Adutora #611 Adutora #612 Adutora #613 Adutora #614 Adutora #615 Adutora #616 Adutora #617 Adutora #618 Adutora #619 Adutora #620 Adutora #621 Adutora #622 Adutora #623 Adutora #624 Adutora #625 Adutora #626 Adutora #627 Adutora #628 Adutora #629 Adutora #630 Adutora #631 Adutora #632 Adutora #633 Adutora #634 Adutora #635 Adutora #636 Adutora #637 Adutora #638 Adutora #639 Adutora #640 Adutora #641 Adutora #642 Adutora #643 Adutora #644 Adutora #645 Adutora #646 Adutora #647 Adutora #648 Adutora #649 Adutora #650 Adutora #651 Adutora #652 Adutora #653 Adutora #654 Adutora #655 Adutora #656 Adutora #657 Adutora #658 Adutora #659 Adutora #660 Adutora #661 Adutora #662 Adutora #663 Adutora #664 Adutora #665 Adutora #666 Adutora #667 Adutora #668 Adutora #669 Adutora #670 Adutora #671 Adutora #672 Adutora #673 Adutora #674 Adutora #675 Adutora #676 Adutora #677 Adutora #678 Adutora #679 Adutora #680 Adutora #681 Adutora #682 Adutora #683 Adutora #684 Adutora #685 Adutora #686 Adutora #687 Adutora #688 Adutora #689 Adutora #690 Adutora #691 Adutora #692 Adutora #693 Adutora #694 Adutora #695 Adutora #696 Adutora #697 Adutora #698 Adutora #699 Adutora #700 Adutora #701 Adutora #702 Adutora #703 Adutora #704 Adutora #705 Adutora #706 Adutora #707 Adutora #708 Adutora #709 Adutora #710 Adutora #711 Adutora #712 Adutora #713 Adutora #714 Adutora #715 Adutora #716 Adutora #717 Adutora #718 Adutora #719 Adutora #720 Adutora #721 Adutora #722 Adutora #723 Adutora #724 Adutora #725 Adutora #726 Adutora #727 Adutora #728 Adutora #729 Adutora #730 Adutora #731 Adutora #732



Alt.	ETE e processo de tratamento	Características do recalque	Traçado e perfil de elevação da elevatória
A3	ETE Recanto da Ilha. Vazão de 1,4 L/s e tratamento por UASB	ETE está na cota 4 m e o polo na cota 90 m. A elevação máxima no caminhamento é 91 m. Linha de recalque estimada em 9,9 km e desnível geométrico de 87 m. Praticamente toda a extensão em tubulação pressurizada DN450. AMT total do sistema = 134 m. Potência estimada da elevatória para recalque de 200 L/s: 378 kW (514 CV).	Legenda Estudos de Caso EC#1 Pontos ★ Polo Industrial José Aprígio Vilela Adutoras — Adutora #3 — Polo Industrial José Aprígio Vilela — ETE Recanto da Ilha — Adutora #3 — Polo Industrial José Aprígio Vilela Marcelhal Decidoro ETE-usuário Por potencial de reúso [116] Por potencial de reúso [116] C - Baixa oferta, alta demanda [12] Divisões administrativas Municípios [102] Outorgas Por vazão (L/s) 1 - 10 > 100 AL Satélite Google Satellite

Figura 16 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A3, traçado e perfil da adutora

Alt.	ETE e processo de tratamento	Características do recalque	Traçado e perfil de elevação da elevatória
A4	ETE Pilar (proposta). Vazão proposta de 100 L/s. Já com processo MBR, possibilitando o reúso, e lançamento de efluente com alta qualidade no corpo receptor.	ETE está na cota 119 m e o polo na cota 90 m. A elevação máxima no caminhamento é 125 m. A linha de recalque estimada de 18,1 km e desnível geométrico de 16 m. Trecho de 4,1 km pressurizado DN450 e demais 14,0 km conduto forçado por gravidade DN500. Potência estimada da elevatória para recalque de 200 L/s: 91 kW (124 CV).	

Figura 17 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa A4, traçado e perfil da adutora

Legenda: CV: cavalos (potência). DN: diâmetro nominal da tubulação. kW: kilowatts (potência).

Fonte: elaborado pelos autores.

Avaliando-se as alternativas acima, a partir somente da ótica do recalque de água de reúso, escolheu-se a Alternativa A4 como a mais adequada e que será detalhada neste Estudo de Caso, pelo seguintes motivos:

- Resulta na menor potência requerida de recalque, uma vez que a ETE está em cota elevada em relação à área do polo, ao contrário das demais ETEs, que estão em cota cerca de 90 m inferior. Para as alternativas A1, A2 e A3, as potências de recalque estão na ordem de 400-600 CV, enquanto para a A4 está na ordem de 100 CV.



- Resulta em incremento do tratamento de esgotos a partir da implantação de uma nova ETE em um município com alto déficit de tratamento. Isto é, a expansão do saneamento nessa região pode ser executada, já se planejando a oferta de água de reúso a potenciais clientes industriais próximos.
- Ainda que tenha a maior extensão de linha de recalque, o caminhamento não passa por áreas altamente urbanizadas, como é o caso das demais ETEs, principalmente a ETE Caçador. Obras lineares em áreas urbanas adensadas são extremamente complexas e custosas, sendo preferível evitá-las.

A Tabela 32 apresenta as premissas definidas para o projeto esquemático da A4.

Tabela 32 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Premissas para projeto esquemático

Tema	Descrição
Demandas	A demanda total do polo é de 389,1 L/s. Conforme dados da Braskem (2025), 96% da demanda atual da planta que está no polo é para fins não potáveis. Pode-se assumir, assim, que quase a totalidade da água utilizada no polo pode ser suprida por água de reúso não potável, ainda que haja usos que requeiram padrões de qualidade diferentes, como água clarificada para usos menos exigentes e água desmineralizadas para os mais sensíveis. Para fins de projeto, definiu-se que a vazão de projeto de demanda é de 400 L/s. Como será visto à frente, esse valor é muito superior à oferta de esgotos pela ETE Pilar proposta, isto é, pequenas alterações na vazão de demanda não impactam o projeto, dado que estará limitado pela oferta.
Estação Produtora de Água de Reúso (EPAR)	ETE: ETE Pilar (proposta), com capacidade de 100 L/s e processo MBR. Valor definido com base no déficit de saneamento da cidade, estimado em 92,5 L/s a partir de dados do Sinisa (<i>vide Item 3.3.1</i>). Vazão de projeto: 100 L/s de água de esgoto afluente. Esses 100 L/s serão tratados para produção de água com elevado grau de qualidade, mas não totalmente desmineralizada. Essa água é adequada para usos, como reposição de sistemas de resfriamento. Água de reúso: vazão de 83,3 L/s. Produzida a partir de efluente secundário. Essa água será produzida por processo MBR, com aproveitamento igual $Y_{MBR} = 98\%$. Uma parcela dessa água será submetida à OR para remoção parcial de sais, dado que é sabido que, em regiões litorâneas, os sólidos dissolvidos totais no esgoto municipal tendem a ser mais elevados. Definiu-se que 50% da água oriunda do MBR será submetida à OR, a qual possui aproveitamento $Y_{OR} = 70\%$. Assim, a partir dos 100 L/s disponíveis, será possível a produção de água de reúso igual a $100 \times 0,98 \times (50\% \times 0,70 + 50\%) = 83,3 \text{ L/s}$.

Tema	Descrição
Adução	Para dimensionamento da adução, usou-se o valor de 100 L/s, ligeiramente superior aos 83,3 L/s de água de reúso produzida. O traçado foi realizado priorizando-se sistema viário já existente. Os diâmetros foram definidos com base na equação de Bresse e na otimização das perdas de carga. Para adução, considerou-se recalque por bombas até o trecho mais alto do caminhamento, com pressão excedente de 10 mca nesse ponto. A partir desse ponto, a água segue por conduto forçado por gravidade até o ponto de uso.
Reservação	Reservatório de água de reúso com TRH ~4h, resultando em 2.880 m ³ .
Estimativas de custos	Os Capex e Opex de tratamento, adução e reservação, bem como os cálculos financeiros, foram realizados conforme equações apresentadas no Apêndice D. Adicionalmente, foram utilizados os seguintes valores: • EE_{MBR}: 0,50 kWh/m³ (consumo específico de energia elétrica no MBR) • Tarifa de energia elétrica: R\$0,85/kWh • n = 70% (rendimento das bombas) • N = 30 anos (horizonte de projeto) • i = 12% aa (taxa de juros ao ano)

Legenda: MBR: biorreator com membranas. OR: osmose reversa.

Fonte: elaborado pelos autores.

A Tabela 33 apresenta Capex, Opex e custos unitários obtidos, assim como os demais resultados do dimensionamento.



Tabela 33 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprício Vilela. Estimativas de Capex, Opex e custos unitários

Grupo	Item	Unid.	Alternativa A4 – ETE Pilar abastecendo o polo	% do total (quando aplicável)
Vazões	ETE	-	Pilar	-
	Q _{ETE} (afluente)	L/s	100	-
	Processo EPAR	-	MBR + 50%OR	-
	QEPAR (água de reúso)	L/s	83,3	-
Capex	EPAR	R\$	R\$35.882.946	62,1%
	Reservatório	R\$	R\$1.077.672	1,9%
	Estação elevatória	R\$	R\$1.604.833	2,8%
	Adução	R\$	R\$19.235.205	33,3%
	Total Capex	R\$	R\$57.800.656	100%
Opex	EPAR	R\$/ano	R\$6.566.668	83,3%
	Reservatório	R\$/ano	R\$48.495	0,6%
	Adução	R\$/ano	R\$1.265.088	16,1%
	Total Opex	R\$/ano	R\$7.880.251	100%
Recalque	L recalque (comprimento linha recalque)	km	18,14	-
	AMT (altura manométrica total)	m	31,2	-
	Potência requerida	CV	60	-
Variáveis e indicadores	Capex unitário	R\$MM/(m³/s)	R\$ 693,89	-
	Opex unitário	R\$/m³	R\$ 3,00	-
	Opex anual / Capex	-	13,6%	-
	Custo unitário	R\$/m³	R\$ 5,73	-

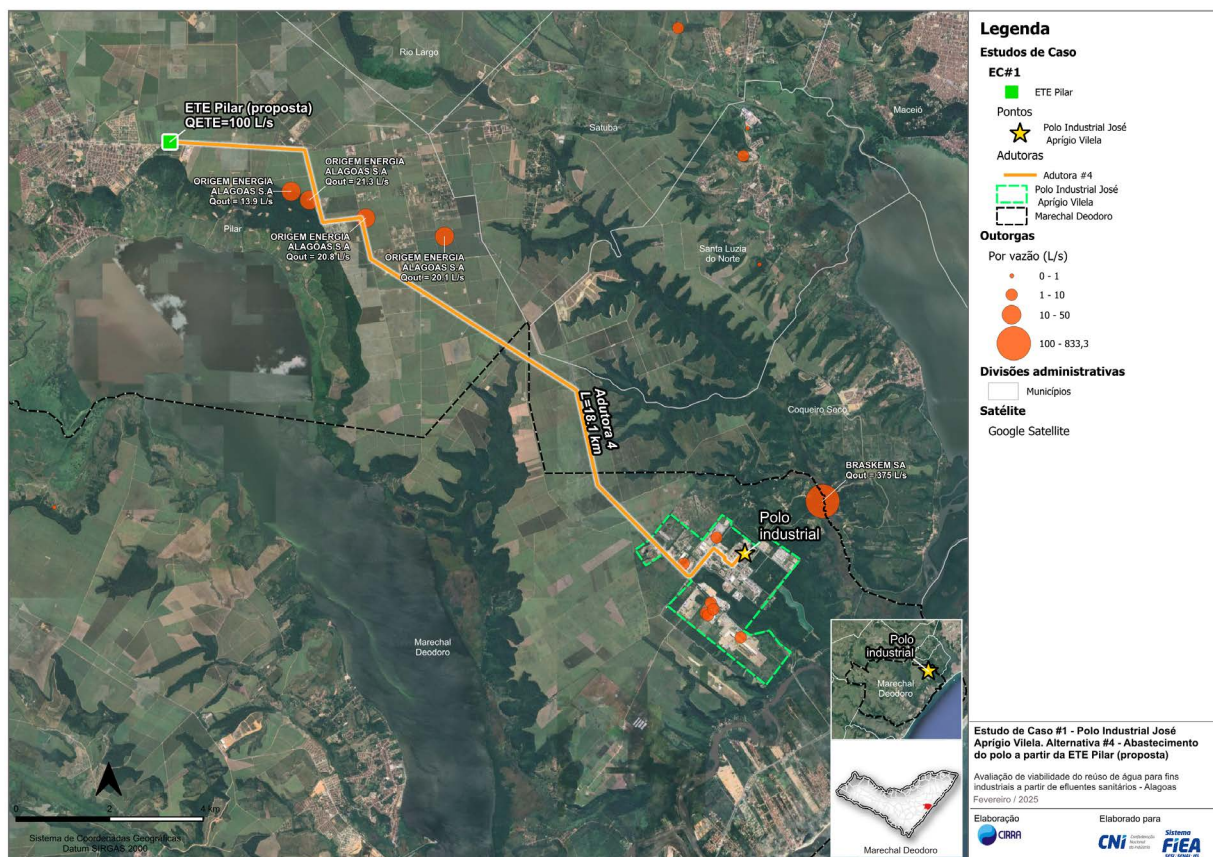
Legenda: MBR: biorreator com membranas. OR: osmose reversa.

Fonte: elaborado pelos autores.

O Capex total estimado é de R\$57,8 milhões, e o Opex anual é de R\$7,9 milhões, ou 13,6% do Capex. O Opex unitário é de R\$3,00/m³, o que resulta em valor unitário de **R\$5,73**, considerando-se aplicação do Capex no ano zero, horizonte de 30 anos e taxa de juros de 12% ao ano (ver **Apêndice C**). Vê-se que o custo com adutora é elevado, representando 33,3% do Capex. No entanto, o Opex de adução é relativamente mais baixo, sendo 16,1% do Opex anual.

O Mapa 22 mostra a localização da ETE Pilar e a adutora proposta.

Mapa 22 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Alternativa 4: ETE Pilar e linha de recalque até o polo



Fonte: elaborado pelos autores.



5.1.3 POSSIBILIDADE DE ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS DA ORIGEM ENERGIA EM PILAR

Durante a concepção deste estudo de caso, detectou-se também a possibilidade de atendimento de demandas da empresa Origem Energia em Pilar. Neste item, é apresentado breve estudo de atendimento a essas demandas, as quais, ainda que menores que as do Polo Industrial José Aprígio Vilela em Marechal Deodoro, estão mais próximas à ETE Pilar proposta.

Ao total são quatro outorgas concedidas à Origem Energia, as quais somam 76,2 L/s, conforme mostra a Tabela 34.

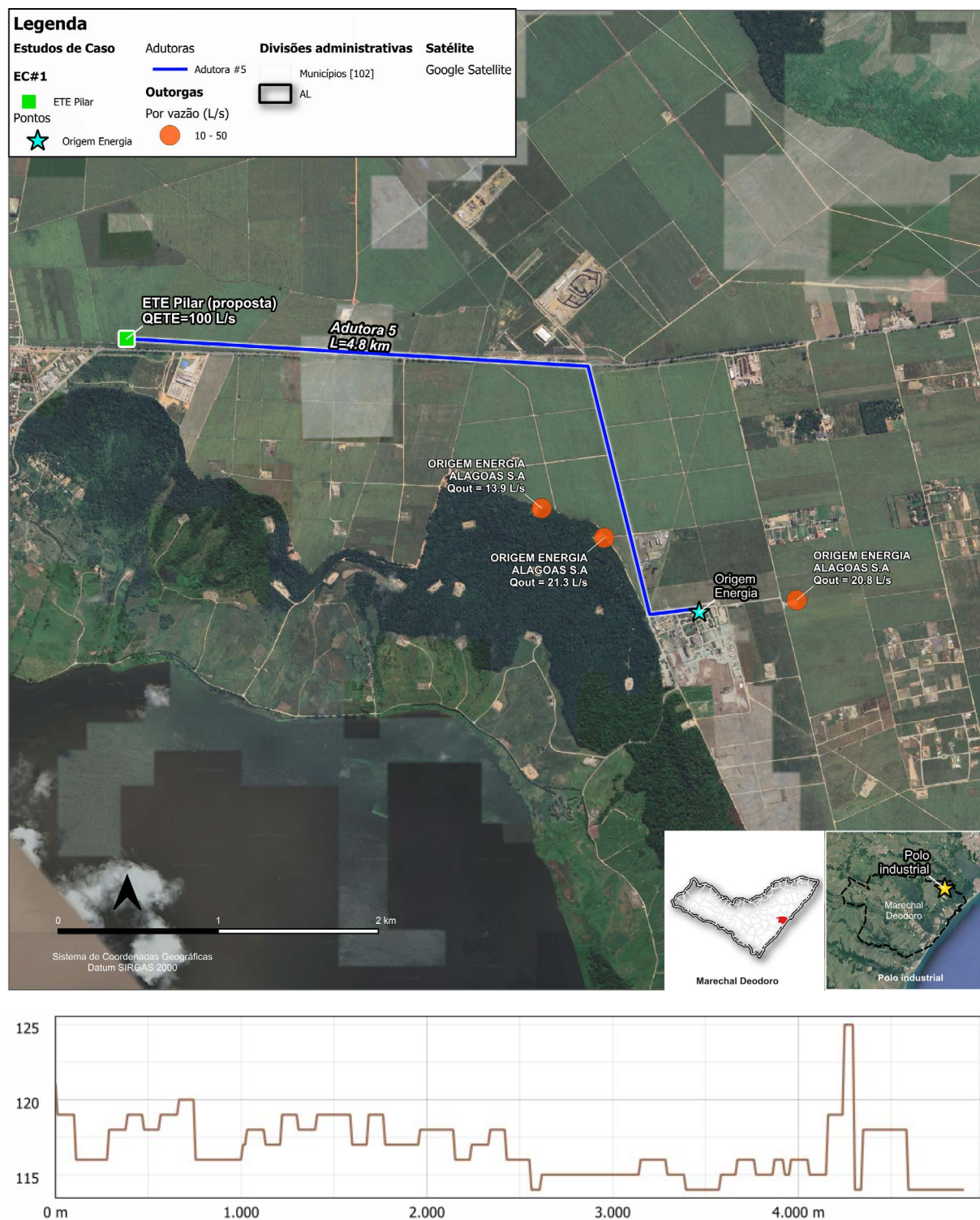
Tabela 34 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação alternativa de atendimento de demandas em Pilar. Relação das outorgas da Origem Energia

Usuário	CNAE - Divisão	CNAE - Subclasse	Qout (L/s)	Manancial	Lat	Lon
Origem Energia Alagoas S.A	35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	D-3511-5/01 - Geração de energia elétrica	13,9	Subterrâneo	-9,599927778	-35,91404167
Origem Energia Alagoas S.A	35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	D-3511-5/01 - Geração de energia elétrica	21,3	Subterrâneo	-9,601608333	-35,91048056
Origem Energia Alagoas S.A	35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	D-3511-5/01 - Geração de energia elétrica	20,1	Subterrâneo	-9,608713889	-35,88414167
Origem Energia Alagoas S.A	35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	D-3511-5/01 - Geração de energia elétrica	20,8	Subterrâneo	-9,605152778	-35,89952222
Total	-	-	76,2	-	-	-

Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

A Figura 18 mostra as outorgas, a ETE Pilar, a adutora proposta (comprimento de 4,8 km) e o perfil de elevação do terreno do caminhamento da tubulação.

Figura 18 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação alternativa de atendimento de demandas em Pilar. ETE Pilar e linha de recalque



Fonte: elaborado pelos autores.



A Tabela 35 apresenta as estimativas de Capex e Opex.

Tabela 35 – Estudo de Caso #1 – Polo Industrial José Aprígio Vilela. Avaliação alternativa de atendimento de demandas em Pilar. Estimativas de Capex, Opex e custos unitários

Grupo	Item	Unid.	Alternativa Origem Energia	% do total (quando aplicável)
Vazões	ETE	-	Pilar	-
	Q _{ETE} (afluente)	L/s	76	-
	Processo EPAR	-	MBR + 50%OR	-
	QEPAR (água de reúso)	L/s	63,5	-
Capex	EPAR	R\$	R\$28.436.200	80,0%
	Reservatório	R\$	R\$888.535	2,5%
	Estação elevatória	R\$	R\$1.406.242	4,0%
	Adução	R\$	R\$4.798.860	13,5%
	Total Capex	R\$	R\$35.529.837	100%
Opex	EPAR	R\$/ano	R\$5.277.399	91,0%
	Reservatório	R\$/ano	R\$39.984	0,7%
	Adução	R\$/ano	R\$480.275	8,3%
	Total Opex	R\$/ano	R\$5.797.658	100%
Recalque	L recalque (comprimento linha recalque)	km	4,83	-
	AMT (altura manométrica total)	m	25,2	-
	Potência requerida	CV	37	-
Variáveis e indicadores	Capex unitário	R\$MM/(m³/s)	R\$ 559,75	-
	Opex unitário	R\$/m³	R\$ 2,90	-
	Opex anual / Capex	-	16,3%	-
	Custo unitário	R\$/m³	R\$ 5,10	-

Fonte: elaborado pelos autores.

O Capex total estimado é de R\$35,5 milhões, e o Opex anual é de R\$5,9 milhões, ou 16,3% do Capex. O Opex unitário é de R\$2,90/m³, o que resulta em valor unitário de **R\$5,10**, considerando-se aplicação do Capex no ano zero, horizonte de 30 anos e taxa de juros de 12% ao ano (ver **Apêndice C**).

Os custos absolutos são substancialmente menores àqueles estimados para abastecimento do polo industrial, mas os valores unitários não são tão diferentes, ainda que também inferiores. Isso porque o maior custo da alternativa A4 para abastecimento do polo industrial se refere à implantação da adutora de 18,1 km, mas os custos operacionais dessa adução não são elevados, já que há condições manométricas favoráveis.

5.1.4 DISCUSSÃO SOBRE O ESTUDO DE CASO

O Polo Industrial José Aprigio Vilela possui um dos maiores usos industriais de água do estado. Possui outorgas que somam quase 400 L/s, dos quais a maior parte pode ser suprida por água de reúso.

Neste estudo de caso, propõe-se que a água de reúso seja fornecida por uma nova ETE a ser implantada no município vizinho de Pilar, a ETE Pilar, dado que as condições topográficas para transporte da água são mais favoráveis quando comparado a bombear a água das ETEs localizadas ao nível do mar, como a ETE Emissário Submarino e a ETE Caçadores. O desnível geométrico pode chegar a quase 100 metros entre a área do polo e o nível do mar, requerendo elevadas potências de recalque.

O município de Pilar possui baixo índice de tratamento de esgotos (18%) e será inevitável a implantação de novas ETEs para universalização do tratamento na cidade. Nas proximidades da área proposta para a ETE Pilar, há demandas não somente do polo, mas também da Origem Energia, conforme explorado no **Item 5.1.3**.

Todas as microbacias hidrográficas locais estão em níveis muito elevados de criticidade hídrica, o que indica a urgência de substituição das fontes atuais de água. Ainda que a ETE Pilar proposta não tenha vazão suficiente para suprir todas as demandas não potáveis dos potenciais usuários, a redução, ainda que parcial, das captações de mananciais naturais já opera positivamente na redução do estresse hídrico local.

A adutora proposta para abastecimento do polo possui comprimento elevado (18,1 km), o que resulta em Capex substancial com obras lineares. No entanto, as condições manométricas são favoráveis para o transporte, dado que a ETE Pilar proposta estará mais elevada que o polo, reduzindo os custos operacionais com recalque. No caso do abastecimento da Origem Energia em Pilar, a adutora possui 4,8 km.

Entende-se, por fim, como importante oportunidade de reúso no estado a expansão do tratamento no município de Pilar, com possibilidade de fornecimento de água de reúso a esses clientes industriais em Marechal Deodoro (Polo Industrial José Aprigio Vilela) e na própria cidade de Pilar (Origem Energia).

5.2 ESTUDO DE CASO #2 – ETE TEOTÔNIO VILELA

5.2.1 CONTEXTO

Teotônio Vilela está na Região de Planejamento Tabuleiros do Sul, sendo o município com as maiores vazões outorgadas para indústria do estado, com total de 1.437 L/s. O município possui uma ETE (a ETE Teotônio Vilela), que possui processo de Lagoas. As bases de dados obtidas não apresentam dados de vazão da ETE, mas neste tópico foram feitas estimativas de sua capacidade.

Conforme os resultados do Modelo ETE-usuário (**Item 4.1**), a ETE Teotônio Vilela foi identificada com o Grupo C, ou seja, baixa oferta de esgoto e altas demandas industriais próximas. A aplicação do Mode-



lo do IAR (**Item 4.2**) classificou a região de Teotônio Vilela, juntamente com a do Marechal Deodoro e Maceió, entre as com maior aptidão ao reúso.

Nas proximidades da ETE, há três outorgas importantes que somam 1.427 L/s para as finalidades de Fabricação de produtos alimentícios (Açúcar) e Eletricidade e gás (Geração de energia elétrica), conforme mostrado na Tabela 36.

Tabela 36 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Relação das outorgas próximas

Usuário	CNAE - Divisão	CNAE - Subclasse	Qout (L/s)	Manancial	Lat	Lon
Usinas Seresta SA	10 - Fabricação de produtos alimentícios	C-1071-6/00 - Fabricação de açúcar em bruto	833	Superficial	-9,91358333	-36,33105556
Impacto Bioenergia Alagoas S/A	35 - Eletricidade, gás e outras utilidades	D-3511-5/01 - Geração de energia elétrica	583	Superficial	-9,91358333	-36,33105556
Usinas Seresta S/A	10 - Fabricação de produtos alimentícios	C-1071-6/00 - Fabricação de açúcar em bruto	10	Superficial	-9,91571944	-36,32036944
Total	-	-	1.427	-	-	-

Fonte de dados: ANA (2025) e SEMARH/AL (2025). Elaborado pelos autores.

A Figura 19 mostra a localização da ETE e das outorgas próximas.

Figura 19 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Visão geral da ETE e das outorgas próximas

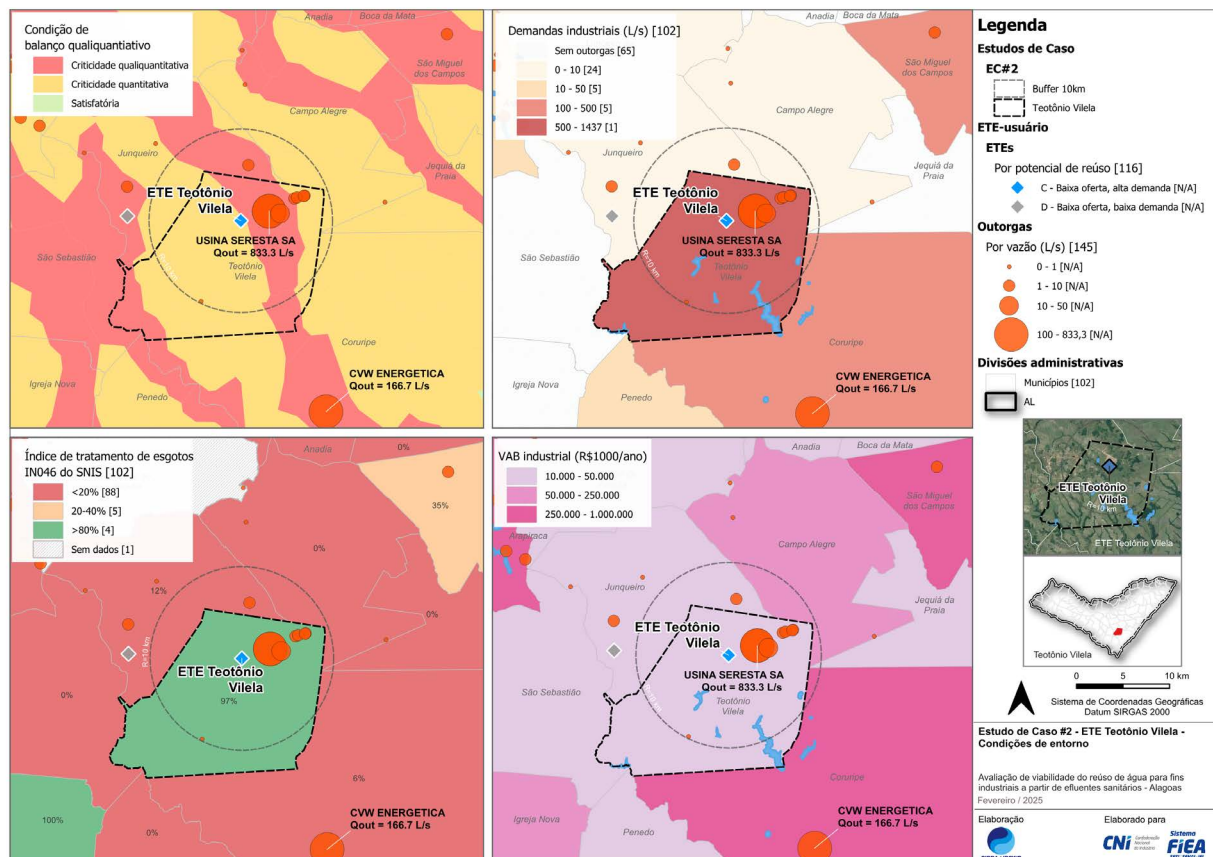


Fonte: elaborado pelos autores.



O Mapa 23 mostra as condições de contorno da área próxima à ETE.

Mapa 23 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Condições de entorno



Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação às condições de entorno da unidade, tem-se:

- **Balanço hídrico qualiquantitativo.** Toda a área do município e de todos seus vizinhos encontra-se em criticidade qualiquantitativa ou quantitativa, indicando elevado grau de estresse hídrico.
- **Tratamento de esgotos.** O índice de tratamento de esgotos de Teotônio Vilela é 97%, indicando que, segundo os dados do Sinisa, o tratamento está praticamente universalizado. Há somente uma ETE no município, a própria ETE Teotônio Vilela. Todos os municípios vizinhos, no entanto, apresentam índices abaixo de 20%.
- **Demandas de água pela indústria.** Teotônio Vilela possui as maiores vazões outorgadas à indústria do estado, com vazão de 1.437 L/s. Os municípios vizinhos de Coruripe, Campo Alegre e Junqueiro também apresentam vazões relevantes, o que torna a região de Tabuleiros do Sul a detentora das maiores vazões industriais de Alagoas.

- **VAB industrial.** Teotônio Vilela não está entre os municípios com maior VAB industrial do estado, mas, nas proximidades Coruripe e Campo Alegre, apresenta VAB relevante.

Como já comentado, não foram encontrados dados de vazão afluente ou de projeto da ETE Teotônio Vilela. Portanto, procedeu-se à estimativa das vazões a partir dos dois métodos descritos a seguir:

- **Método 1:** a partir dos valores do Sinisa. Q_{ETE} estimada = **71,8 L/s**.
 - A cidade de Teotônio Vilela possui apenas uma ETE, a própria ETE Teotônio Vilela. Em 2022, a vazão de esgoto tratado foi de 71,8 L/s (MCidades, 2025), sendo, portanto, razoável assumir que a estação foi responsável por tratar essa vazão.
- **Método 2:** a partir das dimensões obtidas por imagem de satélite. Q_{ETE} estimada = **entre 72 e 83 L/s**.
 - Por meio de imagens de satélite, é possível obter a área superficial (A_{sup}) das lagoas. Pela descrição do tratamento e arranjo das unidades, verifica-se que se trata de uma lagoa anaeróbia seguida de uma facultativa. Ao assumir valores de altura útil (a partir de valores típicos de projeto para esse tipo de sistema), é possível chegar a volumes úteis aproximados. Assumiu-se H_{útil} (altura útil) de 4,0 m para a lagoa anaeróbia e de 1,5 m para a facultativa.
 - Tendo em mãos os volumes úteis, é possível estimar a vazão de projeto a partir dos Tempos de Retenção Hidráulica (TRH) típicos para esse tipo de sistema. Para lagoas anaeróbias, assumiu-se TRH = 4 dias, e para a facultativa TRH = 7 dias.
 - Com isso, chegou-se aos valores apresentados na Tabela 37, resultando em Q_{ETE} = 80 L/s para a ETE Teotônio Vilela.


Tabela 37 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Estimativa de vazão de projeto da ETE Teotônio Vilela

Item	Lagoa 1 Anaeróbia	Lagoa 2 Facultativa	Unid.	Nome	Obs.
Asup	6.250	28.875	m ²	Área superficial	Obtida por imagem de satélite
Hútil	4,0	1,5	m ³	Altura útil	Assumidos com base em valores típicos de projeto
Vútil	25.000	43.313	m ³	Volume útil	Calculado. Por simplificação, não foram considerados os taludes no cálculo do volume.
TRH	3,5	7,0	d	Tempo de retenção hidráulica	Valores assumidos com base em valores típicos de projeto
	84	168	h		
Qproj estimada	82,7	71,6	L/s	Vazão de projeto estimada	Calculada com base no Vútil e TRH

Fonte: elaborado pelos autores.

Os valores calculados por ambos os métodos são próximos, indicando convergência nas estimativas. Desse modo, para fins deste estudo de caso, adotou-se o valor arredondado de $Q_{ETE} = 80 \text{ L/s}$.

5.2.2 PROJETO ESQUEMÁTICO

A Tabela 38 apresenta as premissas definidas para o projeto esquemático.

Tabela 38 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Premissas para projeto esquemático

Tema	Descrição
Demandas	A demanda total considerando as três outorgas é de 1.427 L/s, valor muito superior à oferta potencial de 80 L/s. Ainda que consideremos que somente uma parte dos 1.427 L/s poderiam ser supridos por água de reúso, seguramente esse valor seria superior aos 80 L/s. Portanto, nesse caso, a vazão de água de reúso a ser produzida é limitada pela oferta e não pela demanda. Será considerada vazão de esgoto afluente de 80 L/s. Conforme abordado abaixo, a vazão efetiva de água de reúso será menor, em razão das inerentes perdas de água durante o tratamento.
Estação Produtora de Água de Reúso (EPAR)	ETE: ETE Teotônio Vilela, com capacidade de 80 L/s e processo atual de lagoas. Para produção de água de reúso, propõe-se substituição completa do sistema atual por um MBR. Vazão de projeto: 80 L/s de água de esgoto afluente. Dada a limitação de oferta de esgotos, serão supridas somente as demandas de água clarificada, as quais já somam 120 L/s. Água de reúso: vazão de 66,7 L/s. Produzida a partir dos 80 L/s de esgoto afluente. Essa água será produzida por processo MBR, com aproveitamento igual $Y_{MBR} = 98\%$. Uma parcela dessa água será submetida à OR para remoção parcial de sais, dado que é sabido que, em regiões litorâneas, os sólidos dissolvidos totais no esgoto municipal tendem a ser mais elevados. Definiu-se que 50% da água oriunda do MBR será submetida à OR, a qual possui aproveitamento $Y_{OR} = 70\%$. Assim, a partir dos 80 L/s disponíveis, será possível a produção de água de reúso igual a $80 \times 0,98 \times (50\% \times 0,70 + 50\%) = 66,7$ L/s.
Adução	Para dimensionamento da adução, usou-se valor de 80 L/s, ligeiramente superior aos 66,7 L/s de água de reúso produzida. O traçado foi realizado priorizando-se sistema viário já existente. Os diâmetros foram definidos com base na equação de Bresse e na otimização das perdas de carga. Para adução, considerou-se recalque por bombas até o trecho mais alto do caminhamento, com pressão excedente de 10 mca nesse ponto. A partir desse ponto, a água segue por conduto forçado por gravidade até o ponto de uso.
Reservação	Reservatório de água de reúso com TRH ~4h, resultando em 1.152 m ³ .
Estimativas de custos	Capex e Opex de tratamento, adução e reservação, bem como os cálculos financeiros, foram realizados conforme equações apresentadas no Apêndice D. Adicionalmente, foram utilizados os seguintes valores: • EE_{MBR}: 0,50 kWh/m³ (consumo específico de energia elétrica no MBR) • Tarifa de energia elétrica: R\$0,85/kWh • $n = 70\%$ (rendimento das bombas) • $N = 30$ anos (horizonte de projeto) • $i = 12\%$ aa (taxa de juros ao ano)

Fonte: elaborado pelos autores.



A Tabela 39 apresenta Capex, Opex e custos unitários obtidos, assim como demais resultados do dimensionamento.

Tabela 39 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Estimativas de Capex, Opex e custos unitários

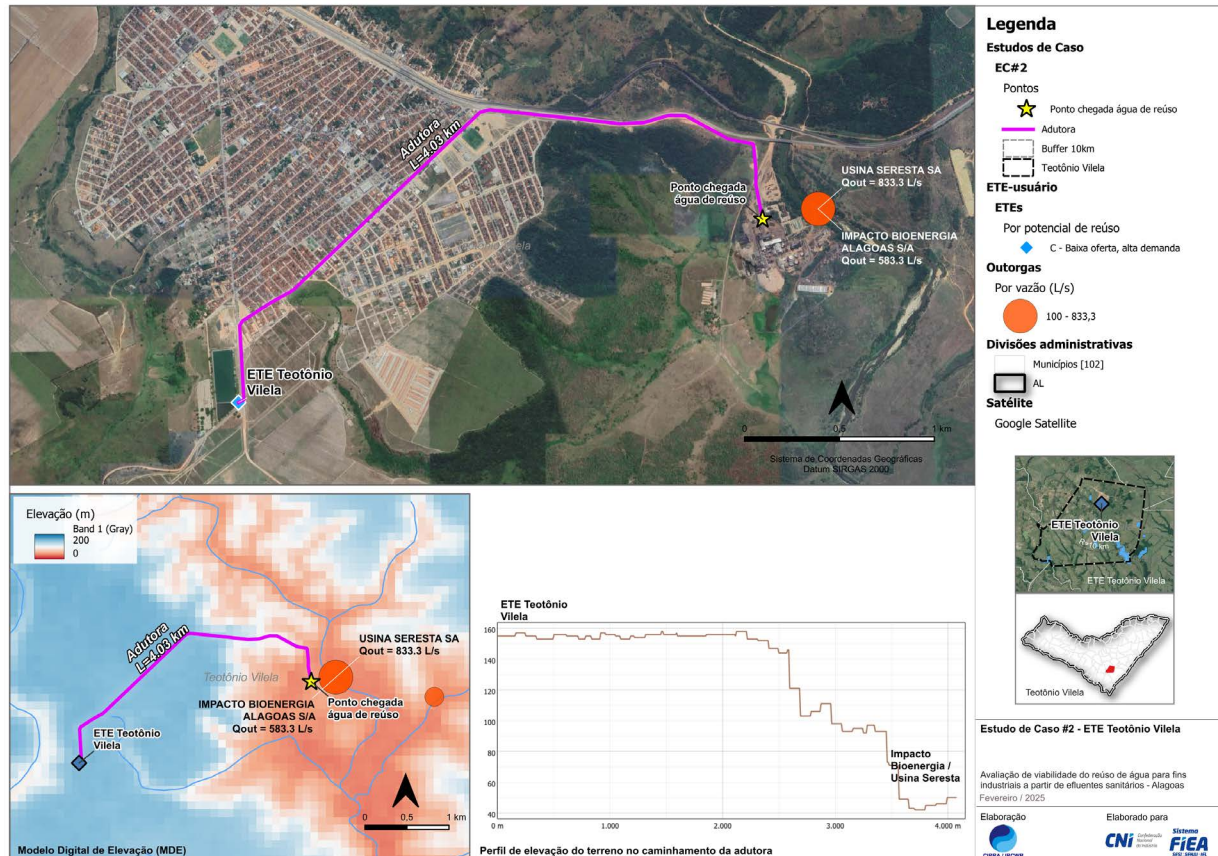
Grupo	Item	Unid.	EC2	% do total (quando aplicável)
Vazões	ETE	-	Teotônio Vilela	-
	Q_{ETE}	L/s	80	-
	Processo ETE	-	MBR + 50%OR	-
	QEPAR (água de reúso)	L/s	66,6	-
Capex	EPAR	R\$	R\$29.646.676	83,0%
	Reservatório	R\$	R\$919.773	2,6%
	Estação elevatória	R\$	R\$1.439.897	4,0%
	Adução	R\$	R\$3.715.755	10,4%
	Total Capex	R\$	R\$35.722.101	100%
Opex	EPAR	R\$/ano	R\$5.487.702	91,3%
	Reservatório	R\$/ano	R\$41.390	0,7%
	Adução	R\$/ano	R\$479.895	8,0%
	Total Opex	R\$/ano	R\$6.008.987	100%
Recalque	L recalque	km	4,03	-
	AMT	m	29,6	-
	Potência requerida	CV	45	-
Variáveis e indicadores	Capex unitário	R\$MM/(m³/s)	R\$ 446,53	-
	Opex unitário	R\$/m³	R\$ 2,38	-
	Opex anual / Capex	-	16,8%	-
	Custo unitário	R\$/m³	R\$ 4,14	-

Fonte: elaborado pelos autores.

O Capex total estimado é de R\$35,7 milhões, e o Opex anual é de R\$6,0 milhões, ou 16,8% do Capex. O Opex unitário é de R\$2,38/m³, o que resulta em valor unitário de **R\$4,14**, considerando-se aplicação do Capex no ano zero, horizonte de 30 anos e taxa de juros de 12% ao ano (ver 0). O Capex com adução representa 10,4% do total, ao contrário do EC#1, em que o valor era superior a 30%. O Opex com adução também é baixo, dado que a ETE está em cota superior à do usuário final.

O Mapa 24 mostra a localização da ETE Teotônio Vilela e a adutora proposta.

Mapa 24 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Visão geral e traçado da adutora

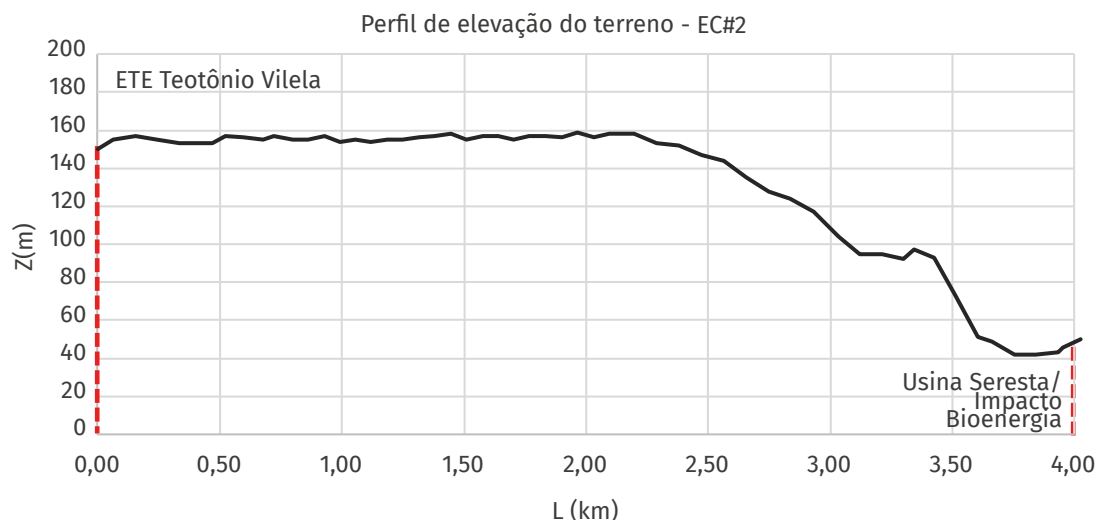


Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 20 mostra o perfil de elevação do terreno para o caminhamento proposto.



Figura 20 – Estudo de Caso #2 – ETE Teotônio Vilela. Perfil de elevação da adutora



Fonte: elaborado pelos autores.

5.2.3 DISCUSSÃO SOBRE O ESTUDO DE CASO

A ETE Teotônio Vilela possui processo simplificado de tratamento (Lagoas) e está próxima a indústrias hidrotensivas. Ainda que a vazão da ETE não seja conhecida, estimativas convergem para valores em torno de 80 L/s. As demandas industriais próximas estão na casa de 1.400 L/s, o que significa que, mesmo que todo o efluente seja reutilizado, a redução das captações será limitada.

Ainda assim, conforme comentado no Estudo de Caso 1, é premente a necessidade de redução das captações de mananciais naturais, principalmente em áreas em que todas as microbacias estão sob estresse elevado, como é o caso de Teotônio Vilela e de toda a Região de Planejamento de Tabuleiros do Sul.

O transporte da água até a área das empresas (Usina Seresta e Impacto Bioenergia) é facilitado, dado que ambas estão localizadas próximas a corpo d'água de onde extraem água. Como a adutora é relativamente curta (4,0 km), o Capex com obras lineares e o Opex de adução são baixos, cenário muito favorável para o reúso.

Portanto, entende-se como importante e viável oportunidade de reúso o abastecimento desses usuários com água de reúso produzida na ETE Teotônio Vilela, sendo necessário, obviamente, adequar a qualidade da água às necessidades dos clientes. O arranjo proposto de MBR + OR parcial permite produção de água com elevada qualidade, o que, no entanto, pode estar além ou aquém do necessário.





6 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Este estudo abordou o potencial de reúso industrial não potável no estado de Alagoas, com o objetivo de compreender onde estão e quais são as oportunidades de reúso de água a partir de efluentes sanitários tratados. Isso foi realizado com o uso de dois métodos que possuem abordagens diferentes, mas complementares, que buscam mapear e compreender as oportunidades de reúso para a indústria.

O primeiro é o **Método ETE-usuário**, que realiza avaliações individuais de cada ETE (estação de tratamento de esgotos) em relação aos usuários industriais próximos. O segundo é o **Índice de Aptidão de Reúso (IAR)**, o qual avalia todo o território de Alagoas e indica quais são as áreas que possuem maior potencial de reúso.

No **Item 2 – Metodologia**, os métodos são devidamente explicados, bem como são também apresentados os procedimentos de processamento de dados necessários, as bases de dados utilizadas e a estrutura geral do trabalho.

O **Item 3 – Caracterização do estado** apresenta as informações e os mapas sobre os principais temas relevantes, como demandas industriais, tratamento de esgotos, condição de balanço hídrico, características da indústria e legislação sobre reúso no estado. Essa caracterização teve como objetivo apresentar e analisar os principais fatores importantes ao tema de reúso, preparando o leitor para a compreensão dos resultados.

No **Item 4 – Resultados**, os resultados estão divididos conforme os dois métodos utilizados empregados.

O **Item 4.1 – ETE-usuário** apresenta os resultados da análise por ETE. Foram avaliadas 116 ETEs, levando-se em conta as características das próprias estações (vazões de projeto, tipo de tratamento, localização) e as das demandas industriais próximas (vazão outorgada, segmento de atividade, localização).

As ETEs foram classificadas conforme grupos de prioridade, sendo:

- **Grupo A:** ETEs com alta capacidade e altas demandas industriais nas proximidades.
- **Grupo B:** ETEs com alta capacidade, mas baixas demandas industriais nas proximidades.
- **Grupo C:** ETEs com baixa capacidade, mas altas demandas industriais nas proximidades.
- **Grupo D:** ETEs com baixa capacidade e baixas demandas industriais nas proximidades.

As ETEs do Grupo A apresentam maior potencial de reúso, enquanto as do Grupo D possuem o menor potencial. Os Grupos B e C são intermediários e apresentam potenciais de reúso de naturezas diferentes.

A Tabela 40 sintetiza os resultados obtidos pelo método ETE-usuário, conforme os grupos mencionados.


Tabela 40 – Síntese dos resultados – Modelo ETE-usuário

Grupo	ETEs
Grupo A Alta oferta, alta demanda	2 ETEs No Grupo A estão as ETEs com maior potencial de reúso, contando com duas estações: ETE Emissário Submarino ($Q_{ETE} = 1.740$ L/s e $\Sigma Q_{out} = 488,9$ L/s) e ETE Caçadores ($Q_{ETE} = 238$ L/s e $\Sigma Q_{out} = 532$ L/s)
Grupo B Alta oferta, baixa demanda	1 ETE Neste Grupo estão as ETEs que possuem alta vazão, mas em cujas proximidades ainda não há usuários industriais relevantes. Há somente uma ETE neste grupo, a ETE Benedito Bentes ($Q_{ETE} = 360$ L/s e $\Sigma Q_{out} = 66,7$ L/s). Estas estações, por suas altas vazões, possuem potencial de abastecerem futuras demandas industriais próximas, o que pode ser levado em consideração no planejamento de implantação de áreas industriais.
Grupo C Baixa oferta, alta demanda	12 ETEs Estações de baixa vazão (ou sem dados de vazão) com elevadas demandas industriais próximas, como a ETE Teotônio Vilela ($Q_{ETE} =$ sem dados e $\Sigma Q_{out} = 1.440,7$ L/s), ETE Parnaíba ($Q_{ETE} = 3,5$ L/s e $\Sigma Q_{out} = 528,5$ L/s) e ETE João Meire ($Q_{ETE} = 0,8$ L/s e $\Sigma Q_{out} = 617,4$ L/s) Estas ETEs possuem baixa capacidade, mas estão próximas a usuários industriais hidrotensivos. Dado o baixo índice de tratamento de esgotos de Alagoas, a maior parte dessas ETEs está em municípios com atendimentos inferiores a 20% de tratamento, havendo necessidade inquestionável de expansões ou implantação de novas ETEs nessas cidades.
Grupo D Baixa oferta, baixa demanda	No Grupo D, estão as 101 demais ETEs, as quais, por não apresentarem nem capacidades nem demandas de esgotos relevantes, não foram consideradas prioritárias, o que se refere ao potencial de reúso industrial.

Legenda: Q_{ETE} : vazão de referência da ETE. ΣQ_{out} : somatório das outorgas industriais num raio de 10 km em torno da ETE.

Fonte: elaborado pelos autores.

O agrupamento proposto e aplicado teve como objetivo posicionar as ETEs em relação a seu potencial de reúso, não só identificando quais são as ETEs que possuem maior potencial de reúso, mas também qualificando o tipo de potencial. ETEs do Grupo B, por exemplo, são aquelas que possuem potencial por serem potenciais fornecedoras de efluentes para a produção de água de reúso. De outra forma, o potencial de reúso das ETEs do Grupo C reside na existência atual de usuários industriais nas proximidades, ainda que essas estações possuam baixa capacidade.

Essa análise fornece subsídio importante para futuros estudos de planejamento municipais, regionais ou estaduais. As ETEs dos Grupos A, B e C (15 ETEs somando os três grupos) podem ser observadas com maior atenção no que se refere à expansão e/ou melhoria das estações atuais, construção de novas ETEs e na atração direcionada de usuários industriais hidroativos para áreas onde há maior potencial de geração de água de reúso. Isso gera potencial de impacto positivo na despressurização de mananciais (superficiais ou subterrâneos) e incremento da segurança hídricas, principalmente em bacias hidricamente estressadas.

No **Item 4.2 – Índice de Aptidão de Reúso (IAR)** são apresentados os resultados de IAR para todo o território de Alagoas.

Diferentemente do ETE-usuário, o IAR é obtido pela sobreposição de dados espaciais, como geração de efluentes, demandas industriais, balanço hídrico e VAB industrial. A sobreposição resulta num valor de IAR (entre 0 e 1,0) para cada área analisada (resolução de 50x50m), que é calculado a partir de um Método Multicritério de Apoio à Decisão (MMAD) baseado no **Analytic Hierarchy Process** (AHP).

Os valores de IAR foram classificados de acordo com faixas, sendo: “Muito baixo” ($IAR < 0,05$), “Baixo” ($0,05 < IAR < 0,10$), “Médio” ($0,10 < IAR < 0,25$), “Alto” ($0,25 < IAR < 0,50$) e “Muito alto” ($IAR > 0,50$). Os resultados mostraram que 31,6% do território de Alagoas apresenta IAR “Muito baixo”; 20,3% têm IAR “Baixo”; 44,1% com IAR “Médio”; 2,2% com IAR “Alto” (1,13%); e por fim 1,8% com IAR “Muito alto”.

Foram realizadas análises do IAR levando-se em conta as nove regiões de planejamento do estado. A Tabela 41 apresenta a síntese da análise dessas regiões.


Tabela 41 – Síntese dos resultados – IAR

Região de Panejamento	Avaliação
Metropolitana	IAR muito alto A região é prioritária em termos de reúso. Concentra as maiores gerações de esgoto do estado, bem como relevantes demandas de água pela indústria, ainda que relativamente dispersas pelo território. A condição de balanço hídrico é muito crítica em toda a região, com praticamente todo o território em criticidade qualitativa ou quantitativa. A indústria apresenta VAB elevado, com tendência sólida de crescimento na última década. Destacam-se as áreas dos municípios de Maceió e Marechal Deodoro, bem como regiões de Pilar, Rio Largo e Messias.
Tabuleiros do Sul	IAR muito alto É prioritária em termos de reúso, principalmente pelas altas demandas de água e pela criticidade hídrica em todo o território. Apresenta VAB industrial alto, mas se vê certa tendência de encolhimento da atividade industrial. A geração de esgotos é elevada, principalmente em municípios que também possuem maior atividade industrial, como Teotônio Vilela, São Miguel dos Campos e Coruripe.
Baixo São Francisco	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Além da criticidade hídrica muito elevada, não há outras características que favoreçam o reúso. A atividade industrial e as demandas de água pela indústria são baixas. A geração de esgotos é moderada, mas não existem demandas industriais relevantes.
Agreste	IAR moderado Possui desempenho moderado para quase todos os critérios. É uma região com VAB e demandas industriais relevantes, principalmente em Arapiraca e municípios próximos. É a região que apresenta maior número de município com elevado crescimento de VAB na última década, o que indica tendência de crescimento da indústria e, consequentemente, das demandas de água.
Planalto da Borborema	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Além da criticidade hídrica muito elevada, não há outras características que favoreçam o reúso. A atividade industrial e as demandas de água pela indústria são baixas. A geração de esgotos é moderada, mas não existem demandas industriais relevantes.

Região de Planejamento	Avaliação
Médio Sertão	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Não há características que favoreçam o reúso, nem mesmo criticidade hídrica relevante. A atividade industrial, as demandas de água pela indústria e a geração de esgotos são baixas ou muito baixas.
Alto Sertão	IAR muito baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Não há características que favoreçam o reúso, nem mesmo criticidade hídrica relevante. A atividade industrial, as demandas de água pela indústria e a geração de esgotos são baixas ou muito baixas.
Serrana dos Quilombos	IAR baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Além da criticidade hídrica muito elevada, não há outras características que favoreçam o reúso. A atividade industrial e a geração de esgotos são baixas. Há alguma relevância em termos de uso de água pela indústria, mas que se deve basicamente a uma única outorga em São José da Laje.
Norte	IAR muito baixo Não apresenta áreas com IAR relevantes. Não há características que favoreçam o reúso, nem mesmo criticidade hídrica relevante. A atividade industrial as demandas de água pela indústria e a geração de esgotos são baixas ou muito baixas.

Fonte: elaborado pelos autores.

No **Item 5** foram desenvolvidos dois estudos de caso, tendo como objetivo aprofundar as oportunidades e a viabilidade de reúso no estado. Foram escolhidos o caso do Polo Industrial José Aprígio Vilela em Marechal Deodoro (Estudo de Caso #1, **Item 5.1**) e da ETE Teotônio Vilela, em Teotônio Vilela (Estudo de Caso #2, B). Foram analisadas as possibilidades de fornecimento e transporte de água de reúso, as condições de entorno e calculados os custos totais e unitários de tratamento, reservação e adução. Os valores unitários estimados ficaram entre R\$4,14/m³ e R\$5,73/m³.

Os resultados apresentados neste estudo, bem como os próprios métodos em si, resultam em importante material para o planejamento do reúso industrial no Brasil. Os métodos empregados permitem a visualização da situação atual das ETEs em atividade (modelo ETE-usuário), bem como visão mais ampla e genérica do território (IAR). O objetivo foi destacar e caracterizar quais são as oportunidades de reúso a partir das informações disponíveis, auxiliando os tomadores de decisão na escolha de onde deverão ser realizados estudos mais aprofundados e, futuramente, onde serão aplicados os investimentos em reúso.



REFERÊNCIAS

ÁGUAS DO SERTÃO. Arquivos sobre Estações de Tratamento de Esgotos cedidos diretamente para elaboração deste estudo. 2025.

ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÕES. **Bases de dados e shapefiles**. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/>. Acesso em: 3 jan. 2025.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Balanço hídrico quali-quantitativo por microbacia hidrográfica**. 2016. Disponível em: [https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/33722737-dc4a-466f-a2f4-d4e16642acec#:~:text=O%20balan%C3%A7o%20h%C3%ADdrico%20%C3%A9%20de,retirada\)%20e%20a%20disponibilidade%20h%C3%ADdrica](https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/33722737-dc4a-466f-a2f4-d4e16642acec#:~:text=O%20balan%C3%A7o%20h%C3%ADdrico%20%C3%A9%20de,retirada)%20e%20a%20disponibilidade%20h%C3%ADdrica). Acesso em: 3 jan. 2025.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório de outorgas emitidas**. Disponível em Outorgas emitidas — Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (www.gov.br). Acesso em: 8 jan. 2025.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Esgotos**. Bases de dados (SHP e XLS) sobre ETes. Disponível em Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (snirh.gov.br). Base contínua, ano de publicação dos dados: 2020.

BRASKEM. **Dados da planta PVC de Marechal Deodoro cedidos diretamente pela empresa para realização deste estudo**. 2025.

BRK – BRK AMBIENTAL. Arquivos sobre Estações de Tratamento de Esgotos cedidos diretamente para elaboração deste estudo. 2025.

CASAL – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. Arquivos sobre Estações de Tratamento de Esgotos cedidos diretamente para elaboração deste estudo. 2025.

FUKASAWA, Bruno Nogueira. **Proposta de modelos de suporte à decisão no planejamento de reúso de água**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. DOI:10.11606/D.3.2021.tde-27032021-114711. Acesso em: 3 maio 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas territoriais**. Disponível em Malha Municipal | IBGE. Base contínua, ano de publicação: 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados estaduais** – Alagoas. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>. Acesso em: 14 fev. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto interno bruto dos municípios, série 2010-2021**. Disponível em Produto Interno Bruto dos Municípios | IBGE. Acesso em: 3 jan. 2025.

MCidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA). **SINISA – série histórica: ano-base 2022**. Disponibilizado diretamente pelo MCidades (série histórica online fora do ar à época da solicitação). Disponibilizado em: 28 jan. 2025.

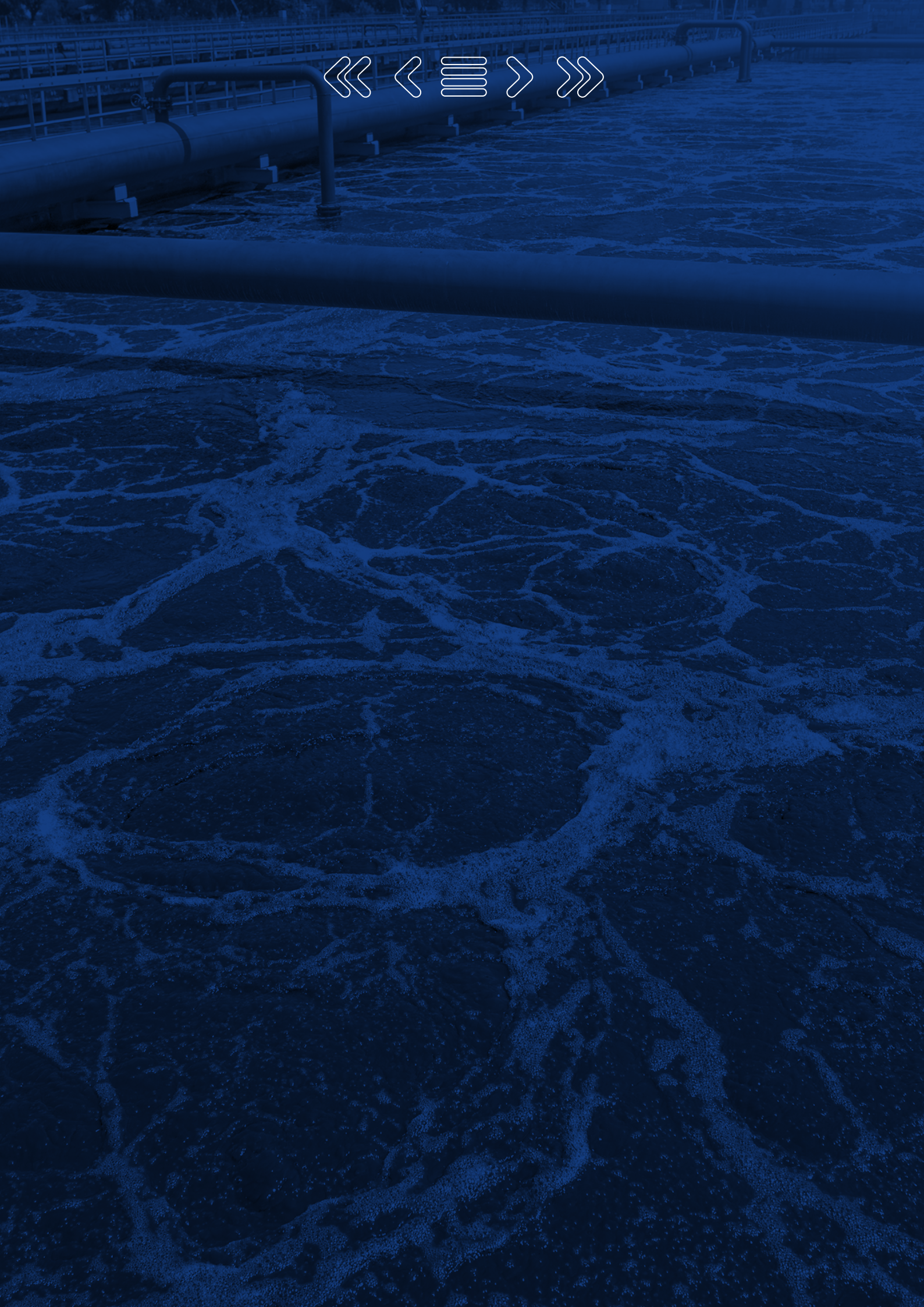
SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83, 2008.

SANAMA. Arquivos sobre Estações de Tratamento de Esgotos cedidos diretamente para elaboração deste estudo. 2025.

SEMARH/AL – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE ALAGOAS. Arquivos sobre outorgas de captação concedidas cedidos diretamente para elaboração deste estudo. 2025.

VERDE ALAGOAS. Arquivos sobre Estações de Tratamento de Esgotos cedidos diretamente para elaboração deste estudo. 2025.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2004. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/labgeo>. Acesso em: 28 jan. 2025.



APÊNDICE A – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Este estudo fez uso extensivo de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em diversos procedimentos, principalmente:

- Saneamento das bases de dados: verificação de registros inconsistentes e/ou duplicados, como, por exemplo, explicado no **Item 2.5.2.1**.
- Análises espaciais para detecção de oportunidades de reúso pelo método ETE-usuário: criação de *buffers* R=10 km em torno das ETEs e cômputo e caracterização das outorgas circunscritas aos *buffers*.
- Cálculo do IAR: rasterização de camadas vetoriais e uso de calculadora de raster para obtenção do IAR em raster. Vetorização do raster resultante para avaliação dos resultados.
- Parâmetros:
 - **Software utilizado:** QGIS 3.34.3-Prizren
 - **Datum:** SIRGAS2000, EPSG:4674

I. ANÁLISES VETORIAIS

Em razão da extensão da área de estudo, não convém a utilização de coordenadas planas, e foram adotadas coordenadas geográficas (SIRGAS2000) para realização das análises espaciais. No entanto, isso resulta em algumas distorções, como no caso dos *buffers* R=10 km em torno das ETEs. Adotou-se 1º = 111 km para todos os *buffers*, mesmo havendo variação de latitude entre as entidades.

O QGIS não gera círculos perfeitos para traçado de *buffers*. O parâmetro usado foi de polígono com 40 segmentos, o qual, para os propósitos deste estudo, não traz prejuízos de precisão.

A poligonização da camada raster de IAR (*vide* tópico a seguir) foi feita com uso da função *Polygonize* (*raster to vector*) do *Geospatial Data Abstraction Library* (GDAL), com habilitação da função *8-connectedness* para simplificação dos polígonos.



II. ANÁLISES RASTER

A detecção de oportunidades de reúso pelo método IAR possui uma peculiaridade: a necessidade de sobreposição de unidades geográficas de análise diferentes, no caso, municípios e microbacias hidrográficas.

Para contornar essa condição, foram utilizados recursos de SIG que “fragmentam” a informação espacial em áreas menores, permitindo que a comparação seja feita em pequenas porções padronizadas de território. Esse procedimento é denominado “rasterização” e consiste na conversão de atributos vetoriais (polígonos, no caso) em imagem (raster) compostas por pixels.

Assim, em ambiente SIG, o modelo foi aplicado para cada porção de território (*pixel*), devolvendo um valor de IAR para cada uma delas. Utilizou-se a função *Rasterize (vector to raster)* do *Geospatial Data Abstraction Library* (GDAL), com de resolução de aprox. 50x50 m.

Outros pontos relevantes:

- O cálculo do IAR por *pixel* foi feito utilizando o *Raster calculator* nativo do QGIS.
- O Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado foi o apresentado por *Weber et al* (2004).
- Para extração de perfil de elevação, fez-se uso do recurso nativo *Elevation Profile*.

APÊNDICE B - MODELO DO ÍNDICE DE APTIDÃO DE REÚSO (IAR) – ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste tópico, constam informações adicionais sobre o desenvolvimento do modelo de Índice de Aptidão de Reúso (IAR). O modelo é baseado no *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Além disso, aspectos muito específicos, como detalhes dos métodos de análise de consistência e derivação de prioridades, não serão extensivamente explorados, sendo possível a consulta a bibliografias complementares, como Saaty (2008).

Definidos os critérios que compõem o modelo (C1 a C4), cada um deles é comparado aos pares em relação aos demais (comparação paritária) a partir de um número inteiro que varia de 1 a 9, conforme as importâncias da Tabela 42.

Tabela 42 – Intensidade de importância na comparação paritária

Intensidade	Importância	Descrição
1	Igual	Ambas as atividades contribuem igualmente para o objetivo.
2	Fraca	–
3	Moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
4	Moderada +	–
5	Forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
6	Forte +	–
7	Muito forte; importância demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominância é demonstrada pela experiência prática.
8	Muito forte +	–
9	Importância absoluta	A evidência de favorecimento de uma atividade sobre a outra possui o grau mais alto de afirmação possível.

Fonte: adaptado de Saaty (2008). Elaboração dos autores.

Ou seja, caso se julgue que um critério possui importância “forte” em relação a outro, atribui-se valor igual a 5 na comparação paritária do primeiro em relação ao segundo, e assim analogamente para outras intensidades.



As importâncias paritárias atribuídas pelos autores para os critérios e subcritérios são as apresentadas na Tabela 43 (Critérios) e na Tabela 44 (Subcritérios).

Tabela 43 – Matriz de importâncias paritárias – Nível 1 – Critérios

Critério Critério	C1 VAB industrial	C2 Demandas industriais	C3 Geração de esgotos	C4 Balanço hídrico
C1 VAB industrial	1	1/2	2	2
C2 Demandas industriais	2	1	2	2
C3 Geração de esgotos	1/2	1/2	1	3
C4 Balanço hídrico	1/2	1/2	1/3	1

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 44 – Matriz de importâncias paritárias – Nível 2 – Subcritérios

Subcritério Subcritério	C1.1 VAB industrial em 2021	C1.2 Variação % do VAB industrial entre 2011-2021
C1.1 VAB industrial em 2021	1	3
C1.2 Variação % do VAB industrial entre 2011-2021	1/3	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Os elementos abaixo da diagonal (laranja) apenas refletem os acima da diagonal (amarelo), o que significa dizer que, se C1 tem importância 2 sobre C3, C3 possui 1/2 de importância sobre C1. A diagonal principal, evidentemente, terá sempre valores iguais a 1.

O AHP prevê alguns passos intermediários, como o cálculo da Razão de Consistência (RC) – variável que avalia a consistência interna dos pesos atribuídos na comparação paritária. Esse valor deve ser menor ou igual a 0,10, conforme o método prevê.

A RC é calculada por meio do Índice de Consistência (IC) e dos Índices Randômicos (IR) – outras variáveis previstas no método. As verificações são feitas por meio de determinação de autovalor máximo ($\lambda_{\max}$) da matriz de prioridades para cálculo do IC e, em seguida, pela utilização do IR para obtenção da RC. Para este caso, a RC da matriz é igual a 0,0806, abaixo do limite de 0,10 permitido pelo método, demonstrando que a atribuição paritária entre os critérios é suficientemente consistente.

Das importâncias paritárias são obtidas as importâncias finais (ou pesos) de cada critério. O procedimento de obtenção de importâncias finais a partir das paritárias é denominado derivação de prioridades, e há diversas maneiras de realizá-lo. Neste estudo, utilizou-se o método da média dos valores normalizados.

Por fim, os pesos finais de cada critério, bem como o autovalor máximo ($\lambda_{\max}$) e a Razão de Consistência (RC) da matriz são apresentados na Tabela 45

Tabela 45 – Pesos finais – Nível 1 – Critérios

Critério	Peso (P)	Ranking
C1 – VAB industrial	0,269	2º
C2 – Demandas industriais	0,381	1º
C3 – Geração de esgotos	0,222	3º
C4 – Balanço hídrico	0,128	4º
Total	1,000	–

$\lambda_{\max} = 4,2152$

Ordem da matriz: 4

RC= 0,0806 < 0,10 – OK

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 46 – Pesos finais – Nível 2 – Subcritérios

Critério	Peso (P)	Ranking
C1.1 – VAB industrial em 2021	0,750	1º
C1.2 - Variação % do VAB industrial entre 2011-2021	0,250	2º
Total	1,000	–

$\lambda_{\max} = 2,000$

Ordem da matriz: 2

RC= 0,000 < 0,10 – OK

Fonte: elaborado pelos autores.



O somatório dos pesos de todos os critérios é igual a um, ou seja, cada um representa uma porcentagem de importância na obtenção do objetivo final do modelo (cálculo do IAR nesse caso).

Como já explicado, os valores de cada critério necessitam de normalização antes de sua utilização. Os critérios quantitativos (C2 e C3) foram normalizados por transformação linear e os qualitativos (C1 e C4) por regras de normalização discretas específicas. A Tabela 47 apresenta a normalização aplicada a cada critério, bem como os gráficos com o valor absoluto (eixo x) e o normalizado (eixo y).

Tabela 47 – Normalização dos valores dos critérios – Nível 1

Sigla	Função/ regra de normalização
C1 VAB industrial	$x_{norm} = \frac{x - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}}$ Convergência ao máximo. Maiores valores de VAB industrial resultam em maior valor de C1
C2 Demandas industriais (L/s)	$x_{norm} = \frac{x - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}}$ Convergência ao máximo. Maiores valores de demandas industriais resultam em maior valor de C2
C3 Geração de esgotos (L/s)	$x_{norm} = \frac{x - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}}$ Convergência ao máximo. Maiores valores de demandas industriais resultam em maior valor de C2
C4 Balanço hídrico qualiquantitativo	Criticidade qualiquantitativa= 1,0 Criticidade quantitativa= 0,667 Criticidade qualitativa= 0,333 Condição satisfatória= 0 Maior criticidade de balanço hídrico conduz a maiores valores de C4

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 48 – Normalização dos valores dos subcritérios – Nível 2

Sigla	Função/ regra de normalização
C1.1 VAB industrial	$x_{norm} = \frac{x - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}}$ Convergência ao máximo. Maiores valores de VAB industrial resultam em maior valor de C1
C1.2 Variação percentual anual média de VAB nos últimos 10 anos	$x_{norm} = \frac{x - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}}$ Convergência ao máximo. Maiores valores de demandas industriais resultam em maior valor de C2

Fonte: elaborado pelos autores.



APÊNDICE C - ESTIMATIVAS DE CUSTOS

As estimativas de custos apresentadas nos estudos de caso (**Item 5**) foram feitas utilizando-se equações que expressam o custo em função de alguma variável de interesse, como vazão, distância, diâmetro da tubulação, volume de reservação e potência.

As referências, os valores e as equações foram obtidas de CNI (2020) e Fukasawa (2021) e foram reajustadas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para jan./2024. Os custos foram decompostos em **custos de capital (Capex, capital expenditures)** e de **operação/manutenção (Opex, operational expenditures)**. As funções de custos utilizadas são as apresentadas na Tabela 49.

Tabela 49 – Síntese de métodos, fontes de dados e funções para estimativa de custos

Item	Capex	Opex
Tratamento MBR	$\text{Capex}_{\text{MBR}} = 4,445 \times Q^{-0,154}$ $\text{Capex}_{\text{MBR}} \text{ (R\$/m}^3\text{/ano), } Q \text{ (m}^3\text{/s)}$	$\text{Opex}_{\text{MBR}} = 0,3238 \times Q^{-0,179} + \text{EE} \times \text{TE}$ $\text{Opex}_{\text{MBR}} \text{ (R\$/m}^3\text{), } Q \text{ (m}^3\text{/s), EE (kWh/m}^3\text{), TE (R\$/kWh)}$
Tratamento OR	$\text{Capex}_{\text{OR}} = -2,024 \times \ln(Q) + 8,185$ $\text{Capex}_{\text{OR}} \text{ (R\$/m}^3\text{/ano), } Q \text{ (m}^3\text{/s)}$	$\text{Opex}_{\text{OR}} = 1,3943 \times Q^{-0,269}$ $\text{Capex}_{\text{OR}} \text{ (R\$/m}^3\text{/ano)}$
Estações elevatórias	$\text{Capex}_{\text{EE}} = 0,1558 \times Q^{-0,514}$ $\text{Capex}_{\text{EE}} \text{ (R\$/m}^3\text{/ano)}$	$\text{Opex}_{\text{ad}} = \frac{P \times t \times \text{TE} + 4,5\% (\text{Capex}_{\text{EE}} + \text{Capex}_{\text{ad}})}{Q_{\text{anual}}}$
Adutoras	$\text{Capex}_{\text{ad}} = -0,0011 \times 10^{-2} \text{DN}^2 + 2,925 \text{DN} + 82,4$ $\text{Capex}_{\text{ad}} \text{ (R\$/m), DN (mm)}$	$\text{Opex}_{\text{ad}} \text{ (R\$/m}^3\text{), } P \text{ (kW), TE (R\$/kWh), } t \text{ (h/ano),}$ $\text{Capex}_{\text{EE}} \text{ (R\$), Capex}_{\text{ad}} \text{ (R\$), } Q_{\text{anual}} \text{ (m}^3\text{/ano)}$
Reservação	$\text{Capex}_{\text{res}} = 6167 \times V^{-0,29}$ $\text{Capex}_{\text{res}} \text{ (R\$/m}^3\text{ de reservação), } V \text{ (m}^3\text{ de reservação)}$	$\text{Opex}_{\text{res}} = 4,5\% \times \text{Capex}_{\text{res}} \times V$ $\text{Opex}_{\text{res}} \text{ (R\$/ano), Capex}_{\text{res}} \text{ (R\$/m}^3\text{ de reservação), } V \text{ (m}^3\text{ de reservação)}$

Legenda:

Capex _{MBR}	custos de capital MBR	Opex _{ad}	custos de capital de adução	P	potência do conjunto motor-bomba
Opex _{MBR}	custos de operação MBR	Capex _{res}	custos de capital de reservação	V	volume de reservação
Capex _{OR}	custos de capital OR	Opex _{res}	custos de operação de reservação	TE	tarifa de energia elétrica
Opex _{OR}	custos de operação OR	Capex _{EE}	custos de capital de elevatórias	t	tempo de operação
Capex _{EE}	custos de capital de elevatórias	Opex _{EE}	custos de capital de elevatórias		

Nota: equações reajustadas pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para jan./2025.

Fonte: adaptado de CNI (2020) e Fukasawa (2021). Elaborado pelos autores



Capex_{ad} custos de adutoras DN diâmetro nominal da tubulação

O cálculo de custo unitário foi realizado considerando-se as funções de custos de Capex e Opex, taxa de juros fixa e tempo de retorno de 30 anos. Adotou-se o método do Valor Presente Líquido (VPL), o qual consiste em trazer ao valor presente pagamentos futuros – considerando-se descontos em razão de taxas de juros – e os descontos do investimento inicial.

As seguintes premissas foram adotadas:

- O investimento é economicamente viável no prazo de retorno estipulado, ou seja, VPL= 0.
- O tempo de retorno é igual a 30 anos. Esse valor foi adotado com base em valores de praxe em projetos de infraestrutura e é o mesmo adotado em outros estudos sobre reúso da CNI.
- A taxa de juros é fixa e igual a 12% ao ano. Esse valor também foi adotado com base em valores de praxe de engenharia (em geral entre 10% e 15%) e é o mesmo adotado em outros estudos sobre reúso da CNI.

O cálculo genérico do VPL é apresentado na Equação 3.

$$0 = \text{VPL} = -\text{Capex} + \sum_{n=1}^N \frac{FC}{(1+i)^n} \quad \text{Equação 3}$$

VPL (R\$) valor presente líquido
FC (R\$/ano) fluxo de caixa anual
N (anos) período de retorno do investimento
n (ano) ano
i (% a.a.) taxa anual de juros

Especificamente quando $n = N$ (ou seja, ao final do tempo de retorno analisado), o somatório pode ser calculado analiticamente, como mostra a Equação 4.

$$\sum_{n=1}^N \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1 - (1+i)^{-N}}{i} \Leftrightarrow n = N \quad \text{Equação 4}$$

i (% a.a.) taxa anual de juros
N (anos) tempo de retorno de investimento
n (anos) ano

Neste estudo, o Fluxo de Caixa (FC) é uniforme e igual à subtração da receita anual pelo Opex_{anual}, ou $FC = \text{Tarifa} \times Q_{\text{anual}} - \text{Opex}_{\text{anual}}$. Assim, adaptando-se a Equação 3 às especificidades deste trabalho e considerando-se a equivalência da Equação 2, a tarifa é obtida pela Equação 5.

$$0 = \text{VPL} = -\text{Capex} + \sum_{n=1}^N \frac{\text{FC}}{(1+i)^n} \rightarrow \text{Tarifa} = \left(\frac{\text{Capex} \times i}{1 - (1+i)^{-N}} + \text{Opex}_{\text{anual}} \right) \frac{1}{Q_{\text{anual}}} \leftrightarrow n = N \quad \text{Equação 5}$$

VPL (R\$)	valor presente líquido
Tarifa (R\$/m ³)	tarifa unitária
FC (R\$/ano)	fluxo de caixa
Capex (R\$)	custo de capital
Q _{anual} (m ³ /ano)	vazão anual
Opex _{anual} (R\$/ano)	custo de operação anual
N (anos)	período de retorno do investimento
n (ano)	ano
i (% a.a.)	taxa anual de juros



APÊNDICE D - RESULTADOS COMPLETOS POR ETE CONFORME MODELO ETE-USUÁRIO

Tabela 50 – Resultados completos por ETE para o modelo ETE-usuário

Grupo / ETEs	Qtde ETEs	Q _{ETE} (L/s)	Q _{out} (L/s)	Município	Processo de tratamento agrupado	Lat	Lon
A - Alta oferta, alta demanda	2	1.978,0	-				
ETE Emissário Submarino (Maceió)	1	1.740,0	488,9	Maceió	Preliminar-primário	-9,674510	-35,751490
ETE Caçadores (Maceió)	1	238,0	532,0	Maceió	Lodos ativados e similares	-9,630583	-35,731083
B - Alta oferta, baixa demanda	1	360,0	-				
ETE Benedito Bentes (Maceió)	1	360,0	66,7	Maceió	Lodos ativados e similares	-9,539921	-35,716036
C - Baixa oferta, alta demanda	12	17,1	-				
ETE Parnaíba (Maceió)	1	3,5	528,5	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,570730	-35,811280
ETE Amazonas 1 (Maceió)	1	3,5	570,3	Maceió	Fossa-filtro	-9,572650	-35,808880
ETE Amazonas 2 (Maceió)	1	2,5	542,5	Maceió	Fossa-filtro	-9,570340	-35,809800
ETE Recanto da Ilha (Maceió)	1	1,4	390,1	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,728290	-35,832800
ETE Tocantins (Maceió)	1	1,2	584,2	Maceió	Fossa-filtro	-9,572810	-35,807370
ETE Vivendas do Alto 1 (Maceió)	1	0,9	567,0	Maceió	Fossa-filtro	-9,598600	-35,771140
ETE Vivendas do Alto 2 (Maceió)	1	0,9	567,0	Maceió	Fossa-filtro	-9,598600	-35,771140
ETE Vivendas do Alto 3 (Maceió)	1	0,9	567,0	Maceió	Fossa-filtro	-9,598600	-35,771140
ETE João Meire (Santa Luzia do Norte)	1	0,8	617,4	Santa Luzia do Norte	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,598460	-35,816720
ETE Parque Petrópolis 1 (Maceió)	1	0,7	544,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,607180	-35,750320
ETE Parque Petrópolis 2 (Maceió)	1	0,7	544,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,607180	-35,750320
ETE Teotônio Vilela (Teotônio Vilela)	1	0,0	1.440,7	Teotônio Vilela	Lagoas	-9,922892	-36,358905
D - Baixa oferta, baixa demanda	101	515,4	-				
ETE Sementeira (Santana do Ipanema)	1	71,0	0,0	Santana do Ipanema	Lagoas	-9,395882	-37,240514
ETE Francês (Maceió)	1	69,5	9,5	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,782150	-35,866140
ETE Batalha (Batalha)	1	51,9	0,0	Batalha	Lagoas	-9,696639	-37,128722



Grupo / ETes	Qtde ETes	Q _{ETE} (L/s)	Q _{out} (L/s)	Município	Processo de tratamento agrupado	Lat	Lon
ETE Messias (Messias)	1	37,0	2,9	Messias	Lagoas	-9,374710	-35,832770
ETE Antonio Lins (Rio Largo)	1	31,0	80,5	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,484340	-35,800310
ETE Maragogi (Maragogi)	1	30,4	0,0	Maragogi	Lagoas	-9,003192	-35,229825
ETE Buriti (São Miguel dos Campos)	1	18,7	156,6	São Miguel dos Campos	Lodos ativados e similares	-9,815089	-36,112797
ETE Igaci (Igaci)	1	15,0	3,3	Igaci	Lodos ativados e similares	-9,539735	-36,619404
ETE Jaramataia (Jaramataia)	1	13,8	0,0	Jaramataia	Lagoas	-9,670821	-36,997873
ETE Nova São Miguel (São Miguel dos Campos)	1	13,3	156,6	São Miguel dos Campos	Outros processos aeróbios	-9,794719	-36,097217
ETE Igreja Nova (Igreja Nova)	1	13,0	0,0	Igreja Nova	Lagoas	-10,124748	-36,663798
ETE Olivença (Olivença)	1	12,5	0,0	Olivença	Fossa-filtro	-9,516539	-37,182772
Res. Parque dos Caetés 1 - Res. Parque dos Caetés 1 (Maceió)	1	12,4	154,7	Maceió	Lagoas	-9,573444	-35,702333
Res. Parque dos Caetés 2 - Res. Parque dos Caetés 2 (Maceió)	1	12,4	158,6	Maceió	Lagoas	-9,566583	-35,705139
Res. Parque dos Caetés 3 - Res. Parque dos Caetés 3 (Maceió)	1	12,4	154,7	Maceió	Lagoas	-9,566167	-35,700722
ETE Residencial do Agreste (Arapiraca)	1	8,9	85,2	Arapiraca	Lodos ativados e similares	-9,687900	-36,696120
ETE Adelmo Pereira (Junqueiro)	1	7,9	3,5	Junqueiro	Outros processos aeróbios	-9,918410	-36,470148
ETE Olho D'Água do Casado (Olho d'Água do Casado)	1	6,8	0,0	Olho d'Água do Casado	Lagoas	-9,498231	-37,838512
ETE Geraldo Passos (Quebrangulo)	1	6,2	0,0	Quebrangulo	Lodos ativados e similares	-9,314705	-36,467483
ETE Jota Duarte (Palmeira dos Índios)	1	5,6	1,0	Palmeira dos Índios	Outros processos aeróbios	-9,427197	-36,647924
ETE Porto Real do Colégio (Porto Real do Colégio)	1	5,4	0,0	Porto Real do Colégio	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-10,190805	-36,837242
ETE Velho Chico 2 (Penedo)	1	5,4	27,9	Penedo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-10,272610	-36,544330
ETE Jaci Clemente (São Miguel dos Campos)	1	5,0	156,6	São Miguel dos Campos	Outros processos aeróbios	-9,805446	-36,105724
Res. Morada do Planalto 2 - ETE 02 - Morada do Planalto (Maceió)	1	5,0	158,6	Maceió	Lagoas	-9,571028	-35,707944
ETE Gislene Matheis (Maceió)	1	5,0	19,9	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,732450	-35,900630
Res. Morada do Planalto 1 - ETE 01 - Morada do Planalto (Maceió)	1	5,0	158,6	Maceió	Lagoas	-9,571222	-35,708611
Res. Morada do Planalto 3 - ETE 03 - Morada do Planalto (Maceió)	1	5,0	158,6	Maceió	Lagoas	-9,569806	-35,708778



Grupo / ETes	Qtde ETes	Q _{ETE} (L/s)	Q _{out} (L/s)	Município	Processo de tratamento agrupado	Lat	Lon
Res. Brisa do Lago - ETE Residencial Brisa do Lago (Arapiraca)	1	4,9	4,4	Arapiraca	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,783740	-36,674040
ETE Vale do São Francisco (Penedo)	1	4,5	34,6	Penedo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-10,291310	-36,540490
ETE Alto da Barra (Barra de São Miguel)	1	4,0	9,5	Barra de São Miguel	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,821270	-35,926160
ETE Edval Gaia (Palmeira dos Índios)	1	3,5	1,0	Palmeira dos Índios	Lodos ativados e similares	-9,434334	-36,641659
Res. Jorge Quintela - ETE 02 - Jorge Quintela (Maceió)	1	2,9	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,572083	-35,725583
Res. Jorge Quintela - ETE 01 - Jorge Quintela (Maceió)	1	2,9	174,3	Maceió	Fossa-filtro	-9,569167	-35,729139
Res. Jorge Quintela - ETE 03 - Jorge Quintela (Maceió)	1	2,9	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,572389	-35,725500
ETE Rubens Canuto (Pilar)	1	2,8	78,3	Pilar	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,585860	-35,965620
ETE Benedito Cavalcante (Pilar)	1	2,8	78,3	Pilar	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,585860	-35,965620
ETE Mangabeira 04 (Pilar)	1	2,8	57,8	Pilar	Fossa-filtro	-9,554130	-35,965980
ETE Mangabeira 06 (Pilar)	1	2,8	57,8	Pilar	Fossa-filtro	-9,546230	-35,956990
ETE Mangabeira 05 (Pilar)	1	2,8	57,8	Pilar	Fossa-filtro	-9,554130	-35,965980
ETE Pilar (Pilar)	1	2,7	57,8	Pilar	Fossa-filtro	-9,546230	-35,956990
ETE Estiva (Maceió)	1	2,0	9,5	Maceió	Lagoas	-9,742720	-35,902370
ETE Denisson Amorim 09 (Maceió)	1	2,0	19,0	Maceió	Outros processos aeróbios	-9,753750	-35,877160
ETE Denisson Amorim 10 (Maceió)	1	2,0	16,0	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,757710	-35,881850
ETE Lagos do Francês (Maceió)	1	1,8	11,8	Maceió	Outros processos aeróbios	-9,765090	-35,868850
ETE Loteamento Santa Lúcia (Arapiraca)	1	1,7	9,8	Arapiraca	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,721763	-36,657238
Res. Santa Lúcia - Santa Lúcia (Arapiraca)	1	1,7	9,8	Arapiraca	Fossa-filtro	-9,721694	-36,657083
ETE Loteamento Vale do Perucaba (Arapiraca)	1	1,5	4,4	Arapiraca	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,772230	-36,681070
ETE Erick Ferraz (Maceió)	1	1,1	15,4	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,708860	-35,897240
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 42 (Maceió)	1	1,0	174,3	Maceió	Fossa-filtro	-9,562889	-35,725528



Grupo / ETEs	Qtde ETEs	Q _{ETE} (L/s)	Q _{out} (L/s)	Município	Processo de tratamento agrupado	Lat	Lon
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua C 75 (R.A.) (Maceió)	1	0,9	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,567250	-35,715333
ETE Morada do Alto (Pilar)	1	0,9	78,3	Pilar	Fossa-filtro	-9,598980	-35,963500
ETE Mário Fortes (Barra de Santo Antônio)	1	0,7	0,2	Barra de Santo Antônio	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,411780	-35,519420
Conj. Paulo Bandeira - ETE 08 - Rua Projetada 4 - Quadra 6 (Maceió)	1	0,5	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,581611	-35,721389
Conj. Paulo Bandeira - ETE 09 - Rua Projetada 5 (Maceió)	1	0,5	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,582611	-35,721111
ETE Sistema Prisional (Maceió)	1	0,0	137,2	Maceió	Lagoas	-9,550006	-35,776592
Conj. Paulo Bandeira - Avenida do Futuro - Benedito bentes (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,582611	-35,718500
ETE Conjunto Olavo Calheiros Novais (Murici)	1	0,0	2,8	Murici	Lagoas	-9,318684	-35,941292
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 26 (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,572389	-35,724722
ETE Residencial Santa Inês (Paulo Jacinto)	1	0,0	0,0	Paulo Jacinto	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,382738	-36,362676
Conj. Cidade Sorriso 2 - Quadra J Ac Av A Cj Moacir Andrade (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,569639	-35,711833
ETE Celina Amorim (Cajueiro)	1	0,0	1,9	Cajueiro	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,393472	-36,150528
ETE José Carlos Pierocetti (Rio Largo)	1	0,0	26,1	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,474339	-35,851769
Conj. Cidade Sorriso 2 - Quadra E Ac Av A Cj. Moacir Andrade (R.J) (Maceió)	2	0,0	317,1	Maceió	Fossa-filtro	-9,568500	-35,713833
ETE Barra de São Miguel (Barra de São Miguel)	1	0,0	9,5	Barra de São Miguel	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,829102	-35,904290
ETE Residencial Frederico Maia Nobre (Quebrangulo)	1	0,0	0,0	Quebrangulo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,324291	-36,480557
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 16 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,580056	-35,720278
ETE Cajueiro (Cajueiro)	1	0,0	0,0	Cajueiro	Lagoas	-9,403575	-36,141211
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 32 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,579556	-35,716778
ETE União dos Palmares (União dos Palmares)	1	0,0	10,0	União dos Palmares	Lagoas	-9,172950	-36,031900
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 6 (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,564889	-35,724778
ETE Compacta (Marechal Deodoro)	1	0,0	15,4	Marechal Deodoro	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,711008	-35,892905



Grupo / ETes	Qtde ETes	Q _{ETE} (L/s)	Q _{out} (L/s)	Município	Processo de tratamento agrupado	Lat	Lon
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 34 (Maceió)	1	0,0	174,3	Maceió	Fossa-filtro	-9,567583	-35,728000
ETE Coruripe (Coruripe)	1	0,0	0,0	Coruripe	Lagoas	-10,131578	-36,173609
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 27 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,581222	-35,715722
Conj. Cidade Sorriso 1 - Rua 37 (Maceió)	1	0,0	174,3	Maceió	Fossa-filtro	-9,566611	-35,727667
ETE Bom Jardim - Rio Largo (Rio Largo)	1	0,0	97,7	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,525595	-35,805857
ETE Residencial Francisco Tavares Granja (Rio Largo)	1	0,0	32,9	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,481502	-35,840409
ETE Residencial Nossa Senhora Aparecida (Arapiraca)	1	0,0	2,7	Arapiraca	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,705100	-36,678090
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 14 (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,568833	-35,724639
ETE Rua Nova (Cajueiro)	1	0,0	1,9	Cajueiro	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,399528	-36,149778
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua A e C4 (R.P.) (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,567250	-35,713611
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 20 (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,570306	-35,725111
Conj. Cidade Sorriso 1 - Quadra 5 (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,566306	-35,725056
ETE Teotônio Brandão Vilela (Rio Largo)	1	0,0	34,2	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,481150	-35,827567
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 20 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,580056	-35,717472
ETE Capela (Capela)	1	0,0	0,0	Capela	Lagoas	-9,403881	-36,080723
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua C3 (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,566333	-35,713833
ETE Cidade Universitária (Maceió)	1	0,0	99,0	Maceió	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,526701	-35,778679
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 4 - Quadra 6 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,581250	-35,721083
ETE Conjunto Jarbas Oiticica (Rio Largo)	1	0,0	35,3	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,473893	-35,802316
ETE Edgar Palmeira (São Miguel dos Campos)	1	0,0	154,9	São Miguel dos Campos	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,799769	-36,080441
ETE Conjunto Pedro Tenório Raposo (Murici)	1	0,0	2,8	Murici	Lagoas	-9,348703	-35,911159
ETE Palmyr 2 (Cajueiro)	1	0,0	1,9	Cajueiro	Fossa-filtro	-9,395678	-36,155808



Grupo / ETEs	Qtde ETEs	Q _{ETE} (L/s)	Q _{out} (L/s)	Município	Processo de tratamento agrupado	Lat	Lon
ETE Demorisvaldo Targino Wanderley (Rio Largo)	1	0,0	26,1	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,469646	-35,832880
ETE Bosque dos Palmares (Rio Largo)	1	0,0	97,7	Rio Largo	UASB e/ou outros processos anaeróbios	-9,515364	-35,810389
ETE Piranhas (Piranhas)	1	0,0	0,0	Piranhas	Lagoas	-9,608617	-37,754097
Conj. Paulo Bandeira - Quadra 12 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,582611	-35,717583
Conj. Paulo Bandeira - Rua Projetada 29 (Maceió)	1	0,0	162,7	Maceió	Fossa-filtro	-9,580250	-35,715500
Conj. Cidade Sorriso 2 - Rua J1 (R.J.) (Maceió)	1	0,0	158,6	Maceió	Fossa-filtro	-9,569250	-35,713000
ETE Palmary 1 (Cajueiro)	1	0,0	1,9	Cajueiro	Fossa-filtro	-9,386286	-36,152381

Fonte: elaborado pelos autores.



**CNI**

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Presidente

DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS

Roberto de Oliveira Muniz
Diretor de Relações Institucionais

Superintendência de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Davi Bomtempo
Superintendente de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Gerência de Recursos Naturais

Mario Augusto de Campos Cardoso
Gerente de Recursos Naturais

Maria do Socorro Lima Castello Branco
Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO

André Nascimento Curvello
Diretor de Comunicação

Superintendência de Publicidade e Mídias Sociais

Mariana Caetano Flores Pinto
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

XXXXXXXXXXXXXXXXXX
Produção Editorial

DIRETORIA CORPORATIVA

Cid Carvalho Vianna
Diretor Corporativo

Superintendência de Desenvolvimento Humano

Renato Paiva
Superintendente de Desenvolvimento Humano

Gerência de Educação Corporativa

Priscila Lopes Cavichioli
Gerente de Educação Corporativa

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização

CIRRA-USP - (Centro Internacional de Referência em Reúso de Água da Universidade de São Paulo)

José Carlos Mierzwa
Bruno Nogueira Fukasawa
Consultores

Danúzia Queiroz
Revisão Gramatical

Alessandro Mendes
Projeto Gráfico e Diagramação





 www.cni.com.br

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

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

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

 [/company/cni-brasil](https://www.linkedin.com/company/cni-brasil)



9 788579 572609



FIEA Federação das
Indústrias do Estado
de Alagoas

CNI Confederação
Nacional
da Indústria