



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANDRÉ REGO BARROS FURTADO DE MENDONÇA

**MODELAGEM DE UMA PARCERIA PÚBLICO PRIVADA INCLUINDO A
BARRAGEM ENGENHO MARANHÃO E O ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA
BACIA DO RIO IPOJUCA**

Recife

2021

ANDRÉ REGO BARROS FURTADO DE MENDONÇA

**MODELAGEM DE UMA PARCERIA PÚBLICO PRIVADA INCLUINDO A
BARRAGEM ENGENHO MARANHÃO E O ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA
BACIA DO RIO IPOJUCA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. D.Sc. Sylvana Melo dos Santos.

Coorientadora: Profa. D.Sc. Roberta de Melo Guedes Alcoforado.

Recife

2021

Catalogação na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

M539m Mendonça, André Rego Barros Furtado de.
Modelagem de uma parceria público privada incluindo a Barragem Engenho Maranhão e o esgotamento sanitário da Bacia do Rio Ipojuca / André Rego Barros Furtado de Mendonça. – 2021.
115 f.: il., fig., tabs., abrev. e sigl.

Orientadora: Profa. Dra. Sylvana Melo dos Santos.
Coorientadora: Roberta de Melo Guedes Alcoforado.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Recife, 2021.
Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia civil. 2. Marco legal do saneamento. 3. Parceria público privada. 4. Recursos hídricos. 5. Rio Ipojuca. 6. Saneamento. I. Santos, Sylvana Melo dos (Orientadora). II. Alcoforado, Roberta de Melo Guedes (Coorientadora). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-131

ANDRÉ REGO BARROS FURTADO DE MENDONÇA

**MODELAGEM DE UMA PARCERIA PÚBLICO PRIVADA INCLUINDO A
BARRAGEM ENGENHO MARANHÃO E O ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA
BACIA DO RIO IPOJUCA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
Centro de Tecnologia e Geociências, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 21 / 12 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. D.Sc. Sylvana Melo dos Santos (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. D.Sc. Roberta de Melo Guedes Alcoforado (Co-Orientadora)
Universidade de Pernambuco

Profa. D.Sc. Leidjane Maria Maciel de Oliveira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

MSc. João Joaquim Guimarães Recena (Examinador Externo)
TPF Engenharia Ltda

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, José e Andréa, por me apoiarem incondicionalmente durante essa jornada e por sempre estarem presentes na minha vida. Agradeço também a todos os meus familiares que se fazem presentes no dia a dia por todos os conselhos e ensinamentos transmitidos.

Agradeço aos meus amigos por caminharem comigo nos momentos de alegria e tristeza e a minha namorada Bruna por toda compreensão e apoio durante essa fase.

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração e incentivo de diversos profissionais que tive o prazer de conhecer e dividir esse trabalho. Externou meus profundos agradecimentos a pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação nessa importante fase.

Agradeço aos professores do curso de Graduação de Engenharia Civil por dedicar tanto tempo, esforço e cuidado para o meu desenvolvimento profissional e formação, e a de todos os meus colegas, em especial a orientadora deste trabalho, Profª. D.Sc. Sylvana Melo dos Santos que foi a responsável por fazer despertar em mim o desejo de fazer ciência, sendo minha orientadora também no PIBIC.

A minha co-orientadora Profª D.Sc. Roberta de Melo Guedes Alcoforado, que foi uma das maiores colaboradoras deste trabalho. Agradeço pelo tempo dedicado a me co-orientar, bem como, pela sua paciência e pelo conhecimento compartilhado a fim de atingir os objetivos propostos.

Agradeço a TPF Engenharia Ltda. pela oportunidade e a confiança a mim dada de participar em trabalhos no âmbito dos Recursos Hídricos e Saneamento, em especial a João Joaquim Guimarães Recena, grande idealizador desse trabalho e no qual tive a honra de conhecer. Agradeço ao Dr. Recena pelo grande tempo dedicado a esse projeto, pelas reuniões semanais e por todo apoio prestado a mim. Agradeço a Laura Costa que me ajudou bastante em todas as etapas do trabalho e por ter topado esse desafio. Agradeço a Ainoan Diniz e Andresa Dornelas pelo grande conhecimento partilhado e ajuda no desenvolvimento do estudo de viabilidade.

Por fim, agradeço a todos os membros da banca, por aceitarem participar dessa defesa, contribuindo não só para minha formação, mas também participando desse momento de virada na minha trajetória. Obrigado.

RESUMO

Nos últimos tempos, no Brasil, vem se discutindo a respeito da universalização do saneamento básico, que consiste na infraestrutura para garantia de desenvolvimento social e econômico da população. Nesse sentido, o novo marco regulatório do saneamento básico, introduzido pela Lei Federal Nº 14.026 (BRASIL, 2020), busca atrair investimentos privados e permitir o aumento gradual da desestatização do setor. Ainda, adota como princípio a regionalização dos serviços de saneamento e promove mudanças na sua regulamentação. Em Pernambuco, a Barragem Engenho Maranhão, localizada no rio Ipojuca, surge como a principal intervenção para garantir a segurança hídrica da Região Metropolitana de Recife, porém o rio Ipojuca é considerado o terceiro rio mais poluído do Brasil, já que recebe esgoto dos principais municípios do Agreste Pernambucano, o que compromete a qualidade de suas águas. A criticidade provocada pelo lançamento de efluentes desperta para a necessidade de medidas que possam contribuir para a revitalização da bacia do rio Ipojuca. Com isso, a finalidade do trabalho é modelar uma Parceria Público Privada – PPP que englobe a adução de água bruta da Barragem Engenho Maranhão e o esgotamento sanitário das 11 sedes urbanas que estão a montante da captação. Foi levantado o aspecto atual da qualidade da água de toda a bacia do rio Ipojuca, através da Proposta de Implantação de Outorga de Lançamento de Efluentes na Bacia do rio Ipojuca e da Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca. Foram levantadas as intervenções necessárias para o esgotamento sanitário das sedes urbanas de acordo com o Plano Regional de Saneamento Básico da bacia, e para Barragem Engenho Maranhão foram utilizadas como subsídio as informações disponíveis no Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) e Atlas Águas. Dessa forma, foi feito um estudo de viabilidade econômico-financeiro para implantação da PPP, utilizando o modelo de fluxo de caixa descontado, sendo possível perceber que os resultados alcançados se mostraram aderentes à realidade no setor de saneamento, tornando o empreendimento viável.

Palavras-chave: marco legal do saneamento; parceria público privada; recursos hídricos; Rio Ipojuca; saneamento.

ABSTRACT

Lately, in Brazil, there have been discussions about the universalization of basic sanitation, which consists of infrastructure that guarantees social and economic development of the population. With this in mind, the new regulatory framework for basic sanitation, introduced by Federal Law No. 14.026/2020, seeks to attract private investment and allow for a gradual increase in the privatization of the sector. Furthermore, it adopts as a principle the regionalization of sanitary services and promotes changes in its regulation. In Pernambuco, the Engenho Maranhão Dam, located on the Ipojuca River, appears as the main intervention to ensure water supply in the Recife's Metropolitan Area, but the Ipojuca River is considered the third most polluted river in Brazil, as it receives sewage waste from the main municipalities of the Agreste Pernambuco (Wild Subregion of Pernambuco), which compromises the quality of the water. The importance of the effluent discharge raises the need for provisions that can contribute to the revitalization of the Ipojuca river basin. Therewith, the study seeks to model a Public-Private Partnership – PPP – that encompasses the supply of raw water from the Engenho Maranhão Dam and the sewage system in the 11 urban centers that are upstream of the reception. The current situation of water quality for the entire Ipojuca river basin was surveyed, by the Implementation Proposal of Efluent Discharges Grant in the Ipojuca River Basin and the framework Proposal of the Watercourses of the Ipojuca River Hydrographic Basin. Necessary interventions for the sewage system in urban centers were identified in accordance with the Regional Basic Sanitation Plan of the basin, and for the Engenho Maranhão Dam, the information available in the National Water Security Plan (PNSH) and Atlas Águas (Atlas of Water) was used as aid. Thus, a financial viability study was carried out for the implementation of the PPP using the discounted cash-flow method, and it is possible to perceive that the results achieved were in line with the reality of the sanitation sector, making the enterprise viable.

Keywords: sanitation legal framework; public-private partnership; water resources; Ipojuca River; sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.....	21
Figura 2 – Fluxograma da proposta de enquadramento	29
Figura 3 – Localização da Bacia do Rio Ipojuca no estado de Pernambuco.....	30
Figura 4 - Mapa de Zoneamento Ambiental.....	39
Figura 5 – Fontes poluidoras na bacia do rio Ipojuca.....	41
Figura 6 - Municípios considerados no estudo do sistema de esgotamento sanitário	51
Figura 7 – Unidades de análise da Bacia do rio Ipojuca	61
Figura 8 – Enquadramento dos corpos hídricos da Bacia do rio Ipojuca	62
Figura 9 – Enquadramento dos corpos hídricos da Bacia do rio Ipojuca no futuro cenário	62
Figura 10 – Dados de entrada para simulador de cobrança de captação	74
Figura 11 – Estações de monitoramento da qualidade da água	79
Figura 12 – Índice de qualidade da água	79
Figura 13 – Valor líquido do fluxo de caixa alavancado.....	97
Figura 14 – Valor presente líquido descontado do fluxo de caixa alavancado	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Municípios que integram a bacia do rio Ipojuca.....	32
Tabela 2 - Captação de abastecimento de água na bacia do rio Ipojuca.....	34
Tabela 3 - Pontos de monitoramento de qualidade de água em reservatórios na bacia do rio Ipojuca	42
Tabela 4 - Pontos de monitoramento de qualidade de água em rios da bacia do rio Ipojuca...	42
Tabela 5 – Dados sobre o abastecimento de água na UP05 - rio Ipojuca.....	43
Tabela 6 – Dados sobre esgotamento sanitário na UP05 – rio Ipojuca.....	44
Tabela 7 – Estruturação do percentual de receita da PPP.....	47
Tabela 8 – Estruturação do percentual de despesa da PPP.....	48
Tabela 9 – Projeção populacional urbana para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050 em habitantes	56
Tabela 10 – Consumo per capita adotado.....	57
Tabela 11 – Demanda urbana (L/s) para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050	57
Tabela 12 – Contribuição de esgoto (L/s) para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050	58
Tabela 13 – Metas de universalização de atendimento adotadas no trabalho	59
Tabela 14 – Contribuição de esgoto (L/s) ajustada com as metas de atendimento para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050.....	60
Tabela 15 – Proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos	63
Tabela 16 – Tarifa de água para consumidores medidos.....	66
Tabela 17 - Tarifa de água para consumidores não medidos	67
Tabela 18 - Tarifa para fornecimento de água bruta	67
Tabela 19 – Tarifa para os serviços de esgotamento sanitário	68
Tabela 20 – Valor de esgoto cobrado pela tabela tarifária	68
Tabela 21 - Premissas para economias de água.....	69
Tabela 22 – Tarifa média de esgoto adotada	70
Tabela 23 – Custos Unitários	72
Tabela 24 – Condições do Financiamento.....	76
Tabela 25 – Investimentos Propostos para as Infraestruturas de Água.....	82
Tabela 26 – Resumo do projeto de SES de Poção.....	83
Tabela 27 – Resumo do projeto de SES de Sanharó	83

Tabela 28 – Resumo do projeto de SES de Belo Jardim	84
Tabela 29 – Resumo do projeto de SES de Tacaimbó	85
Tabela 30 – Resumo do projeto de SES de São Caetano	86
Tabela 31 – Resumo do projeto de SES de Caruaru.....	87
Tabela 32 – Resumo do projeto de SES de Bezerros	88
Tabela 33 – Resumo do projeto de SES de Gravatá.....	88
Tabela 34 – Resumo do projeto de SES de Chã Grande	90
Tabela 35 – Resumo do projeto de SES de Primavera.....	91
Tabela 36 - Resumo do projeto de SES de Escada.....	92
Tabela 37 - Quadro resumo da estimativa de investimento para o SES dos municípios	92
Tabela 38 – Resumo das Premissas Consideradas na PPP.....	95
Tabela 39 – Resumo da Modelagem da PPP	96
Tabela 40 – Resultados dos Indicadores de Viabilidade	96
Tabela 41 – Fluxo de caixa de projeto em milhões de reais.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
ARPE	Agência Estadual de Regulação de Serviços Delegados de Pernambuco
Art.	Artigo
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CNRH	Concelho Nacional de Recursos Hídricos
COBH	Comitês de Bacias Hidrográficas
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	Concelho Nacional do Meio Ambiente
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CPRH	Companhia Pernambucana de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
DOE	Diário Oficial Eletrônico
EE	Energia Elétrica
EEAB	Estação Elevatória de Água Bruta
EEAT	Estação Elevatória de Água Tratada
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDS	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
IET	Índice de Estado Trófico
INCC	Índice Nacional do Custo da Construção
IQA	Índice de Qualidade de Água
MCidades	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente

OD	Oxigênio Dissolvido
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OS	Outros Serviços
PACUERA	Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais
PEI	Proposta de Enquadramento Ipojuca
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PHA	Plano Hidroambiental
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
PP	Pessoal Próprio
PPP	Parceria Público Privada
PQ	Produto Químico
PRSB	Plano Regional de Saneamento Básico
PSA	Plano de Segurança da Água
PT	Fósforo Total
QUALIÁGUA	Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água
RAP	Reservatório Apoiado
RMR	Região Metropolitana de Recife
SAAE	Serviços Autônomos de Água e Esgoto
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEAGO	Companhia Saneamento de Goiás
SDG	<i>Sustainable Development Goal</i>
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
ST	Serviços Terceirizados
TDR	Termo de Referência

TIR	Taxa Interna de Retorno
UA	Unidades de Análise
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	18
1.2	OBJETIVOS GERAIS	18
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO	20
2.1.1	Brasil	20
2.1.2	Pernambuco	22
2.1.3	Tipos de Prestação de Serviços de Saneamento	23
2.1.4	Parceria Público Privada	24
2.1.5	Modelagem do Setor de Saneamento	26
2.2	ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS	27
2.3	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA	30
2.3.1	Características Gerais da Bacia do rio Ipojuca	30
2.3.2	Hidrografia e Uso da Água	33
2.3.2.1	<i>Captações de Água Atuais na Bacia</i>	34
2.3.2.2	<i>Principais Reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca</i>	35
2.3.3	Caracterização do Reservatório Engenho Maranhão	37
2.3.4	Aspectos Qualitativos dos Recursos Hídricos	40
2.3.4.1	<i>Rede de Monitoramento Qualitativa</i>	41
2.3.5	Dados e Indicadores Operacionais da Bacia	42
2.3.5.1	<i>Abastecimento de Água</i>	43
2.3.5.2	<i>Esgotamento Sanitário</i>	44
2.4	ESTUDO DE VIABILIDADE	44
2.5	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	45
3	METODOLOGIA	47
3.1	ESTRUTURAÇÃO DA PARCERIA PÚBLICO PRIVADA	47
3.2	RESERVATÓRIO ENGENHO MARANHÃO	48
3.2.1	Definição do Cenário de Abastecimento de Água	48
3.2.1.1	<i>Sistema Pirapama</i>	49

3.2.1.2	<i>Sistema Suape</i>	50
3.2.2	Investimento Previsto	50
3.3	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	50
3.3.1	Diagnóstico dos Sistemas Existentes	52
3.3.2	Projeção Populacional	55
3.3.3	Contribuição dos Esgotos	56
3.3.4	Metas para a Universalização do Atendimento	59
3.3.5	Aspectos da Qualidade da Água	61
3.3.6	Análise do Enquadramento do rio Ipojuca	61
3.3.7	Análise Técnica das Ações a Serem Propostas	63
3.3.8	Metodologia para os Investimentos Necessários	64
3.4	ESTUDO DE VIABILIDADE	64
3.4.1	Previsão de Receitas	66
3.4.1.1	<i>Estrutura Tarifária Atual</i>	66
3.4.1.2	<i>Premissas Adotadas para o Esgoto</i>	68
3.4.1.3	<i>Premissas Adotadas para a Água</i>	70
3.4.2	Previsão de Despesas para o Esgoto	71
3.4.2.1	<i>Despesas Operacionais</i>	71
3.4.2.2	<i>Outorga de Lançamento de Efluente</i>	72
3.4.3	Previsão de Despesa para Água	72
3.4.3.1	<i>Despesas Operacionais</i>	72
3.4.3.2	<i>Outorga de Captação</i>	72
3.4.4	Impostos	74
3.4.5	Depreciação	75
3.4.6	Financiamento	76
3.4.7	Taxa de Desconto	76
4	RESULTADOS	78
4.1	QUALIDADE ATUAL DA ÁGUA DO RIO IPOJUCA	78
4.2	ESTUDO DE CONCEPÇÃO	80
4.2.1	Sistema Adutor de Água Bruta	81
4.2.1.1	<i>Estimativa dos Investimentos para as Infraestruturas de Água</i>	81
4.2.2	Sistema de Esgotamento Sanitário	82

4.2.2.1	<i>Poção</i>	82
4.2.2.2	<i>Sanharó</i>	83
4.2.2.3	<i>Belo Jardim</i>	83
4.2.2.4	<i>Tacaimbó</i>	85
4.2.2.5	<i>São Caetano</i>	85
4.2.2.6	<i>Caruaru</i>	86
4.2.2.7	<i>Bezerros</i>	87
4.2.2.8	<i>Gravatá</i>	88
4.2.2.9	<i>Chã Grande</i>	89
4.2.2.10	<i>Primavera</i>	90
4.2.2.11	<i>Escada</i>	91
4.2.2.12	<i>Estimativas dos Investimentos Necessários para os SES's</i>	92
4.3	AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE FINANCEIRA	94
4.4	INDICATIVO PARA TRABALHOS FUTUROS	100
5	CONCLUSÕES	102
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICE A – CRONOGRAMA DE RECEITAS	111
	APÊNDICE B – CRONOGRAMA DE DESPESAS OPERACIONAIS	111
	APÊNDICE C – CRONOGRAMA DE INVESTIMENTOS	111
	APÊNDICE D – CRONOGRAMA DO FINANCIAMENTO	111
	APÊNDICE E – VOLUME ANUAL DE ESGOTO FATURADO EM M³/ANO COM AS METAS ANUAIS	112

1 INTRODUÇÃO

O mundo enfrenta uma série de problemas locais e regionais relacionados à segurança hídrica, que são resultados, em sua maioria, da má gestão dos recursos hídricos. O saneamento básico consiste na infraestrutura para garantia de desenvolvimento social e econômico da população. Atrelado a isso, desde 2010, no cenário supranacional, o acesso ao saneamento básico é entendido como parte integrante dos direitos humanos pela Organização das Nações Unidas - ONU. Em 2015, essa relevância foi reafirmada através da Agenda 2030 do Desenvolvimento Sustentável da ONU, onde o ODS 6 – Água Potável e Saneamento – tem como objetivo representar e assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. No Brasil, o novo marco regulatório do saneamento básico, introduzido pela Lei Federal nº. 14.026 (BRASIL, 2020), busca atrair investimentos privados e permitir o aumento gradual da desestatização do setor, adotando como princípio a regionalização dos serviços de saneamento e promovendo mudanças na sua regulamentação. Em Pernambuco, o projeto de Lei Complementar nº. 1.445 (PERNAMBUCO, 2020) institui as Microrregiões de Saneamento Básico do Estado, na qual as microrregiões são separadas pelos municípios em que há compartilhamento de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário. Com isso, é importante viabilizar os investimentos necessários para garantir a universalização do saneamento básico no estado.

Sendo assim, a Barragem do Engenho Maranhão, que será implantada no município de Ipojuca, no rio Ipojuca, surge como a principal intervenção para assegurar a segurança hídrica da Região Metropolitana de Recife (RMR). Para a realização da intervenção, entretanto, é necessário analisar o aspecto atual do rio Ipojuca, o terceiro rio mais poluído do Brasil, uma vez que a qualidade da água é um reflexo direto do uso e ocupação do solo e da forma como acontece essa relação com a utilização e descarte de água. Assim sendo, é importante ressaltar que o saneamento básico realizado na sua cadeia completa transforma a qualidade social e econômica de toda a população. O rio Ipojuca, que corta boa parte do Estado de Pernambuco, recebe esgotos dos principais municípios do Agreste Pernambucano, o que compromete, em elevados níveis, a qualidade de suas águas. A criticidade provocada pelo lançamento de efluentes desperta para a necessidade de medidas que possam contribuir para a revitalização da bacia do rio Ipojuca.

Nesta linha de pensamento, a presente pesquisa tem a finalidade prática de descrever um ambiente propício para o estabelecimento de uma Parceria Público Privada – PPP – que englobe o abastecimento de água do sistema da Barragem Engenho Maranhão junto com a inserção do esgotamento sanitário dos municípios da bacia do rio Ipojuca, à montante da captação, mostrando o quanto importante será para o desenvolvimento da região envolvida.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A justificativa do presente trabalho é analisar o impacto positivo que a Barragem Engenho Maranhão causará na segurança hídrica da RMR, combinado com a viabilidade de uma PPP que englobe a melhoria da qualidade da água do rio Ipojuca, o terceiro rio mais poluído do Brasil, contribuindo para melhores indicadores de esgotamento sanitário dos municípios envolvidos pela Bacia hidrográfica do rio Ipojuca. O tema é de fundamental importância, já que a Barragem Engenho Maranhão é a principal intervenção indicada pelo Estado para assegurar o abastecimento de água potável da Região Metropolitana de Recife. Porém a Barragem está inserida no rio Ipojuca, rio que sofre com grandes despejos de efluentes domésticos, industriais e agrícolas durante o seu percurso.

A motivação para a abordagem do tema é fazer uma análise crítica para o projeto de Lei complementar nº. 1.445 (PERNAMBUCO, 2020), que institui as microrregiões de saneamento básico do Estado de Pernambuco, no qual separa em microrregiões os municípios que compartilham de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário. Buscar-se-á, ainda, avaliar se (ou quanto) a Lei negligencia o conceito fundamental da universalização do esgotamento sanitário e prioriza a vertente do abastecimento de água. Para isso, será proposto uma Parceria Público Privada - PPP para a Barragem Engenho Maranhão que, além do abastecimento de água, priorize o esgotamento sanitário da Bacia do rio Ipojuca.

1.2 OBJETIVOS GERAIS

Apresentar uma modelagem para uma Parceria Público Privada - PPP que inclua o sistema adutor de água a partir da Barragem Engenho Maranhão com o esgotamento sanitário dos municípios da bacia do rio Ipojuca.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos estão listados na sequência:

- 1) Diagnosticar a qualidade de água do rio Ipojuca;
- 2) Indicar os pontos de melhora no esgotamento sanitário da região envolvida;
- 3) Promover uma análise do esgotamento sanitário dos municípios inseridos na bacia;
- 4) Analisar o impacto positivo que o Reservatório Engenho Maranhão trará para o sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife (RMR);
- 5) Estruturar um modelo de Parceria Público Privada na região em estudo;
- 6) Realizar a modelagem financeira e operacional da Parceria Público Privada - PPP.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial teórico será abordado todos os assuntos que servirão de referência para elaboração da construção dos resultados com discussões e considerações finais.

2.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

A gestão dos recursos hídricos objetiva garantir a disponibilidade e qualidade da água para seus mais diversos usos, incluindo o abastecimento público e a preservação do meio ambiente.

2.1.1 Brasil

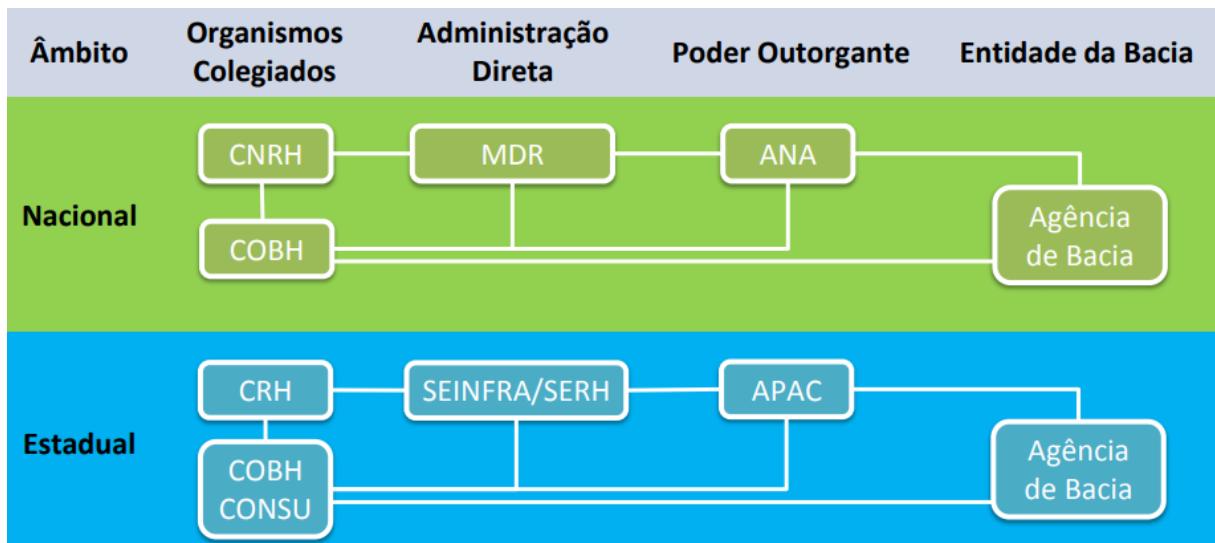
A gestão das águas no Brasil, instituída pela Lei Federal nº. 9.433 (BRASIL, 1997), está fundamentada no atendimento ao uso múltiplo das águas, na gestão descentralizada por bacia hidrográfica, garantindo a participação de forma integrada entre os usuários e a comunidade com o Poder Público (ANA, 2021). Em julho de 2020 foi sancionado o Novo Marco de Saneamento Básico no Brasil, Lei Ordinária nº. 14.026 (BRASIL, 2020), passando a “Agência Nacional de Águas” – ANA – a se chamar “Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico”, conferindo uma nova atribuição regulatória: editar normas de referência contendo diretrizes para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil (ANA, 2021). A coordenação regulatória, a capacitação e o desenvolvimento de estudos técnicos que subsidiem essa nova atribuição são agora parte integrante das funções da ANA. Quanto à coordenação regulatória, deve-se passar pelo estabelecimento de padrões de qualidade e eficiência na prestação dos serviços de saneamento, verificação do cumprimento de obrigações relativas à regularização de captações, segurança de barragens, monitoramento, eficiência hídrica e controle de perdas, implementação e usos alternativos da água e reuso, entre outras.

A gestão integrada dos recursos hídricos depende da implementação de uma série de instrumentos de gestão. O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) é um dos instrumentos e é formado por um grande banco de dados e informações sobre as águas do País, envolvendo um conjunto de processos para coletar, organizar e transmitir dados e informações. Nesse sentido, com as informações advindas do SNIRH, são elaborados os planos de recursos hídricos (ANA, 2019b).

Os planos de recursos hídricos determinam prioridades, metas e diretrizes para investimentos em saneamento a partir de um conhecimento aprofundado da situação integrada dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica, analisando alguns instrumentos como Outorga, Enquadramento, Cobrança e Sistemas de Informações. A Outorga é o instrumento regulatório quantitativo ao qual todas as captações e lançamentos de carga poluidora proveniente das Estações de Tratamento de Esgotos estão sujeitas. O Enquadramento estabelece metas de qualidade pactuadas com a sociedade, setores produtivos e estado, as quais determinam condições para o lançamento do efluente do saneamento, o que, em última instância, interfere na eficiência exigida aos sistemas de tratamento de esgotos. A Cobrança confere valor econômico à água que é captada nos mananciais de abastecimento e representa importante aporte de recurso em ações de conservação e preservação do recurso hídrico. É através do Sistema de Informações que ocorre o monitoramento de todos os demais instrumentos da Política de Recursos Hídricos, onde se inserem as interfaces com o saneamento.

De forma geral, as agências de água nas esferas nacional e estadual constituem o poder outorgante no Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Figura 1).

Figura 1 – Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos



Fonte: APAC (2019a).

Legenda: CNRH = Concelho Nacional dos Recursos Hídricos | COBH = Comitê de Bacia Hidrográfica | MDR = Ministério do Desenvolvimento Regional | ANA = Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico | CRH = Concelho de Recursos Hídricos | SEINFRA = Secretaria de Infraestrutura | APAC = Agência Pernambucana de Águas e Clima

2.1.2 Pernambuco

No estado de Pernambuco, o marco legal para a gestão dos recursos hídricos foi a Lei Estadual nº 11.426 (PERNAMBUCO, 1997), que instituiu a Política, o Sistema Estadual e o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Em 1998, foi elaborado o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/PE, criados o Concelho e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e dado início a todo o processo de implantação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, dos Concelhos de Usuários de Água e das Agências de Bacias (as quais exercem a função de Secretaria Executiva dos Comitês).

Os Comitês de Bacias Hidrográficas – COBH – são colegiados democráticos integrado por representantes do governo estadual, municipal e membros de entidades e organizações da sociedade civil, e tem como área de atuação promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos, promover a divulgação e debates na região dos programas de serviços e obras a serem realizados no interesse da comunidade, definindo metas, benefícios e custos, e riscos sociais, ambientais e financeiros (CONDEPE/FIDEM, 2005). Nessa linha, ainda se formaram os Concelhos de Usuários de Água, os quais têm o seu credenciamento ligado diretamente ao COBH de sua área de abrangência, para tratar de assuntos referentes à administração, conservação e operação de açudes, trechos de rios, vales perenizados, entre outros. Sob essa ótica, os concelhos se destacam como importante instrumento para a gestão participativa, tanto no controle dos reservatórios, quanto no enfrentamento dos conflitos decorrentes das disputas pelas águas nos seus diversos usos.

No ano de 2010, por meio da Lei nº 14.028, a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) foi criada como autarquia especial. Dentre as finalidades da APAC, destacam-se: executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, regular o uso da água em Pernambuco e realizar o monitoramento hidrometeorológico e de previsões de tempo e clima (APAC, 2020). Ainda na atual estrutura institucional dos órgãos de governo em Pernambuco, a APAC está vinculada à Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos e atua como órgão executor da Política Estadual de Recursos Hídricos.

2.1.3 Tipos de Prestação de Serviços de Saneamento

Os serviços de saneamento, o que inclui o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, podem ser prestados das seguintes maneiras: (i) administração direta pelas prefeituras municipais; (ii) administração indireta através das autarquias; (iii) administração indireta por empresas públicas ou sociedades de economia mista municipais; e (iv) prestação mediante contrato (COMPESA, 2018a). Deste modo, conforme o Art. 9º Inciso II da Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), e o Art. 10 da Lei nº 14.026 (BRASIL, 2020), o município, como titular, pode prestar diretamente os serviços de abastecimento de água ou delegar a prestação, definindo o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação.

Segundo o levantamento feito pelo Atlas Águas, o arranjo predominante adotado para os serviços de abastecimento de água no Brasil é a delegação às companhias estaduais, situação que ocorre em 3.984 municípios. Atualmente, 187 municípios delegam para concessionárias privadas e 1.396 municípios administram de forma direta ou transferem o serviço a uma autarquia. Portanto, em nível nacional, as companhias estaduais estão presentes em 72% dos municípios do país, as autarquias municipais, em 25% e as concessionárias privadas, em 3% (ANA, 2021).

Em Pernambuco, pode-se destacar a Companhia de Saneamento de Pernambuco (COMPESA), presente em 175 das 185 sedes urbanas do Estado, sendo o restante (10 sedes) tendo o sistema de abastecimento de água gerenciado por autarquias municipais (ANA, 2021). A organização dos serviços de esgotamento sanitário no município pode ser realizada de forma indireta, quando ocorre a delegação da prestação dos serviços para autarquia municipal, companhia estadual ou concessionária privada, ou de forma direta, sem prestador de serviço institucionalizado. Nesse contexto, há no Brasil dois arranjos predominantes de prestação dos serviços de esgotamento sanitário. O primeiro, contemplando 2.982 municípios com delegação para autarquia municipal, companhia estadual ou concessionária privada e o segundo, contemplando 2.588 municípios sem prestador institucionalizado. Ressalta-se que nos dois arranjos há municípios cujos serviços de coleta e tratamento de esgotos não são oferecidos à população (ANA, 2017). Ainda segundo o Atlas Esgotos, em 2017, Pernambuco possuía apenas 25,9% da população urbana atendida com sistema coletivo de tratamento de esgotos.

2.1.4 Parceria Público Privada

Previsto na legislação brasileira, a Parceria Público Privada – PPP – instituída pela Lei Federal nº. 11.079 (BRASIL, 2004), é um tipo de contrato administrativo de concessão, podendo ser na modalidade patrocinada ou administrativa. Trata-se de um mecanismo que visa a maximização da atração do capital privado para a execução de obras e serviços públicos por meio de concessão, bem como para a prestação de serviços de que a Administração Pública seja usuária direta ou indireta (COMPESA, 2018a). Segundo a Lei Federal nº. 11.079 (BRASIL, 2004), a PPP na modalidade patrocinada é definida como a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei nº. 8.987 (BRASIL, 1995a), quando envolver, adicionalmente à tarifa cobrada dos usuários, contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado. Já a modalidade administrativa é o contrato de prestação de serviços de que a Administração Pública seja a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens (BRASIL, 2004). Vale ressaltar, entretanto, que a PPP é uma espécie de desestatização, mas não é privatização. Entende-se por desestatização, a redução do poder ou influência do Estado. Desse modo, o Estado reduz a atuação no domínio econômico e social, seja quando transfere a propriedade, isto é, quando vende ativos ou ações para o setor privado (neste caso, privatização), seja quando transfere a execução do serviço público, por delegação e/ou parcerias (SOUSA FILHO, 2021).

Conforme o § 4º do Art. 2º, Lei nº. 11.079 (BRASIL, 2004), é condição legal para caracterizar a parceria público-privada: o valor do contrato ser superior a R\$ 20.000.000,00; o período de prestação do serviço ser superior a 5 anos; e ter objeto que não se limite ao fornecimento de mão-de-obra, ao fornecimento e instalação de equipamentos ou à execução de obra pública. A remuneração dos serviços é assegurada pelo recebimento da tarifa paga pelo usuário, observada a equação econômico-financeira do contrato. As Leis nº 8.987 (BRASIL, 1995a) e nº. 9.074 (BRASIL, 1995b) regulamentam as concessões de serviços públicos (COMPESA, 2018a).

A Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), através de seu Art. 11, estabelece informações adicionais que devem constar das normas de regulação de contratos de concessão, conforme a autorização para a contratação:

- Indicação de prazos e a área a ser atendida;

- Inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, em conformidade com os serviços a serem prestados;
- As prioridades de ação, compatíveis com as metas estabelecidas;
- As condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo: o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;
- A sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;
- A política de subsídios;
- Mecanismos de controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços;
- E as hipóteses de intervenção e de retomada dos serviços (BRASIL, 2007; COMPESA, 2018a).

São muitas e variadas as vantagens do estabelecimento de uma parceria público privada. Entre as vantagens ao parceiro público, é possível citar:

- Possibilidade de impulsionar investimentos em infraestrutura e ampliar a prestação dos serviços públicos;
- Estudos prévios que demonstrem as vantagens da realização de PPP;
- Pagamento associado aos indicadores de desempenho, de modo que a remuneração leve em consideração o grau de satisfação, sem afetar a bancabilidade do projeto;
- E redução do impacto orçamentário, visto que a infraestrutura e os serviços públicos são diluídos no médio e longo prazo e prazos mais eficientes no que tange finalização da construção no prazo contratual (SOUZA FILHO, 2021).

Para o parceiro privado, pode-se mencionar as seguintes vantagens:

- Melhor possibilidade de especificar na concorrência, em razão da matriz de risco bem delimitada;
- Utilização de meios eficazes para garantir o recebimento da contraprestação do ente público;
- Não utilização de pagamento por precatório, redução de litígio e redução de protestos;

- E estímulo ao incremento na capacidade tecnológica, de modo a permitir que o ente privado tenha maior ganho de eficiência e rentabilidade (SOUSA FILHO, 2021).

No caso de haver desequilíbrio econômico-financeiro, existem diferentes formas de recomposição desse equilíbrio. A recomposição por indenização consiste em término antecipado do contrato e pagamento de uma parcela única do setor público ao setor privado. Pode-se também prorrogar o prazo de concessão, de forma a ter receita adicional para remunerar o parceiro privado, com baixo impacto no parceiro público, baixo desembolso pelo usuário e sem aumento da tarifa. Uma outra opção é a cobrança de outorga, paga pelo parceiro privado, no caso de atraso no investimento e reequilíbrio em favor do poder concedente. É possível também aumentar a tarifa para aumentar as receitas, no caso de não haver o retorno esperado, porém pode haver insatisfação dos usuários. Uma forma não muito rara é o pagamento de uma contraprestação adicional pelo poder público, de forma ao valor ficar diluído no tempo de prestação do serviço. A última forma é o reequilíbrio mediante aporte pelo setor público e a respectiva contraprestação, devolvendo-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), no caso de haver ultrapassagem do valor montante ou quantia fixada (SOUSA FILHO, 2021).

Em suma, além do investimento em infraestrutura e acesso a serviços públicos, as vantagens da adoção da PPP como modelo de concessão podem ser reunidas em ganhos de eficiência, maior grau de satisfação do usuário, redução do prazo de construção e redução do custo. Nas palavras de Sousa Filho, a parceria público-privada revela-se ser “não apenas alternativa, mas quicá único caminho possível e viável para alavancar investimentos em infraestrutura e ampliar a prestação dos serviços públicos tão urgentes e necessários” (SOUSA FILHO, 2021, p.19).

2.1.5 Modelagem do Setor de Saneamento

As Microrregiões de Saneamento Básico são constituídas por municípios limítrofes, nos quais há compartilhamento de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário para prestação dos serviços públicos de saneamento básico de interesse comum. Estão abrangidos no conceito de compartilhamento de instalações operacionais os projetos de integração de infraestrutura de abastecimento de água e/ou

esgotamento sanitário que integrem sistemas de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário.

Em Pernambuco, o projeto de Lei Complementar PL 1.445/2020 (PERNAMBUCO, 2020) que institui as Microrregiões de Saneamento Básico do Estado, com fundamento no disposto no § 3º do artigo 25 da Constituição Federal e na Lei Federal nº. 11.445 (BRASIL, 2007), com redação conferida pela Lei Federal nº. 14.026 (BRASIL, 2020), busca adequar a legislação do Estado às modificações implementadas no marco legal do saneamento básico, decorrentes da aprovação da Lei Federal nº. 14.026 (BRASIL, 2020), que previu como princípio fundamental para estruturação dos serviços públicos de saneamento básico sua prestação regionalizada com vistas à geração de ganhos de escala e à garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira desses serviços. Os primeiros exercícios voltados à configuração das microrregiões no nordeste brasileiro denotam que a infraestrutura hídrica existente e o manancial são determinantes na sua configuração. Ainda, segundo o projeto de Lei, a medida é também relevante a fim de propiciar o estabelecimento das metas e indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados, a serem observados na execução dos serviços prestados de modo regional no âmbito das Microrregiões, fomentando a universalização do atendimento por meio de metas progressivas e graduais de expansão dos serviços de modo compatível com as realidades de cada Microrregião.

2.2 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS

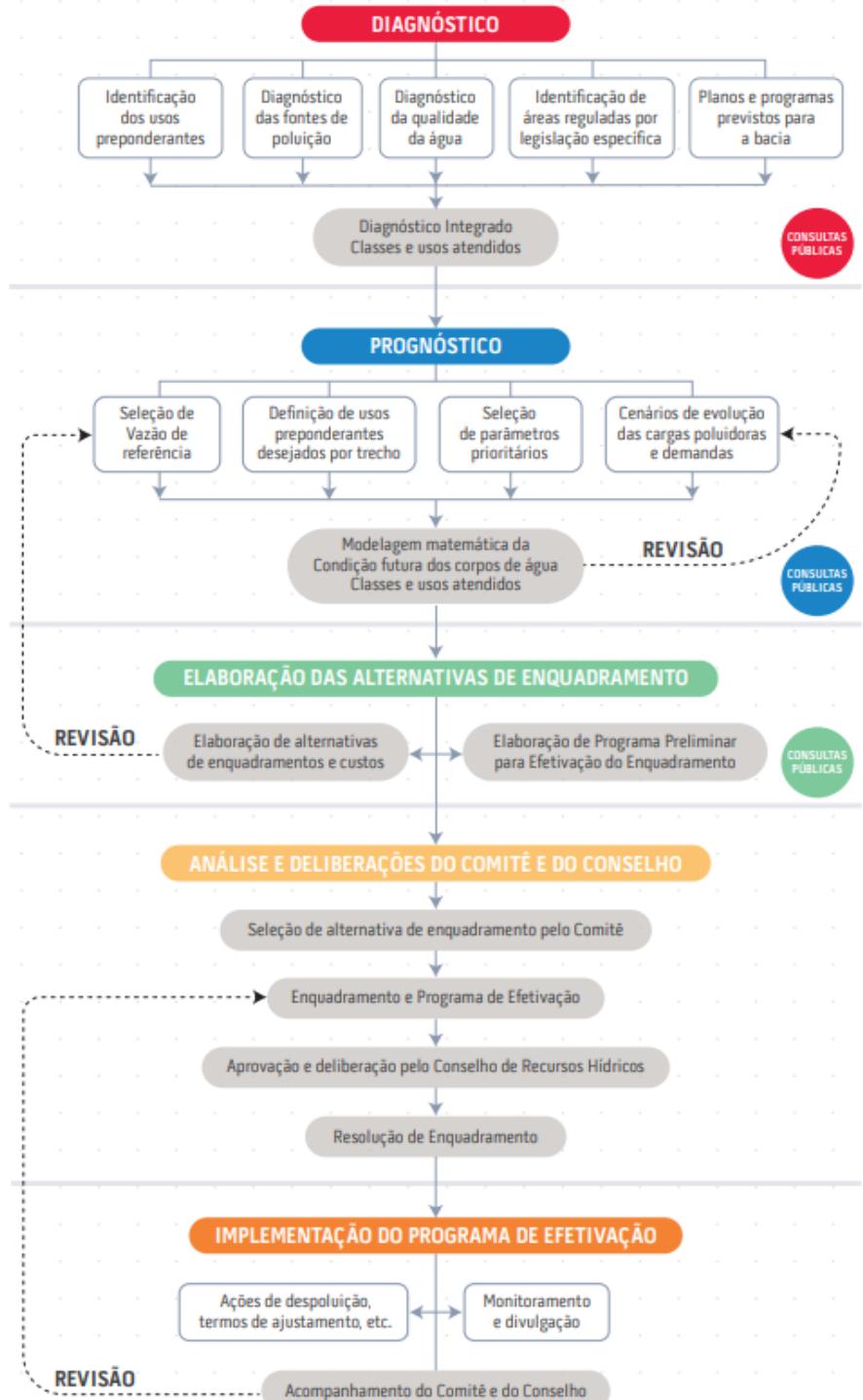
A preservação dos recursos hídricos é uma das questões mais relevantes que se apresenta para a sociedade contemporânea. Com base nisso, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº. 9.433 (BRASIL, 1997) estabelece uma série de instrumentos e princípios para a realização da gestão de águas, porém, observa-se que na prática, poucos deles conseguem de maneira eficiente ser aplicado de forma a contribuir efetivamente para a gestão.

O enquadramento dos corpos d'água representa o estabelecimento da meta de qualidade da água a ser alcançada, ou mantida, em um segmento hídrico, de acordo com os usos pretendido, segundo CONAMA nº 357 (CONAMA, 2005). Esse instrumento visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes, bem como diminuir os custos de

combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Para isso é preciso avaliar a condição atual do rio, discutir com a população da bacia a condição desejada para aquele rio e, por fim, pactuar a meta com os diferentes atores da bacia hidrográfica, levando em conta as limitações técnicas e econômicas para seu alcance (ANA, 2013).

Enquadrar os corpos d'água significa classificá-los em classes conforme o uso preponderante, sendo que cada classe tem uma série de parâmetros de qualidade da água a serem atendidos, conforme Resolução nº. 357 (CONAMA, 2005). A classificação é realizada em cinco Classes: Especial, 1, 2, 3 e 4. A Classe Especial representa os usos mais exigentes, ou seja, àqueles que requerem melhor qualidade da água, como a preservação da vida aquática; o outro extremo, a Classe 4, expressa os usos menos exigentes, como a navegação (MACHADO, 2019). O enquadramento deve seguir a Resolução nº. 91 do Concelho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2008) ou seu equivalente estadual, e estabelecer os procedimentos gerais considerando corpos de água superficiais e subterrâneos, e referências básicas: bacia hidrográfica como unidade de gestão e/ou usos preponderantes mais restritivos. A proposta de enquadramento deverá contemplar quatro etapas (Figura 2): diagnóstico; prognóstico; propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e programa para efetivação.

Figura 2 – Fluxograma da proposta de enquadramento



Fonte: ANA (2020a).

A Resolução nº. 91 do CNRH também estabelece que a proposta de enquadramento deve ser desenvolvida preferencialmente durante a elaboração do plano de recursos hídricos da bacia,

com ampla participação da comunidade, e que deve considerar, de forma integrada e associada, as águas superficiais e subterrâneas (ANA, 2019c). Sendo, portanto, o enquadramento um dos instrumentos diretamente ligados à questão de quantidade e qualidade da água, já que deve estar vinculado à concessão de outorgas e licenças ambientais, é de fundamental importância que se dê mais atenção à sua aplicação de modo que deva ser estruturado no contexto de bacia hidrográfica de maneira descentralizada e participativa, levando em conta as consequências econômicas, ambientais e sociais.

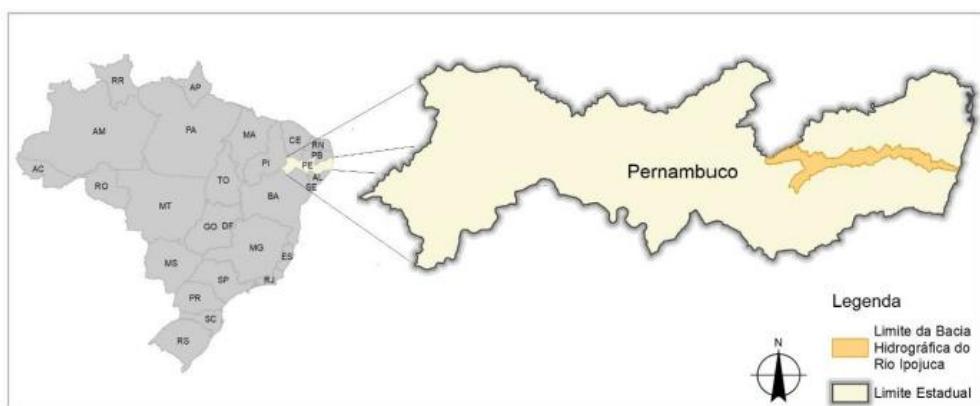
2.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA

Este trabalho foi desenvolvido na bacia do rio Ipojuca envolvendo várias sedes urbanas do Estado de Pernambuco, assim, é imprescindível entender as características gerais dessa bacia, apresentando os principais rios, reservatórios e uso da água, bem como os aspectos qualitativos dos recursos hídricos da região e os dados e indicadores operacionais da bacia em estudo.

2.3.1 Características Gerais da Bacia do rio Ipojuca

A bacia do rio Ipojuca localiza-se na em sua totalidade no estado de Pernambuco, entre as latitudes $08^{\circ}09'50''$ e $08^{\circ}40'20''$ de latitude sul, e $34^{\circ}57'52''$ e $37^{\circ}02'48''$ de longitude oeste. A referida bacia limita-se ao norte com a bacia do rio Capibaribe e o estado da Paraíba, ao sul com as bacias dos rio Una e Sirinhaém, a leste com os grupos de bacias de pequenos rios litorâneos 2 e 3 – GL2 e GL3 – hoje associados às unidades de planejamento UP-15 e UP-05 respectivamente, e o Oceano Atlântico e, a oeste, com as bacias dos rios Ipanema e Moxotó e o Estado da Paraíba (APAC, s.d.).

Figura 3 – Localização da Bacia do Rio Ipojuca no estado de Pernambuco.



Fonte: COMPESA (2018a).

A bacia do rio Ipojuca apresenta uma área de 3.435,34 km², que corresponde a 3,49% da área do estado, possuindo 320 km de extensão e abrangendo 25 municípios, dos quais Belo Jardim, Bezerros, Caruaru, Chã Grande, Escada, Gravatá, Ipojuca, Poção, Primavera, Sanharó, São Caetano e Tacaimbó possuem suas sedes dentro da bacia. Os municípios parcialmente inseridos são Agrestina, Alagoinha, Altinho, Amaraji, Arcoverde, Cachoeirinha, Pesqueira, Pombos, Riacho das Almas, Sairé, São Bento do Una, Venturosa e Vitória de Santo Antão (PERNAMBUCO, 2010). Na Tabela 1, pode-se observar os municípios e as informações relativas aos mesmos: área total, área pertencente à bacia, percentual da área da bacia ocupada pelo município e percentual do município que pertence à bacia.

De acordo com Maciel (2017), as águas da bacia do rio Ipojuca têm um valor ambiental para a região, uma vez que 25 municípios se encontram localizados no seu interior, trazendo à tona a importância inestimável desse manancial para a população. No que tange ao desenvolvimento local, o rio se mostra imprescindível para as atividades industriais e agrícolas. Segundo a COMPESA (2018a), o rio Ipojuca tem sua nascente localizada no município de Arcoverde e desemboca na cidade de Ipojuca, no Porto de Suape, no litoral sul do estado. Segundo (SILVA et al., 2011) o rio é intermitente desde sua nascente até as proximidades de Gravatá e daí em diante torna-se perene.

Segundo Pernambuco (2010), o rio Ipojuca foi o suporte para a economia agropastoril por muitas décadas, com mais relevância no Agreste, além de espaço de lazer e extensão da vida doméstica para lavadeiras. Com o passar do tempo, o rio foi gradativamente perdendo mata ciliar e seu entorno foi objeto de ocupação desordenada. De águas cristalinas passou à cor escura devido ao recebimento crescente de dejetos, esgotos, despejos industriais e lixo. As atividades industriais na bacia estão associadas a produtos alimentares, minerais não metálicos, indústria sucroalcooleira, química, têxtil, metalúrgica, vestuário, artefatos, tecidos, couros, bebidas, produtos farmacêuticos e veterinários, perfumes, sabões, calçados, agropecuária e borracha. Já no uso do solo, a bacia do rio Ipojuca apresenta predominância pelo cultivo da cana de açúcar, pela ocupação urbana e industrial, pela policultura e pecuária.

O uso do solo atrelado ao desenvolvimento urbano se caracterizou pela falta de planejamento e ordenamento. Isso tem gerado graves problemas ambientais e sociais, tais como a degradação ambiental advinda do lixo urbano e industrial, que se inicia no solo e atinge as

águas superficiais e infiltra-se com chorume, contaminando, também, as águas subterrâneas (APAC, 2016).

Tabela 1 - Municípios que integram a bacia do rio Ipojuca.

Município	Área do município em Km ²	Área do município pertencente à bacia em Km ²	% da bacia ocupada pelo município	% do município pertencente à bacia
Agrestina	-	-	-	-
Alagoinha	180,1	52,8	1,50	29,3
Altinho	142,6	5,4	0,15	1,2
Amaraji	238,8	64,5	1,84	27,0
Arcos (1)	380,6	102,8	2,93	27,0
Belo Jardim (1)	653,6	232,0	6,60	35,5
Bezerros (1)	545,7	234,1	6,66	42,9
Cachoeirinha	183,2	2,0	0,06	1,1
Caruaru (1)	932,0	391,4	11,14	42,0
Chã Grande (1)	83,7	69,8	1,99	83,4
Escada (1)	350,3	203,5	5,79	58,1
Gravatá (1)	491,5	183,8	5,23	37,4
Ipojuca (1)	514,8	174,5 (2)	4,97	33,9
Pesqueira	1.036,0	677,1	19,27	59,7
Poção (1)	212,1	195,1	5,55	92,0
Pombos (1)	236,1	67,8	1,93	28,7
Primavera (1)	96,5	78,1	2,22	80,9
Riacho das Almas	313,9	11,3	0,32	3,6
Sairé	198,7	76,1	2,17	38,3
Sanharó (1)	247,5	240,6	6,85	97,2
São Bento do Una	712,9	77,3	2,20	10,8
São Caetano (1)	373,9	255,4	7,27	68,3
Tacaimbó (1)	210,9	130,8	3,72	62,0
Venturosa	326,1	3,9	0,11	1,2
Vitória de Santo Antônio	345,7	42,9	1,22	12,4

Fonte: Adaptado de SILVA, 2019 (APAC, 2020; APAC s.d.).

(1) Municípios com sede inserida na bacia.

(2) A área do município de Ipojuca considerado não inclui a GL3, cuja área é de 128,91Km² atualmente agregada à UP 05 (Bacia do Rio Ipojuca).

De acordo com Pernambuco (2010), o rio Ipojuca já se encontrava poluído na época de publicação do documento, por resíduos sólidos e líquidos, orgânicos e inorgânicos, com altas

taxas de assoreamento, embora com potencial para usos diversos, como agricultura, pesca, abastecimento de água, entre outras atividades industriais e de serviços.

2.3.2 Hidrografia e Uso da Água

O rio Ipojuca tem origem na serra do Pau D'Arco, no município de Arcoverde, a uma altitude de aproximadamente 900 m. Possui um comprimento de percurso com cerca de 294 km, orientado na direção oeste-leste e devido à sua orientação, encontra-se inserido em três microrregiões, sendo elas: do Vale do Ipojuca, de Vitória de Santo Antão e da microrregião metropolitana do Recife (Suape) (COMPESA, 2018a).

Seus principais afluentes pela margem direita são o riacho Liberal, riacho Papagaio, riacho Santo e rio do Mel. O riacho Liberal, seu afluente mais importante, tem nascentes nas encostas da Serra do Buco, no município de Venturosa. Drena ao longo dos seus 36 km de extensão as áreas dos municípios de Alagoinha, Pesqueira e Sanharó e desagua no rio Ipojuca a cerca de 6 km à jusante da cidade de Sanharó. Pela margem esquerda, seus principais afluentes são o riacho Ângelo Novo, riacho da Onça, riacho dos Mocós, riacho de Meio e riacho Pata Choca (APAC, s.d.).

Na bacia do rio Ipojuca, os principais usos da água são caracterizados pelo consumo humano e abastecimento público, consumo animal, irrigação, uso industrial, limpeza, geração de energia (pequena hidrelétrica), navegação interior, pesca, turismo, recreação e lazer, recepção de efluentes domésticos, industriais e agroindustriais (CONDEPE/FIDEM, 2005).

Na Zona da Mata, é possível observar a predominância da produção canavieira. As usinas de cana de açúcar, situadas no município de Ipojuca, possuem captações próprias, diretamente no rio Ipojuca, para abastecimento industrial. Em Gravatá são cultivadas flores, olerícolas, plantas ornamentais, mandioca, bem como ocorre a pecuária de corte ou leite. A bovinocultura tem destaque em regiões dos municípios de Pesqueira, Sanharó e São Caetano (SILVA, 2019). Ainda, segundo Silva (2019), em Belo Jardim, ao norte, há grandes produções de bananas e cenoura, enquanto em Caruaru, maior município do Agreste, apresenta diversas atividades econômicas, tendo predomínio no uso da água para abastecimento industrial, destacando a indústria de confecção de roupas. O aproveitamento hidroagrícola atual, no semiárido, fora as glebas da empresa Peixe em Pesqueira, a pequenas

áreas aluviais nas imediações da calha do Ipojuca, no trecho entre São Caetano e Gravatá, dedicados a capineiras e hortaliças.

2.3.2.1 *Captações de Água Atuais na Bacia*

Através da atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco que, a partir da análise espacial dos dados de captação de água, fornecidos pela ANA, atualizado no âmbito do Atlas de Abastecimento Urbano de Água, foi feito um levantamento das captações existentes para abastecimento urbano localizadas na bacia do rio Ipojuca. Apresenta-se na Tabela 2 as captações existentes e os sistemas aos quais pertencem.

Tabela 2 - Captação de abastecimento de água na bacia do rio Ipojuca.

Sistema	Vazão (L/s)	Captação	Manancial
Integrado Bitury	170,00	Açude Eng. Severino Guerra	Rio Bitury
	12,00	Barragem Tabocas	Rio Tabocas
Integrado Agreste	4.0000,00	Reservatório Ipojuca	Rio Ipojuca
Isolado Caruaru	45,00	Barragem Jaime Nejaim	Riacho Olho D'Água
	69,62	Barragem Serra dos Cavalos	Riacho Capoeirão
Isolado Pesqueira	87,00	Barragem Pão de Açúcar	Rio Ipojuca
Isolado Poção	17,00	Barragem Duas Serras	Riacho Duas Serras
Isolado Sanharó	5,00	Barragem Sapatos 1	Rio Manicoba
	6,00	Barragem Sapatos 2	Rio Manicoba
Isolado São Caetano	30,00	Barragem Taquara	
Isolado Chã Grande	12,00	Barragem Macacos	Riacho Macacos
	10,00	Barragem Siriuita	Rio Rocha Grande
Isolado Escada	120,00	Barragem Sapocagi	
	80,00		Riacho Três Passagens
Isolado Gravatá	30,00	Barragem Brejinho	
	190,00	Barragem Vertentes	
Isolado Ipojuca	30,00	Barragem Três Passagens	Riacho Três Passagens
Isolado Pombos	54,90	Barragem Banho da Negra	
Isolado Primavera	10,50	Barragem do Arrodeio	Riacho do Arrodeio

Fonte: Adaptado de APAC (2020).

2.3.2.2 *Principais Reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca*

I. Reservatório Engenheiro Severino Guerra

O reservatório Engenheiro Severino Guerra está localizado no município de Belo Jardim, Agreste Setentrional de Pernambuco, e foi construído no início da década de 60, pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), tendo sido projetado para atender apenas ao abastecimento de água dos moradores de Belo Jardim. Os rios Bitury, Tabocas e Taboquinhas, além de pequenos riachos, contribuem para alimentar o volume de água armazenada no reservatório. A bacia do rio Bitury, delimitada a partir da seção de barramento, possui uma área total de aproximadamente 68,57 km², fazendo com que o reservatório tenha uma capacidade total de acumulação de aproximadamente 17 milhões de m³ (PERNAMBUCO, 2010). O reservatório Engenheiro Severino Guerra está inserido dentro do sistema de abastecimento integrado Bitury, possuindo uma vazão de regularização de 100 L/s, em que atende os municípios de Belo Jardim, São Bento do Una, Tacaimbó e Sanharó. A captação na barragem Engenheiro Severino Guerra (Bitury) é feita através de torre de tomada e uma tubulação de ferro fundido com 400 mm de diâmetro e 50 m de extensão até a Estação de Tratamento de Água (ETA) Bitury (COMPESA, 2018a).

II. Reservatório Pão de Açúcar

O reservatório Pão de Açúcar está localizado no município de Pesqueira, Agreste Central de Pernambuco, e foi construído em 1987 pelo Governo do Estado de Pernambuco (ANA, 2016), como regulador de um sistema de perenização do rio com barragens sucessivas, constituindo um manancial de abastecimento para consumo humano e para atividades de irrigação, pesca (PERNAMBUCO, 2010) e dessedentação de animais (ANA, 2016). A bacia do rio Ipojuca, delimitada a partir da seção de barramento, possui uma área de aproximadamente 403,50 km² (PERNAMBUCO, 2010) fazendo com o que o reservatório possua capacidade total de acumulação total em torno de 35 milhões de m³ (ANA, 2016). O reservatório atende ao abastecimento das cidades de Pesqueira, Sanharó e Poção (ANA, 2016) com vazão regularizada por volta de 233 L/s (PERNAMBUCO, 2010). A captação na barragem Pão de Açúcar é realizada por bombas sobre plataforma flutuante (COMPESA, 2018a).

III. Reservatório Ipojuca

O reservatório Ipojuca está localizado no município de Arcoverde, na região do Sertão do Moxotó, divisa com o Agreste de Pernambuco, e foi criado como parte do empreendimento do Governo Federal de infraestrutura hídrica Ramal Agreste, parte do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). Esse empreendimento tem como objetivo suprir o déficit hídrico da região do Agreste de Pernambuco, e é formado por uma barragem de concreto compactado a rolo assente sobre um substrato rochoso. Possui a capacidade de 6,7 milhões de m³ de água, com nível de água de 805 m, relativo à operação em regime, e está localizado em uma área de clima semiárido quente, com chuvas escassas e irregulares, altas temperaturas e índices elevados de evaporação. O reservatório apresenta um descarregador de fundo por uma tomada d'água que permite uma vazão de 8 m³/s, possuindo uma única abertura, correspondente ao conduto forçado de adução às válvulas. O conduto é de aço envolto em concreto e, no extremo de jusante, existem duas válvulas dispersoras com diâmetro unitário, DN de 600 mm (MÜLLER, 2017).

IV. Reservatório Serra dos Cavalos

O reservatório Serra dos Cavalos está localizado no município de Caruaru, Agreste Central de Pernambuco, dentro do Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho (BRASIL, 2004), no curso do riacho Capoeirão (PERNAMBUCO, 2010). Também estão localizados no parque, dois importantes açudes para a região, Guilherme de Azevedo e Jaime Nejaim, formando o complexo de barragens das Serras (COMPESA, 2018a). Juntos, os três açudes têm uma área de 262.700 m² de espelho d'água e capacidade de acumulação de 2 milhões de m³ de água, tendo o reservatório Serra dos Cavalos apresentando um volume de 761.000 m³ (BRASIL, 2004). O reservatório atende ao abastecimento da cidade de Caruaru, juntamente com os outros reservatórios do complexo de barragens das Serras, Sistemas Integrados Prata-Pirangi e Barragem de Jucazinho. A captação na barragem Serra dos Cavalos é feita por gravidade, com capacidade nominal de 50 L/s, e possui tubulação de ferro, defofo e cimento amianto, 300 mm de diâmetro e 2000 m de extensão (COMPESA, 2018a).

V. Reservatório Vertentes

O reservatório Vertentes está localizado no município de Chã Grande, Agreste Central de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2010), e é uma barragem de nível, que tem como objetivo elevar o nível de água à montante do barramento. O reservatório criado atende ao abastecimento do município de Gravatá, como parte do sistema isolado Gravatá, juntamente com a barragem de Amaraji, Riacho Cliper e Brejinho (COMPESA, 2018a). O reservatório atende à cidade de Gravatá, como já mencionado, e apresenta vazão regularizada de aproximadamente 203 L/s (COMPESA, 2018a). A captação é feita a fio d'água (PERNAMBUCO, 2010) e realizada por meio de um canal de derivação por gravidade que conduz para a estação elevatória de vertentes, dispondo de uma capacidade nominal de 221 L/s. O canal de derivação é feito em concreto e possui uma extensão de 16 m (COMPESA, 2018a).

2.3.3 Caracterização do Reservatório Engenho Maranhão

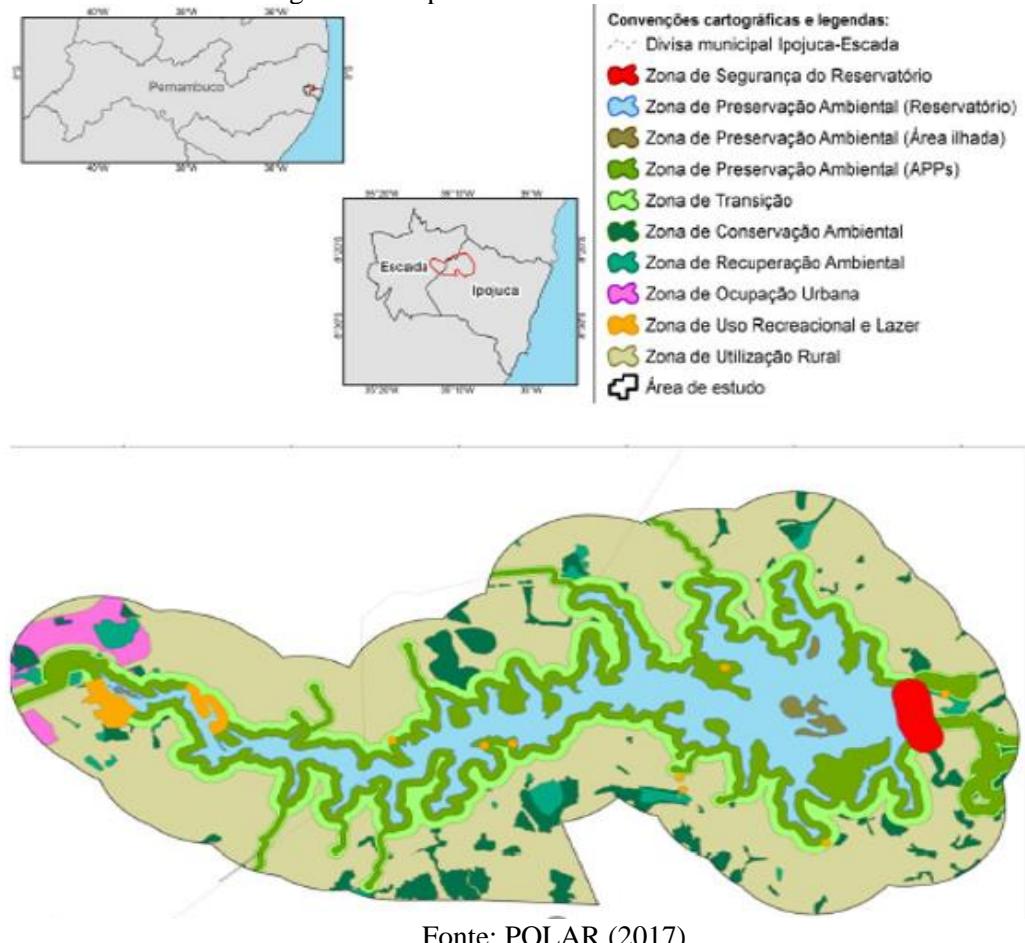
A oferta de água em quantidade suficiente e qualidade adequada é fundamental para o desenvolvimento humano. Por outro lado, o aumento progressivo das demandas hídricas para suprimento a diversos usos da água evidencia conflitos e desafia a garantia da segurança hídrica, principalmente nos grandes centros urbanos, onde se observam pontos de captação cada vez mais distantes e interligações por grandes e complexos sistemas integrados. O desequilíbrio do balanço hídrico é uma das dimensões da insegurança hídrica, que somado às características de operação e de gestão dos recursos hídricos e do saneamento, e à variabilidades do clima, favorecem a instalação de crises hídricas, como as que afetaram o Brasil nos últimos anos (ANA, 2021). O Índice de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ISH-U) é um indicador que pode quantificar a insegurança hídrica, considerando: a vulnerabilidade qualquantitativa dos mananciais; a capacidade de atendimento à demanda dos sistemas produtores; o desempenho técnico dos prestadores no gerenciamento de perdas; e a cobertura da rede de distribuição. Segundo dados do Atlas Águas, cerca de 50% das sedes urbanas no Brasil apresentam Índice de Segurança Hídrica de mínimo a médio, refletindo a necessidade de intervenções para melhorar um ou mais indicadores (ANA, 2021).

A Região Metropolitana do Recife - RMR é composta por 15 municípios e ocupa uma área de 3.216 km², abrigando 4,1 milhões de habitantes. Dos municípios que a compõem, quatro

possuem mais de 250 mil habitantes: Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista e Recife. O sistema de abastecimento de água da RMR é composto por seis sistemas integrados e 13 sistemas isolados. As maiores parcelas da demanda estão concentradas na capital Recife (5,9 m³/s) e no município de Jaboatão dos Guararapes (1,8 m³/s). Localizado em uma zona litorânea, a RMR é abastecida por bacias de pequeno porte e rios de baixa vazão (ANA, 2021).

Nesse contexto, o projeto da Barragem Engenho Maranhão mostra-se como uma das principais alternativas para suprir o aumento da demanda hídrica da RMR, indo além de desenvolvimento econômico, através do fornecimento de água para o abastecimento humano e atividades industriais. O projeto consiste na construção de uma barragem na calha do rio Ipojuca, num trecho que fica a 25 km da sua foz no Oceano Atlântico. O ponto do barramento localiza-se especificamente em terras do engenho Maranhão, com acesso através da PE-042, chegando tanto pela BR-101 quanto pela PE-060. Ao final da construção se formará um reservatório que inundará uma área aproximada de 607,8 hectares, dos quais 80% localizam-se no município de Ipojuca e 20% no município de Escada (COMPESA, 2011). Além dos municípios de Escada e Ipojuca, diretamente afetados pelo alagamento, o empreendimento também inclui outras regiões nos arredores, como Cabo de Santo Agostinho e o complexo de Suape. A barragem Engenho Maranhão será construída em um trecho do rio Ipojuca delimitado pelas zonas fisiográficas do Litoral e da Mata, já próximo à sua foz, no litoral Sul de Pernambuco, a 8°22'30" de latitude Sul e 35°07'30" de longitude Oeste. São abrangidas áreas principalmente rurais dos municípios de Ipojuca e Escada, localizados na porção sudeste do estado a cerca de 50 km de distância da capital Recife (MÜLLER, 2017), conforme Figura 4.

Figura 4 - Mapa de Zoneamento Ambiental



Fonte: POLAR (2017).

No eixo do rio, será construído um muro de concreto compactado com aproximadamente 370 m de comprimento e 24 m de altura, que acumulará cerca de 50,5 milhões de m³ de água. A profundidade média do lago será de 6,5 m e a máxima de 19,0 m. Para se conhecer a operação real do reservatório no futuro, foram efetuadas simulações mensais, considerando a retirada de água constante de 3,4 m³/s (99% de confiança de atendimento pleno); de 4,8 m³/s (95% de confiança de atendimento pleno), e de 5,9 m³/s (90% de confiança de atendimento pleno), considerou-se, ainda, vazão ecológica permanente para jusante de 2 m³/s; volume morto de 2,3 milhões de m³; volume máximo normal de acumulação de 50,5 milhões de m³ (cota 77 m) (COMPESA, 2011). Visto o diagnóstico físico, biológico, socioeconômico e histórico-cultural da região, é possível perceber que a construção da referida Barragem pode trazer impactos em todas os âmbitos, em especial nas Áreas de Impacto Direto. De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental realizado pela COMPESA, foram identificados um total de 58 impactos,

46 negativos e 12 positivos. Desses impactos, 17 alteram as condições físicas do ambiente, 10 afetam a biota e 31 referidos à questão socioeconômica (COMPESA, 2011).

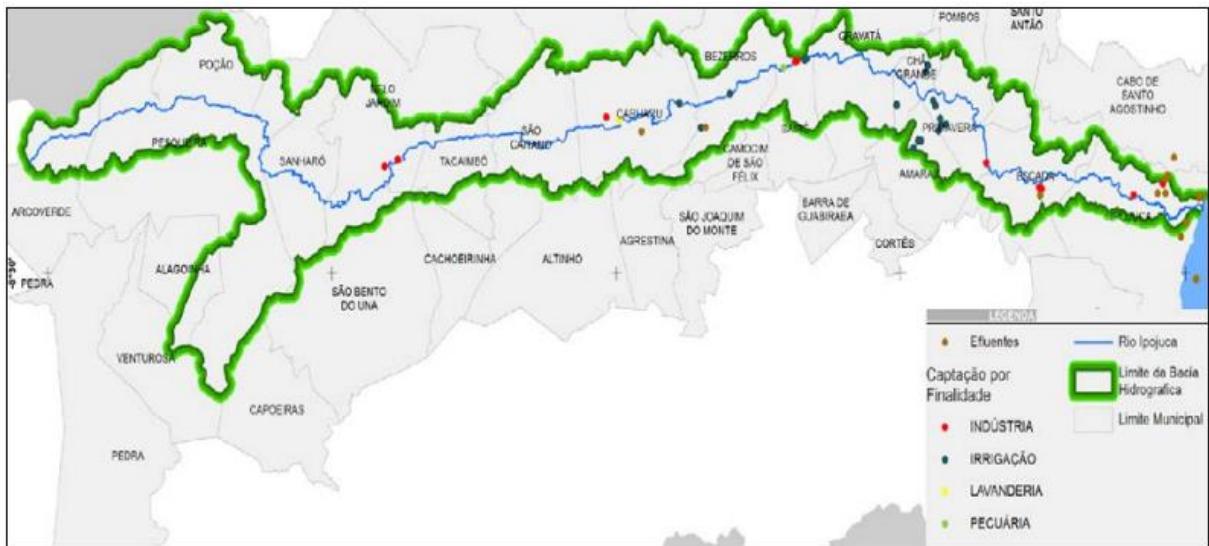
2.3.4 Aspectos Qualitativos dos Recursos Hídricos

De acordo com a Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH), as águas superficiais da bacia do Ipojuca têm qualidade extremamente variável. A região da bacia onde se observa a maior concentração de sais é a sub-bacia do riacho Liberal, de forma que a qualidade da água do rio Ipojuca, a jusante da foz desse afluente, se mostra prejudicada (CPRH, 2003).

A referida bacia está localizada em uma área composta de irregularidades quanto à disponibilidade hídrica, não apresentando distribuição homogênea, associadas a um grande volume de lançamentos indevidos provenientes das sedes urbanas que não dispõem de esgotamento sanitário, comprometendo diretamente o estado da qualidade da água em que se encontra o rio Ipojuca, considerado o terceiro rio mais poluído do Brasil (APAC, 2016).

As principais fontes de poluição do rio Ipojuca são efluentes industriais, esgotos domésticos não tratados, lançamento de resíduos sólidos a céu aberto e agrotóxicos. Das 12 sedes localizadas ao longo da bacia, 7 delas possuem o curso intermitente do rio, sendo elas: Poção, Sanharó, Belo Jardim, Tacaimbó, São Caetano, Caruaru e Bezerros. Essas sedes apresentam problemas comuns em todo o estado e lançam efluentes diretamente no rio. Além disso, pode ser citado a disposição de lixo no leito seco do rio. A prática desses fatores ocasiona a contaminação do lençol freático e, ainda, a intermitência do rio nesses trechos acarreta o que se chama de “rio de efluentes”, que ocorre quando a vazão existente é exclusivamente composta por efluentes (APAC, 2016). As demais 5 sedes, apresentam, além das ocorrências citadas anteriormente, desmatamento das margens do rio, e erosão em áreas de loteamento (APAC, 2016). As fontes poluidoras ao longo do curso do rio estão apresentadas na Figura 5.

Figura 5 – Fontes poluidoras na bacia do rio Ipojuca.



Fonte: Adaptado de APAC (2016).

2.3.4.1 *Rede de Monitoramento Qualitativa*

O monitoramento pode ser definido como um conjunto de informações físicas, químicas e biológicas do ecossistema em estudo para atender a um ou mais objetivos. Pode ser também considerado um sistema contínuo de observações, medições e avaliações com múltipla finalidade (APAC, 2020). Atualmente, o monitoramento sistemático da qualidade da água dos rios e reservatórios de Pernambuco é realizado pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) juntamente com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A APAC atualmente possui contrato com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), no âmbito do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA e monitora a qualidade de água de 54 reservatórios e 41 pontos de amostragem em rios com frequência trimestral. Para o monitoramento em reservatórios, a APAC coleta as amostras de água e a análise laboratorial é realizada na CPRH. Por outro lado, a CPRH fica responsável por coletar e analisar a água das 84 estações de monitoramento em rios (APAC, 2020).

No que tange a bacia hidrográfica do rio Ipojuca, atualmente existem 3 pontos de monitoramento de qualidade da água em reservatórios localizados na bacia, que podem ser observados na Tabela 3. Ainda existem 15 pontos localizados no percurso do rio principal ou afluente, que estão detalhados na Tabela 4.

Tabela 3 - Pontos de monitoramento de qualidade de água em reservatórios na bacia do rio Ipojuca

Código da estação	Código estadual CPRH	Descrição
39340350	IP-43	Reservatório Taquara
39339950	IP-15	Reservatório Bitury/Eng. Severino Guerra
39340200	IP-36	Reservatório Belo Jardim/Pedro Moura Jr

Fonte: Adaptado de APAC (2020).

Tabela 4 - Pontos de monitoramento de qualidade de água em rios da bacia do rio Ipojuca.

Código da estação	Código estadual CPRH	Localização
39340500 ¹⁾	IP-55	Em píer a 500m da ponte da BR-232 pelo rio, a montante de Gravatá, no município de Gravatá.
39359500 ¹⁾	IP-55	Na ponte a jusante da cidade de Chã de Grande, no município de Chã Grande.
39360600 ¹⁾	IP-70	Na ponte a jusante da Usina União Indústria, no município de Primavera
39339800 ¹⁾	IP-12	Na ponte da PE-180 que liga Belo Jardim a São Bento do Una, antes do Exército, em São Bento do Una.
39340400 ¹⁾	IP-49	Na ponte na Vila do Cedro (COAHB III), a jusante da cidade de Caruaru, no município de Caruaru.
39370200 ¹⁾	IP-90	Na ponte PE-60 a jusante da Usina Ipojuca, no município de Ipojuca.
39339900 ²⁾	IP-14	Na ponte sobre o rio Bitury, a montante do reservatório, em Belo Jardim.
39370420 ¹⁾	IP-97	No estuário dos rios Ipojuca e Merepe, ao sul do CIP-SUAPE e ao largo, no município de Ipojuca.
- ¹⁾	IP-95	À jusante da Usina Salgado, no município de Ipojuca.
- ¹⁾	IP-01	Na nascente do Rio Ipojuca, no Sítio Pedreira, em Arcoverde.
- ¹⁾	IP-38	Na passagem molhada, próximo à Fazenda Pato Branco, à montante de São Caetano.
- ¹⁾	IP-85	Na ponte BR-101 à jusante da cidade de Escada, no município de Escada.
- ²⁾	IP-13	Nascente no Sítio de Seu Joaquim, na comunidade de Jussara, em Belo Jardim.
- ³⁾	MC-90	No estuário do rio Maracaípe, a 1.300m da costa, em Ipojuca.
- ⁴⁾	IP-99	Próximo à desembocadura dos Rios Ipojuca e Merepe, no município de Ipojuca.

Fonte: Adaptado de APAC (2020).

Corpo d'água: ¹⁾ Rio Ipojuca; ²⁾ Rio Bitury; ³⁾ Rio Maracaípe; ⁴⁾ mar sob a influência do Rio Ipojuca

2.3.5 Dados e Indicadores Operacionais da Bacia

A caracterização global dos sistemas, por meio das informações disponíveis e dos indicadores operacionais, permite uma visão geral acerca do sistema de abastecimento de água e esgoto na bacia hidrográfica do Rio Ipojuca. Com base em dados levantados no SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), através da atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco, é possível se ter uma visão geral a respeito da prestação de

serviços de água e esgoto na bacia. Importante ressaltar que dos municípios que estão inseridos ou parcialmente inseridos na bacia em estudo, apenas Amaraji não é abastecido pela COMPESA, que possui seu Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

2.3.5.1 Abastecimento de Água

Os indicadores de abastecimento de água foram rearranjados com base na proporção de população urbana e rural que cada município possui dentro da Unidade de Planejamento 05 (UP05) – Rio Ipojuca. Vale ressaltar que o novo Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco incorporou a antiga GL3 na bacia do rio Ipojuca, formando a UP05. Apresenta-se os seguintes indicadores, na Tabela 5, para a unidade de planejamento em questão.

Tabela 5 – Dados sobre o abastecimento de água na UP05 - rio Ipojuca.

População Total Atendida com SAA	Índice de Atendimento Total (%)	Consumo per capita de água (L/hab.dia)	Índice de Perdas (%)	Índice de Micromedição (%)	Índice de Macromedição (%)
720.916	89,5	82,5	43,1	89,9	92

Fonte: Adaptada de APAC (2020).

Observa-se que o consumo *per capita* médio é inferior a 100 L/hab.dia, consumo relativamente baixo quando comparado ao nível nacional (média de 154,9 L/hab.dia) e mesmo com a região nordeste (com média de 115,4 L/hab.dia), a qual apresenta condições similares de baixa disponibilidade hídrica (APAC, 2020). Entretanto de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2003) o consumo médio ideal é de 100 L/hab.dia. No que tange às perdas de água, seu controle é de fundamental importância para evitar desperdícios de recursos naturais, financeiros e operacionais. Os sistemas de abastecimento de água da bacia apresentam bons indicadores de micro e macromedição, os quais indicam bom controle da quantidade produzida, distribuída e consumida. Tais indicadores, quando baixos, sugerem ações a serem tomadas no âmbito de redução das perdas (APAC, 2020). Quanto ao atendimento de abastecimento de água da população, foi constatado que o abastecimento urbano da UP05 está acima da região Nordeste (74,2%) e acima da média nacional (83,2%).

2.3.5.2 Esgotamento Sanitário

Os indicadores de esgotamento sanitário foram rearranjados com base na proporção de população urbana e rural que cada município possui dentro da UP05 – rio Ipojuca. Com isso, o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco apresentou os indicadores apresentados na Tabela 6 para a unidade de planejamento em questão.

Tabela 6 – Dados sobre esgotamento sanitário na UP05 – rio Ipojuca.

População Total Atendida com SES	Índice de Atendimento Total (%)	Número de ETEs	Índice de Tratamento do Esgoto Coletado (%)	Índice de Tratamento de Esgoto Gerado (%)
223.215	27,72	6	94,41	26,17

Fonte: Adaptado de APAC (2020).

Observa-se que o índice de atendimento total da UP05 é de 27,7%, menor do que a média nacional (53,2%) e também menor em relação à região Nordeste (28%). Porém o índice de tratamento do esgoto coletado da UP05 é maior do que a média nacional (74,5%) e a média da região Nordeste (83,6%) (APAC, 2020). Por fim, no que tange ao índice de tratamento de esgoto gerado, a bacia apresenta valores inferiores à média nacional (46,3%) e a região Nordeste (36,2%) (APAC, 2020).

Pode-se inferir que há carência de infraestrutura e de serviços de esgotamento sanitário da região, que não conta com praticamente nenhuma infraestrutura de esgotamento sanitário.

2.4 ESTUDO DE VIABILIDADE

A viabilidade da universalização dos serviços de saneamento básico deve estar em consonância com as diretrizes da Lei Federal nº. 14.026 (BRASIL, 2020), que atualiza o marco legal do saneamento básico no país. Essa lei preza pela sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro, em regime de eficiência, dos serviços públicos de saneamento básico, tal como pode ser observado no artigo 29: “os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou

subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviço”.

A avaliação de projetos tem como objetivo melhorar o processo de tomada de decisão, realizar uma alocação eficiente de recursos e promover a responsabilização por decisões e ações dos governantes perante o parlamento, agências reguladoras/fiscalizadoras e cidadãos, e permite aos formuladores e gestores de políticas públicas desenharem políticas mais consistentes, com melhores resultados e melhor utilização dos recursos (RAMOS e SCHABBACH, 2012).

A análise financeira de um projeto visa determinar o retorno de um dado investimento. Para tanto, é importante considerar o fluxo de caixa do projeto ao longo do tempo, partindo do pressuposto de que uma unidade monetária hoje vale mais do que outra que será recebida em uma data futura. Por isso, ao comparar alternativas de investimento, é usual se considerar o valor presente de cada alternativa (MACEDO; SIQUEIRA, 2006).

A decisão de investir é de natureza complexa, porque muitos fatores, inclusive de ordem pessoal, podem interferir no processo de escolha. Entretanto, busca-se racionalizar a tomada de decisão, por meio de modelos teóricos e indicadores que permitam avaliar os ganhos potenciais futuros do projeto. Alguns dos indicadores amplamente utilizados são VPL (Valor Presente Líquido), TIR (Taxa Interna de Retorno) e *Payback*.

A análise de viabilidade em projetos de saneamento fundamenta a decisão do investimento, considerando tanto seus aspectos positivos, como negativos. É, portanto, uma ferramenta de grande importância para a implantação de projetos públicos voltados ao bem-estar social da população, prevendo se o contrato é factível do ponto de vista de condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços.

2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) compreende um conjunto de programas, equipamentos, métodos, dados e usuários, integrados perfeitamente, tornando possível, o levantamento, armazenamento, processamento e análise de dados georreferenciados, dando origem a informações devido à sua aplicação (TEIXEIRA; MATIAS; MORETTI, 1995). Uma

das vantagens do SIG é a possibilidade de manipular dados gráficos e não gráficos de forma integrada, provendo uma forma consistente para análise e consulta envolvendo dados geográficos. Além de permitir acesso a registros de sistemas de abastecimento, de mananciais, de estações de tratamento de esgoto, entre outros, a partir da localização geográfica. Além disso, podem fazer conexões entre diferentes entidades, baseados no conceito de proximidade geográfica (NCGIA, 1990).

O crescimento da utilização dos SIGs vem ocorrendo de forma acelerada, pois o mesmo possibilita um melhor gerenciamento de informações, consequentemente auxiliando em tomadas de decisões de maior complexidade, como planejamento nas esferas governamentais (municipais, estaduais e federais), redes de utilidade pública, proteção e mapeamento ambiental, redes de distribuição de água, dentre outros. No trabalho apresentado, o SIG foi utilizado para analisar espacialmente os dados através do *software* QGIS 3.10.1.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo caracteriza-se a estruturação da parceria público privada para área de estudo e são conceituados os parâmetros utilizados para modelagem do estudo de viabilidade da barragem Engenho Maranhão e dos sistemas de esgotamento sanitário.

3.1 ESTRUTURAÇÃO DA PARCERIA PÚBLICO PRIVADA

O projeto possui como objetivo viabilizar a universalização do esgotamento sanitário de 11 sedes urbanas inseridas na Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca e ainda ampliar a oferta de água para a RMR com a construção da Barragem Engenho Maranhão e seus sistemas adutores.

O modelo proposto é o de uma Parceria Público Privada na modalidade de concessão administrativa, com o prazo de 30 anos, na qual o empreendedor deverá operar, manter, ampliar e recuperar os sistemas de esgoto, barragem e sistema adutor de água, precedida da implantação da infraestrutura necessária. Em contrapartida aos investimentos realizados e à operação, o empreendedor será remunerado através de um percentual de 90% do faturamento obtido com os serviços de coleta e tratamento de esgoto, 100% do faturamento obtido pela venda de água bruta para COMPESA e 90% do faturamento obtido pela venda de água bruta para as indústrias do Complexo de Suape. De forma a alcançar a universalização do saneamento e viabilizar economicamente a concessão, sem que seja necessário um aumento um aumento na tarifa cobrada, a COMPESA arcará com o risco da inadimplência. Portanto, a base da receita independe da efetiva arrecadação dos serviços de esgotamento sanitário. Nas Tabelas 7 e 8 é mostrada a estruturação do percentual de receita e despesa do público e do privado.

Tabela 7 – Estruturação do percentual de receita da PPP

Receitas	COMPESA	Empreendedor
Esgoto	10%	90%
Água Bruta para Abastecimento Humano	0%	100%
Água Bruta para o Complexo Industrial de Suape	10%	90%

Fonte: O autor (2021).

Tabela 8 – Estruturação do percentual de despesa da PPP

Despesas	COMPESA	Empreendedor
Despesas Operacionais (OPEX)	0%	100%
Investimentos (CAPEX)	0%	100%

Fonte: O autor (2021).

3.2 RESERVATÓRIO ENGENHO MARANHÃO

Atualmente, a COMPESA está em busca da contratação dos serviços de estruturação do projeto de concessão que visa a exploração da infraestrutura integrante do Sistema Engenho Maranhão, que abrangerá desde o desenvolvimento de projetos até o gerenciamento da operação e manutenção do sistema, incluindo a realização dos investimentos e execução de obras correspondentes. Portanto, a modelagem proposta aqui foi feita com base nos documentos publicados pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica (ANA, 2019c) e Atlas Águas (ANA, 2021).

3.2.1 Definição do Cenário de Abastecimento de Água

A Agência Nacional de Águas e Saneamento identificou, junto ao Estado de Pernambuco, as propostas relacionadas ao tema Segurança Hídrica. Na oportunidade, juntamente com o Ministério da Integração Nacional, dado o cenário de escassez hídrica em diversas áreas do Brasil, iniciou a elaboração do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), entendendo ser condição indispesável para o desenvolvimento social e econômico, especialmente considerando os impactos causados pelos eventos hidrológicos extremos ocorridos na atual década no Brasil.

A publicação do PNSH por parte do Governo Federal se deu no ano de 2019, onde foram contemplados os seguintes componentes: Barragem do Engenho Maranhão, Sistema Adutor Engenho Maranhão-ETA Suape e Sistema Adutor Engenho Maranhão-ETA Pirapama. Ainda, no Atlas Águas (ANA, 2021), foram indicadas as três intervenções mencionadas para compor as infraestruturas de abastecimento urbano da Região Metropolitana de Recife.

Com isso, foram analisadas as Fichas Rio do PNSH e do Atlas para buscar o alinhamento dos sistemas propostos pela ANA.

3.2.1.1 Sistema Pirapama

O Sistema Pirapama, localizado no Cabo de Santo Agostinho, na Região Metropolitana do Recife, é o maior sistema de abastecimento de água de Pernambuco e um dos maiores do Brasil, sendo o projeto executado em três etapas, sendo a última finalizada em novembro de 2011 (COMPESA, s.d.).

Atende aos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Recife e Jaboatão dos Guararapes, além disso ainda atende aos distritos do Paiva e Itapuama, no Cabo de Santo Agostinho. Esse sistema se interliga aos demais Sistemas integrados da RMR, como o Integrado Suape e o Integrado Gurjaú.

Segundo informações disponíveis da COMPESA (COMPESA, s.d.), esse sistema possui apenas um manancial superficial, a Barragem Piraparama, com capacidade de acumulação de 61 milhões de metros cúbicos. A captação nesse manancial é realizada através de um túnel de captação com 3000mm de diâmetro com capacidade máxima de captação de 5130 l/s que transporta água bruta até a EEAB Pirapama. Essa elevatória é responsável por transportar água por recalque através de uma adutora de 1700mm de diâmetro até o tratamento. A ETA Pirapama, localizada no Cabo de Santo Agostinho, é do tipo convencional e trata toda a água vinda do sistema. Possui capacidade de tratamento de 5,13 m³/s. Após o tratamento, a água é armazenada em um RAP com 8500m³, desse reservatório parte uma adutora tronco de 1880mm de diâmetro que tem como destino os RAP Jordão, com capacidade de 90.000m³. Além disso, essa adutora tronco possui 2 derivações, uma delas parte para o RAP Bela Vista, de 4.500m³, que distribui na sede municipal de Cabo de Santo Agostinho, e a outra para o RAP Novo Ponte dos Carvalhos, com capacidade de 17.000m³. Do RAP Jordão parte uma adutora com destino alguns bairros da cidade do Recife, possuindo derivações para Prazeres, Ibura, Lagoa Encantada e para a EEAT Jordão, que recalca água para os reservatórios elevados de Jordão Baixo e Alto. Do RAP Ponte dos Carvalhos, parte uma segunda adutora tronco que possui diversas derivações, uma delas com destino aos reservatórios elevados do Paiva e de Itapuama, em Cabo de Santo Agostinho, uma outra que se liga à rede de Jaboatão dos Guararapes, na altura do bairro de Piedade, e ainda se conectando a rede de distribuição de Recife, no bairro de Boa Viagem.

3.2.1.2 *Sistema Suape*

Segundo a COMPESA (sd..), o sistema produz, aproximadamente, 6% do volume distribuído na Região Metropolitana do Recife, abrangendo o Complexo Industrial de Suape, Cabo, Ponte dos Carvalhos e Anel da Muribeca. Ainda, abastece os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho. Esse sistema possui 3 mananciais superficiais: a Barragem Utinga, a Barragem Bita e o rio Ipojuca.

A captação no Rio Ipojuca é feita através de bombas sobre base fixa que recalcam água bruta até um booster que, por sua vez, recalca água até a Caixa do Dissipador da Barragem Bita. A captação na barragem é feita através de uma adutora que transporta água, por gravidade, até a EEAB Bita, passando antes por um tratamento preliminar numa caixa de areia. A Elevatória Bita recalca água através de duas adutoras de 600mm em FoFo até um stand-pipe, onde a contribuição do Rio Bita se encontra com a vinda da Barragem Utinga. Desse stand-pipe a água segue para o tratamento. A ETA Suape é do tipo convencional e é responsável por tratar a água de todo o sistema, com capacidade de projeto de 1000 L/s e com vazão média de 800 L/s. Após o tratamento, parte uma adutora de água tratada, de onde surgem duas outras: uma conhecida como Suape-Porto, responsável por abastecer o Porto de Suape e os distritos de Nossa Senhora do Ó, Camela e outros bairros de Ipojuca como por exemplo Porto de Galinhas, Muro Alto e Maracaípe, e a outra chamada de Suape-Algodais, que chega na estação elevatória de água tratada algodoais, a qual recalca água para abastecimento da Praia de Suape, Gaibú e Vila Nazaré, e para o abastecimento dos reservatórios do Cabo, os quais recebem reforço dos sistemas Pirapama e Gurjaú (COMPESA, s.d.).

3.2.2 **Investimento Previsto**

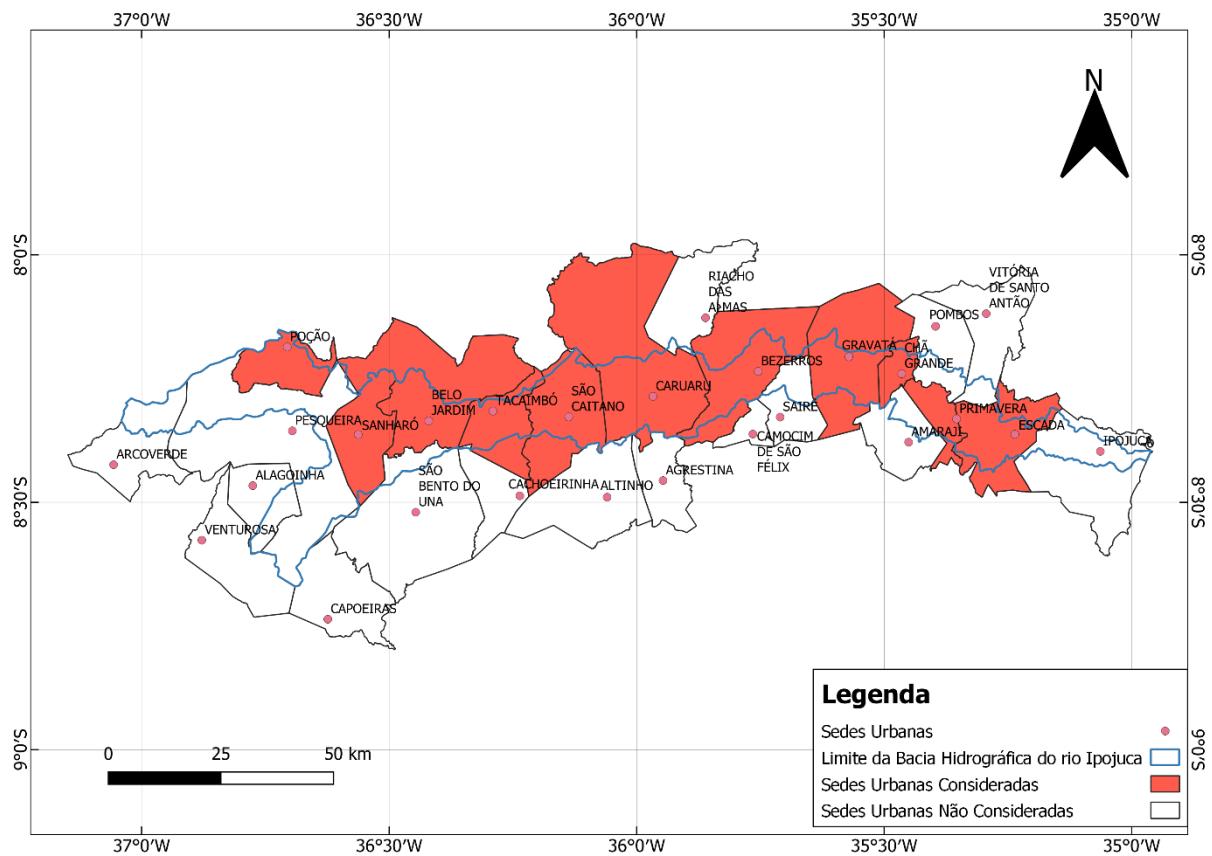
Os investimentos que compõe a barragem e seus sistemas adutores foram retirados do PNSH no qual teve como referência a data base de julho/2018. Com isso, os valores foram atualizados para a data base de dez/2020, conforme Índice Nacional de Construção Civil (INCC), onde o valor foi multiplicado pelo respectivo fator de multiplicação.

3.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Diante do contexto apresentado, é possível analisar que a maior das maiores contribuintes para a poluição hídrica da bacia do Rio Ipojuca são os efluentes domésticos que são lançados

nos corpos hídricos sem atender aos padrões exigidos pela legislação, gerando impactos negativos sobre o meio ambiente, a economia e a saúde pública. Para a realização da análise dos municípios envolvidos na modelagem, foram levadas em conta as sedes urbanas que são cortadas pelo Rio Ipojuca, visando o alinhamento com o Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca – PSA Ipojuca (COMPESA, 2016). Além disso, os estudos aqui propostos serão para as sedes urbanas dos municípios, não sendo levados em conta a zona rural, distritos e localidades. A modelagem, portanto, se aterá às sedes urbanas de Poção, Sanharó, Belo Jardim, Tacaimbó, São Caetano, Caruaru, Bezerros, Gravatá, Chã Grande, Primavera e Escada, conforme mostrado na Figura 6. A sede de Ipojuca, apesar de estar situada dentro do rio Ipojuca, não foi considerada por estar a jusante da Barragem Engenho Maranhão. É importante destacar, também, que o estudo engloba apenas a contribuição dos efluentes domésticos, não fazendo parte as contribuições industriais e difusas.

Figura 6 - Municípios considerados no estudo do sistema de esgotamento sanitário



Fonte: O autor (2021).

Tratando-se de uma PPP, o horizonte da modelagem será para o ano de 2050. O período considerado está relacionado com um horizonte de planejamento de 30 anos. Alinhada com os Planos Regionais de Saneamento Básico das Bacias Hidrográficas do Rio Ipojuca e do Rio Capibaribe – PRSB (COMPESA, 2018b), com horizonte de 2019 a 2039, a porcentagem de tratamento será sempre de 100% do total coletado e adotou-se como premissa que o índice de atendimento será de 90% até o ano de 2040, porcentagem de atendimento proposta na Lei 14.026/2020 no caso de dilatação do prazo de prestação devido à inviabilidade econômico-financeira (BRASIL, 2020).

3.3.1 Diagnóstico dos Sistemas Existentes

A temática de esgotamento sanitário será avaliada através da descrição dos sistemas de esgotamento sanitário (SES) e suas unidades (interceptores, rede coletora, estação elevatória, estações de tratamento de esgoto, emissário e interceptor), das quais foram providas análises. As condições operacionais dos sistemas também serão avaliadas. Neste item, foram levantados os sistemas existentes de esgotamento sanitário para os municípios envolvidos no presente relatório através do Plano Regional de Saneamento da Bacia do rio Ipojuca – PRSB (COMPESA, 2018a), da Proposta de Enquadramento dos cursos de água da Bacia do rio Ipojuca – PEI (APAC, 2019b) e notícias da COMPESA (COMPESA, 2017, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020b, 2020c, 2020d, 2021).

Como já mencionado, esse relatório abrange 11 municípios no âmbito de esgotamento sanitário com sistemas de abastecimento operados pela COMPESA, sendo apenas o município de São Caetano operado pela prefeitura municipal e 6 municípios tendo sistema de esgotamento sanitário existente ou perto de iniciar as operações. São eles os municípios de Belo Jardim, Caruaru, Escada, Gravatá, Sanharó e Tacaimbó. Os municípios de Poção, São Caetano, Bezerros, Chã Grande e Primavera não possuem um sistema de esgotamento sanitário plenamente implantado ou em correta operação, cujos efluentes são lançados diretamente no corpo hídrico.

A seguir, são detalhados os sistemas de esgotamento sanitário que estão em operação ou em fase de implantação das sedes urbanas em estudo.

➤ **Belo Jardim**

O sistema de esgotamento sanitário para o município de Belo Jardim está sendo desenvolvido em duas etapas. A 1^a etapa, está prevista para conclusão em fevereiro de 2022 e foi iniciada a instalação dos ramais de calçada, que beneficiarão 30% da população da cidade. Segundo o PRSB a 1^a Etapa da rede coletora vem sendo implementada pela COMPESA, para atender 8.000 habitantes dos bairros Boa Vista, Airton Maciel e Cohab I, com 17,2 km de extensão, capacidade de 6,6 L/s, com diâmetro entre 150 e 600 mm em PVC e PEAD. Também fazem parte da 1^a Etapa 64,8 km de ramais condominiais, estação elevatória com capacidade de 7 L/s e potência de 3,7 kW e emissário com 0,5 km de extensão, diâmetro de 110 mm em PVC reforçado para esgoto. A estação de tratamento de esgoto (ETE) possui capacidade de 70 L/s, cujo tratamento é realizado por reator de lodo ativado, decantador secundário, elevatória de lodo, desidratação mecânica do lodo e desinfecção por cloro.

➤ **Caruaru**

Conforme descrito no PRSB, o SES é composto por uma rede coletora e coletores-tronco, 11 estações elevatórias em operação, 3 estações elevatórias em revitalização, uma estação de tratamento de esgoto com reatores tipo UASB e tratamento anaeróbico por meio de lagoa aerada com difusores de membrana. O sistema de esgotamento sanitário do município de Caruaru atende cerca de 44% do distrito sede.

➤ **Escada**

Atualmente, a COMPESA está implementando a 1^a etapa do sistema de esgotamento sanitário para atender os bairros de Nova Descoberta, Centro, Cidade Centro, Viradouro e São Sebastião, sendo a obra composta de rede coletora, estação elevatória de esgoto e ampliação da estação de tratamento de esgoto, essa etapa capaz de atender a 40% da população urbana, o que representa 36 mil pessoas. Com prazo para conclusão de setembro de 2021, até a finalização desse presente estudo, não foi informada a conclusão da primeira etapa do sistema. Nessa etapa, serão implantados 50 quilômetros de tubulações, além da construção de quatro estações de bombeamento, reforma e ampliação da Estação de Tratamento com capacidade de tratar mais de 53 L/s, cujo tratamento consiste em aeração prolongada com desnitrificação. Prevê-se, ainda, a construção das unidades para remoção de fósforo, que será realizada através de coagulação com aplicação de cloreto férlico.

➤ Gravatá

O município de Gravatá possui uma rede coletora de esgoto que atende cerca de 30% da área urbana do município, o qual é lançado in natura no rio Ipojuca, sendo que ao longo dos canais há lançamento de esgoto e lixo (COMPESA, 2018a). Segundo o documento da Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca, a rede coletora possui 36 km e não dispõe de um sistema público de esgotamento sanitário, não havendo informação sobre os sistemas construídos por parte da COMPESA. Porém, em notícia veiculada no site da concessionária, a COMPESA entregou o novo Sistema de Esgotamento Sanitário de Gravatá, beneficiando 30 mil pessoas, obra esta que foi prevista no âmbito do PRSB. O SES conta com 35 quilômetros de redes e ramais implantados, uma Estação Elevatória de Esgoto e uma Estação de Tratamento de Esgoto com um sistema de desinfecção ultravioleta que trata os resíduos e os devolve à natureza com um alto nível de qualidade. A unidade possui capacidade de tratamento de 136 L/s. Além dessas estruturas físicas e suas redes, a obra ainda beneficiou a população com a realização de ligações intradomiciliares. Ainda, segundo a COMPESA, o investimento do novo sistema foi de R\$ 58 milhões, por meio do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

➤ Sanharó

Em Sanharó, até 2020, o município possuía uma rede coletora de esgoto, que foi construída pela prefeitura, porém essa não era gerida pela COMPESA. A rede coletora, que abrangia 67% dos lotes (em 2010), coletava esgoto e águas pluviais, sendo esse efluente lançado in natura em valas, cursos d’água e no rio Ipojuca. Contudo, no ano do PRSB, a COMPESA estava implementando o sistema de esgotamento sanitário, o qual foi revisado para atender 100% da área municipal, sendo a obra composta de rede coletora, ramais condominiais, estação elevatória, emissário e três estações de tratamento de esgoto. Segundo a Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca, a etapa de realização das obras do SES de Sanharó tem a sua finalização prevista para 2020. Segundo a concessionária, a cidade foi contemplada com três estações elevatórias e 44 quilômetros de rede e ramais. Ainda faz parte do projeto a instalação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), no valor de R\$ 6 milhões, que atenderá 100% da população da cidade. Ao todo, serão investidos cerca de R\$ 29 milhões no empreendimento. A capacidade da estação de tratamento é 39,3 L/s, sendo o tratamento realizado através de aeração prolongada com

desnitrificação e remoção de fósforo, que será efetuada por processo de coagulação com aplicação de cloreto férrico.

➤ **Tacaimbó**

O empreendimento SES de Tacaimbó foi a primeira obra a ser executada no âmbito do PSA Ipojuca. Este município já dispunha de uma rede de coleta de esgotos, no entanto, estes seguiam para os canais que cortam a cidade, sendo conduzidos sem tratamento aos cursos de água (PEI). Segundo o PRSB, a COMPESA está implementando o sistema de esgotamento sanitário com objetivo de atender todo o distrito sede do município, sendo a obra composta de rede coletora, três estações elevatórias, linhas de recalque e uma estação de tratamento compacta. A rede coletora possui cerca de 20 km de extensão, com diâmetro entre 150 e 350 mm em PVC, ramais com extensão de 36,8 km. A estação de tratamento de esgotos na sede do município, possui capacidade de 21,6 L/s, cujo tratamento consiste em aeração prolongada com desnitrificação e remoção de fósforo, que é efetuada por processo de coagulação com aplicação de cloreto férrico. Com a operação do sistema, a cobertura alcançada é a maior entre as cidades do Estado. Tacaimbó passou a ser a primeira cidade a deixar de jogar esgoto “in natura” diretamente no rio Ipojuca.

3.3.2 Projeção Populacional

Para a definição da projeção populacional, foi utilizada a metodologia imposta no Atlas Águas (ANA, 2021), elaborada pela ANA – Agência Nacional de Águas – em 2021, no qual adotou-se o censo 2010 e as estimativas populacionais estabelecidas pelo IBGE, consolidando-se, assim, o período de 2010 a 2018 com dados disponíveis, a partir da qual se aplicaram as curvas de projeção visando estender a série até 2050. A projeção populacional foi feita com base nos anos de 2010, 2014 e 2018, cujo primeiro corresponde ao dado do Censo 2010 e os dois últimos aos dados da estimativa populacional do IBGE, cujo presente estudo fez uso dos resultados obtidos para o horizonte do relatório que é o ano de 2050. A seguir é mostrado através da Tabela 9 o resultado da projeção populacional para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050.

Tabela 9 – Projeção populacional urbana para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050 em habitantes

Municípios	2021	2030	2040	2050
Poção	7.846	8.686	9.278	9.613
Sanharó	17.759	19.560	20.303	20.436
Belo Jardim	68.334	72.317	74.646	75.180
Tacaimbó	8.507	9.395	9.857	10.075
São Caetano	31.687	33.006	33.651	33.622
Caruaru	339.156	358.961	369.436	372.039
Bezerros	56.318	58.305	59.530	59.301
Gravatá	80.584	84.177	85.882	86.017
Chã Grande	16.267	17.577	18.606	19.166
Primavera	10.852	11.927	12.583	12.836
Escada	63.110	66.309	68.008	68.291

Fonte: Atlas Águas (ANA, 2021).

Do estudo de demandas e perdas realizado pela Atlas Águas (ANA, 2019a) é informado que, para a extensão da série, foram utilizadas duas metodologias: aplicação da curva logística e aplicação do método geométrico. A combinação dos dois métodos foi necessária, tendo em vista a tendência de redução populacional ao longo dos anos, inviabilizando a aplicação da curva logística. Assim, foi analisado a série populacional do IBGE caso a caso de cada município, identificando aqueles em que a população apresenta crescimento até 2018 e os que já apresentam redução ao longo dos últimos anos da série. Para os municípios em que a população é crescente até 2018, aplicou-se a curva logística até o ponto de saturação, a partir do qual, foi utilizado o método geométrico. Já para os municípios em que a população já apresentava queda até 2018, o método geométrico foi aplicado desde o início da extensão. Além disso, foram tomadas como base as taxas de crescimento estaduais das projeções do IBGE para o cálculo das taxas de decrescimento dos municípios que atingiram o ponto de saturação.

3.3.3 Contribuição dos Esgotos

Para o cálculo da contribuição dos esgotos, primeiro foi feita a projeção da demanda futura no horizonte de projeto, através da metodologia adotada no Atlas Águas, elaborada pela ANA – Agência Nacional de Águas, concretizada em 2021. O método de cálculo da demanda para

abastecimento de água baseou-se na aplicação de coeficientes técnicos às estimativas populacionais, cujos parâmetros utilizados são compostos por indicadores do SNIS (destacando-se os Índices de Perdas na Distribuição), os coeficientes de consumo adotados pela ANA e recalculados com base em dados no SNIS, os censos demográficos, estimativas e projeções populacionais do IBGE. Na Tabela 10, o consumo per capita adotado pelo Atlas e por esse estudo e na Tabela 11 é mostrado os resultados obtidos para a demanda urbana nos municípios envolvidos para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050.

Tabela 10 – Consumo per capita adotado

Municípios	Consumo Per Capita (L/hab.dia)
Poção	90,6
Sanharó	86,5
Belo Jardim	83,1
Tacaimbó	70,0
São Caetano	74,9
Caruaru	73,1
Bezerros	78,8
Gravatá	121,6
Chã Grande	70,6
Primavera	83,0
Escada	73,4

Fonte: Atlas Águas (ANA, 2021).

Tabela 11 – Demanda urbana (L/s) para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050

Municípios	2021	2030	2040	2050
Poção	15,79	17,49	18,68	19,35
Sanharó	27,26	30,03	31,17	31,37
Belo Jardim	111,04	117,52	121,30	122,17
Tacaimbó	10,57	11,67	12,24	12,52
São Caetano	44,64	46,50	47,41	47,37
Caruaru	497,42	526,46	541,83	545,65
Bezerros	111,24	115,02	117,36	116,91

Municípios	2021	2030	2040	2050
Gravatá	195,74	204,47	208,61	208,94
Chã Grande	25,45	27,50	29,11	29,99
Primavera	25,66	25,88	26,12	26,65
Escada	135,42	128,24	124,78	125,30

Fonte: Atlas Águas (ANA, 2021).

Em suma, o cálculo da demanda associada ao consumo humano é dado a partir do uso médio efetivo per capita e das perdas do sistema.

Analizando a metodologia feita no documento “Estudo de Proposta de Implantação de Outorga de Lançamento de Efluentes na Bacia do Rio Ipojuca” (APAC, 2016), a contribuição de esgoto também se desenvolveu através dos fatores de população local, coeficiente de retorno e consumo de água efetivo per capita. Definido como a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido pela população, o coeficiente de retorno utilizado foi 80% para todos os cenários.

A partir da estimativa de demanda de água pela população e ponderando o valor encontrado pela população residente nos municípios da bacia, o estudo obteve a contribuição de esgotos por município, de acordo com cada cenário de análise.

Tabela 12 – Contribuição de esgoto (L/s) para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050

Municípios	2021	2030	2040	2050
Poção	12,64	13,99	14,94	15,48
Sanharó	21,81	24,02	24,93	25,10
Belo Jardim	88,84	94,01	97,04	97,73
Tacaimbó	8,45	9,34	9,80	10,01
São Caetano	35,71	37,20	37,93	37,89
Caruaru	397,93	421,17	433,46	436,52
Bezerros	88,99	92,02	93,89	93,53
Gravatá	156,59	163,58	166,89	167,15
Chã Grande	20,36	22,00	23,29	23,99
Primavera	20,53	20,70	20,90	21,32
Escada	108,34	102,59	99,83	100,24

Fonte: O autor (2021).

3.3.4 Metas para a Universalização do Atendimento

Apesar da contribuição de esgoto calculada pela demanda, nem todo esse efluente será tratado no início da prestação do serviço, já que a infraestrutura necessária para isso ainda será construída, como a rede e as estações de tratamento. Para determinar a quantidade de esgoto que, de fato, o sistema atenderá em cada ano, serão admitidas metas de atendimento para cada cidade ao longo do prazo de atuação.

De acordo com a Lei 14.026 (BRASIL, 2020), em seu artigo 11-B, os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico terão que garantir o atendimento de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033. Além disso, no § 9º do mesmo artigo, caso os estudos indiquem inviabilidade econômico-financeira no prazo anterior, é permitida uma dilatação do prazo até, no máximo, 1º de janeiro de 2040.

Para esse trabalho, será adotado o prazo de universalização de atendimento de 90% da população até o ano de 2040 e o restante do prazo de atendimento da PPP será ampliada a cobertura para 100% da população, até 2050. As cidades que já tem a cobertura de atendimento acima da meta estabelecida farão obras de ampliação de forma a aumentar ou manter o atendimento com o aumento da demanda. A Tabela 13 mostra as metas de atendimento adotadas para cada uma das cidades.

Tabela 13 – Metas de universalização de atendimento adotadas no trabalho

Ano	Belo Jardim	Bezerros	Caruaru	Chã Grande	Escada	Gravatá	Poção	Primavera	Sanharó	São Caetano	Tacaimbó
2021	30%	0%	44%	0%	40%	30%	0%	0%	100%	0%	100%
2022	33%	5%	46%	5%	43%	33%	5%	5%	100%	5%	100%
2023	36%	9%	49%	9%	45%	36%	9%	9%	100%	9%	100%
2024	39%	14%	51%	14%	48%	39%	14%	14%	100%	14%	100%
2025	43%	19%	54%	19%	51%	43%	19%	19%	100%	19%	100%
2026	46%	24%	56%	24%	53%	46%	24%	24%	100%	24%	100%
2027	49%	28%	59%	28%	56%	49%	28%	28%	100%	28%	100%
2028	52%	33%	61%	33%	58%	52%	33%	33%	100%	33%	100%
2029	55%	38%	63%	38%	61%	55%	38%	38%	100%	38%	100%
2030	58%	43%	66%	43%	64%	58%	43%	43%	100%	43%	100%
2031	62%	47%	68%	47%	66%	62%	47%	47%	100%	47%	100%
2032	65%	52%	71%	52%	69%	65%	52%	52%	100%	52%	100%
2033	68%	57%	73%	57%	72%	68%	57%	57%	100%	57%	100%
2034	71%	62%	75%	62%	74%	71%	62%	62%	100%	62%	100%

Ano	Belo Jardim	Bezerros	Caruaru	Chã Grande	Escada	Gravatá	Poção	Primavera	Sanharó	São Caetano	Tacaimbó
2035	74%	66%	78%	66%	77%	74%	66%	66%	100%	66%	100%
2036	77%	71%	80%	71%	79%	77%	71%	71%	100%	71%	100%
2037	81%	76%	83%	76%	82%	81%	76%	76%	100%	76%	100%
2038	84%	81%	85%	81%	85%	84%	81%	81%	100%	81%	100%
2039	87%	85%	88%	85%	87%	87%	85%	85%	100%	85%	100%
2040	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	100%	90%	100%
2041	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	100%	91%	100%
2042	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	100%	92%	100%
2043	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	100%	93%	100%
2044	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	100%	94%	100%
2045	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	100%	95%	100%
2046	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	100%	96%	100%
2047	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	100%	97%	100%
2048	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	100%	98%	100%
2049	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	100%	99%	100%
2050	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: O autor (2021).

Dessa forma, considerando as metas de atendimento, a vazão de esgotos que contribuirá para a infraestrutura existente em cada ano é mostrada pela Tabela 14.

Tabela 14 – Contribuição de esgoto (L/s) ajustada com as metas de atendimento para os anos de 2021, 2030, 2040 e 2050

Municípios	2021	2030	2040	2050
Poção	0	5,97	13,45	15,48
Sanharó	21,81	24,02	24,93	25,10
Belo Jardim	26,65	54,94	87,34	97,73
Tacaimbó	8,45	9,34	9,80	10,01
São Caetano	0	15,87	34,13	37,89
Caruaru	175,09	277,05	390,12	436,52
Bezerros	0	39,26	84,50	93,53
Gravatá	46,98	95,59	150,20	167,15
Chã Grande	0	9,38	20,96	23,99
Primavera	0	8,83	18,81	21,32
Escada	43,33	65,32	89,84	100,24

Fonte: O autor (2021).

3.3.5 Aspectos da Qualidade da Água

Através de estudos feitos pela Proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca – PEI (APAC, 2019b), Estudo de Proposta de Implantação de Outorga de Lançamento de Efluentes na Bacia do Rio Ipojuca (APAC, 2016) e Plano Regional de Saneamento Básico – PRSB (COMPESA, 2018a), pôde-se a avaliar a qualidade dos efluentes e do corpo hídrico receptor ao longo da bacia do rio Ipojuca, foram analisados os parâmetros de qualidade ao longo das estações de monitoramento existentes ao longo da calha principal do rio Ipojuca, de responsabilidade da CPRH.

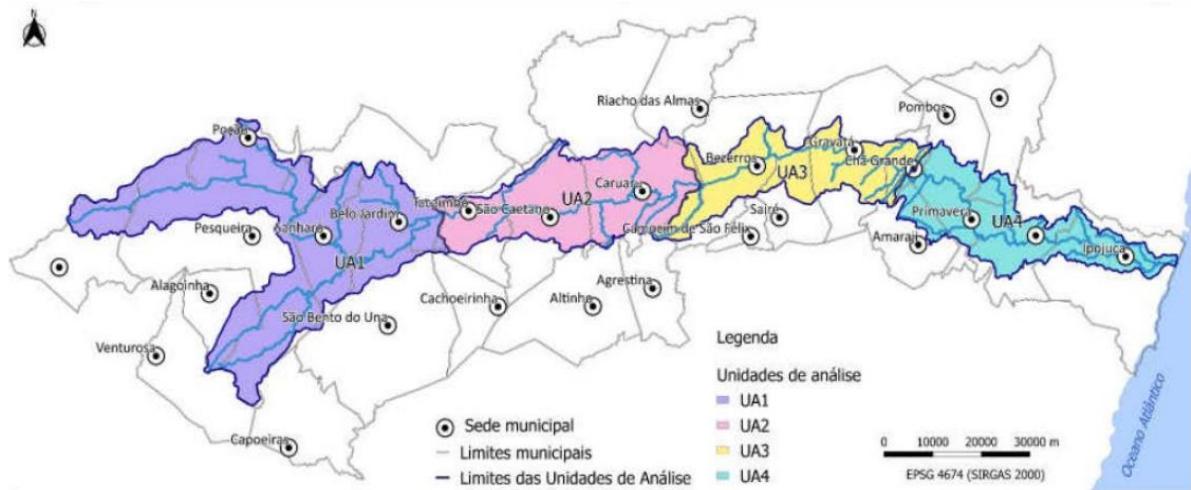
Os valores medidos nas estações foram comparados com os limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2005) e CONAMA nº 430 de 2011 (CONAMA, 2011) para os parâmetros limites da Classe II e III.

3.3.6 Análise do Enquadramento do rio Ipojuca

A Proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca, concretizada em 2019, traz tanto as informações atuais do estado da bacia, quanto as metas estabelecidas para as condições de usos preponderantes.

A análise realizada pela Proposta de Enquadramento da Bacia do rio Ipojuca trouxe uma divisão do rio em quatro “Unidades de Análise” (UA). Tais unidades podem ser observadas no mapa apresentado na Figura 7.

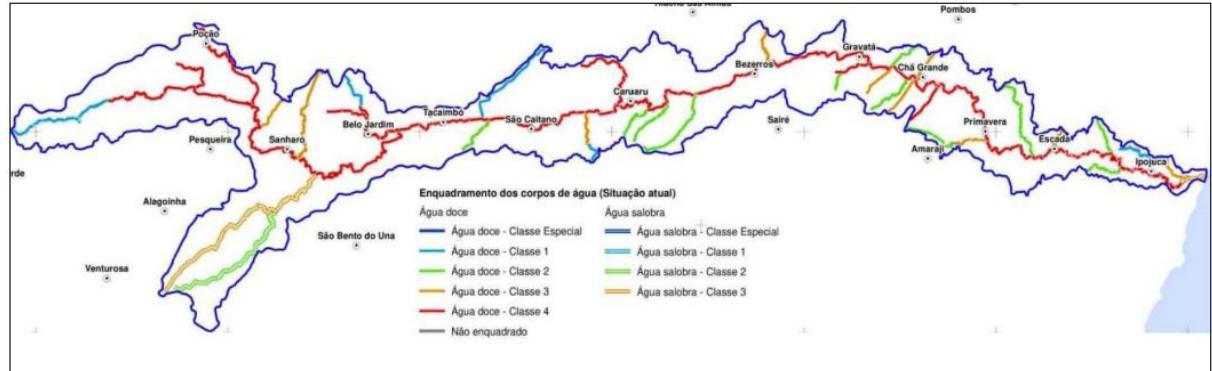
Figura 7 – Unidades de análise da Bacia do rio Ipojuca



Fonte: Proposta de Enquadramento da Bacia do rio Ipojuca (APAC, 2019b).

Ainda, foram apresentadas informações sobre a classificação atual do rio Ipojuca, conforme pode ser analisado na Figura 8.

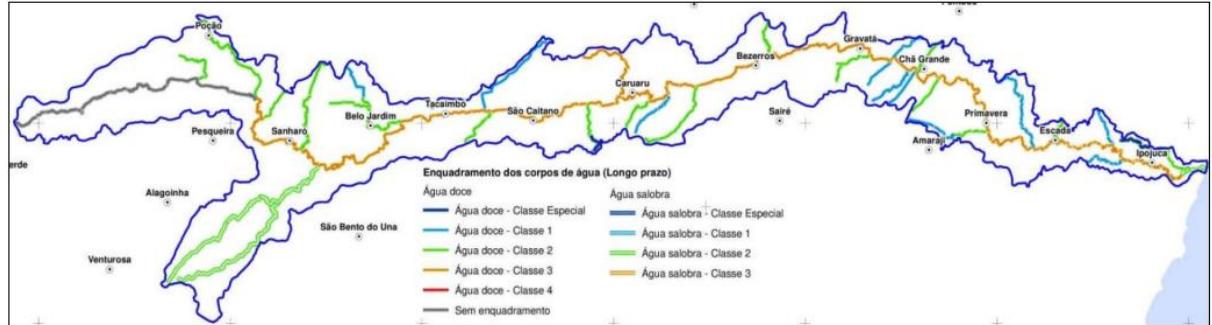
Figura 8 – Enquadramento dos corpos hídricos da Bacia do rio Ipojuca



Fonte: Proposta de Enquadramento da Bacia do rio Ipojuca (APAC, 2019b).

Para o cenário futuro, os objetivos foram definidos em médio e longo prazo, sendo o horizonte do primeiro, 8 anos e do segundo, 15 anos, conforme detalhado no mapa final da proposta de enquadramento apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Enquadramento dos corpos hídricos da Bacia do rio Ipojuca no futuro cenário



Fonte: Proposta de Enquadramento da Bacia do rio Ipojuca (APAC, 2019b).

Com isso, considerando a localização da sede urbana na Figura 9, pode-se analisar, a luz das sedes urbanas envolvidas na modelagem em qual classe final o corpo hídrico se apresenta no município, conforme melhor mostrado na Tabela 15.

Tabela 15 – Proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos

Municípios	UA	Classe Atual	Classe Futura
Poção	UA1	Classe 4	Classe 2
Sanharó	UA1	Classe 4	Classe 3
Belo Jardim	UA1	Classe 4	Classe 2
Tacaimbó	UA2	Classe 4	Classe 3
São Caetano	UA2	Classe 4	Classe 3
Caruaru	UA2	Classe 4	Classe 3
Bezerros	UA3	Classe 4	Classe 3
Gravatá	UA3	Classe 4	Classe 3
Chã Grande	UA3	Classe 4	Classe 3
Primavera	UA4	Classe 4	Classe 3
Escada	UA4	Classe 4	Classe 3

Fonte: Proposta de enquadramento dos corpos hídricos da bacia do rio Ipojuca (APAC, 2019b).

3.3.7 Análise Técnica das Ações a Serem Propostas

Para a definição dos projetos e ações de forma adequada, visando atingir a universalização da prestação dos serviços e atender a classe do enquadramento proposto, foi feita a análise de dois principais documentos: O Plano Regional de Saneamento Básico (COMPESA, 2018), que fez um compilado de estudos/projetos existentes para SES dos municípios contemplados e fez proposições das ações relativas aos sistemas de esgotamento sanitário, com a seguinte análise:

- Quando da não existência de sistema de esgoto implantado e sem que haja projeto, propôs a implantação de uma ETE, cujo tratamento deve ser minimamente de nível secundário;
- Quanto ao corpo receptor dos efluentes tratados, recomenda-se que sejam analisados os corpos hídricos localizados nas proximidades das áreas urbanas, devendo-se, entretanto, na elaboração dos projetos executivos, avaliar a disponibilidade hídrica e a viabilidade econômica, visando identificar eventuais necessidades de complementações ao tratamento em nível secundário.

Ainda, o documento da Proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca (APAC, 2019b) traz um plano de investimentos em saneamento definido a partir das metas de enquadramento. Para compatibilizar com o objetivo do trabalho, foram estudadas as propostas de cada documento para indicar o melhor plano de ação para os sistemas de esgotamento sanitário das sedes urbanas.

3.3.8 Metodologia para os Investimentos Necessários

Uma vez que os projetos existentes já estimaram os investimentos necessários para a implantação dos sistemas, foram utilizados os investimentos encontrados no PRSB, que realizou a atualização dos valores para a data base de agosto/2020, utilizando como ferramenta o INCC – Índice Nacional do Custo da Construção.

Para as sedes em que não há projetos existentes, a estimativa dos investimentos necessários foi realizada com base nas metodologias explicitadas no PRSB, que utilizou os custos de empreendimentos executados pela SABESP ou a Curva de Custo da ANA – Agência Nacional de Águas.

Foi utilizada, também, a metodologia realizada no plano de investimentos da Proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca. No Plano de Investimentos – RP9 (APAC, 2019c), são apresentados os valores dos investimentos totais, apurados para os 15 anos de vigência da Proposta de Enquadramento e para a sua efetivação. Uma vez que não foram finalizados os orçamentos dos investimentos para os novos sistemas de saneamento, adotou-se um critério unitário para a estimativa dos custos. Desta forma, apurou-se o valor médio de 2.400 R\$/habitante (valor fornecido pela COMPESA, correspondente a uma média dos custos de obras já implantadas pelo PSA Ipojuca).

3.4 ESTUDO DE VIABILIDADE

A Análise Financeira investiga o retorno sobre os investimentos, valorando os custos e os benefícios a preços de mercado. A principal ferramenta é a elaboração de um fluxo de caixa livre descontado, construído a partir das informações referentes aos desembolsos (investimentos e despesas de exploração) e aos ingressos (receitas de tarifas e serviços) estimados para o período de planejamento.

É possível realizar a montagem do fluxo de caixa, com a definição do fluxo de entradas e saídas de recursos durante o horizonte do projeto do projeto e então determinar se os recursos serão aplicados de forma eficaz e se os ganhos obtidos serão suficientes para remunerarem os investimentos e custos propostos. Com essa finalidade, devem-se calcular os indicadores econômicos e financeiros. A seguir, serão apresentados os indicadores mais representativos, adotados na presente avaliação econômica e financeira.

I. Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é a soma das entradas de caixa menos o custo do investimento inicial, atualizados a uma taxa de atratividade, escolhida pelo investidor, no momento inicial do investimento, ou seja, quando ocorre o primeiro desembolso. A Equação 1 apresenta a fórmula utilizada para a obtenção desse indicador.

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1 + i)^n} \quad (1)$$

Onde:

n = vida útil do ativo;

FC_t = fluxo de caixa no período t ;

i = taxa mínima de atratividade.

Um projeto será rentável do ponto de vista financeiro se seu VPL (descontado à taxa estabelecida) for maior que zero, pois neste caso os recursos obtidos são maiores que os recursos utilizados. Se houver vários projetos excludentes para alcançar o mesmo resultado, a regra econômica correta é escolher a alternativa que tiver maior VPL.

II. Taxa Interna de Retorno (TIR)

Consiste na obtenção da taxa de desconto que torna o VPL nulo, situação na qual os ganhos se igualam aos investimentos. Assim sendo, se a TIR for maior do que a taxa de desconto adotada para o projeto, o VPL é positivo e, portanto, o projeto deve ser aceito. Do contrário, o projeto deve ser rejeitado.

III. Payback Descontado

Objetiva encontrar o tempo de retorno do capital investido. O valor aplicado é adicionado período a período aos fluxos de caixa líquidos gerados, considerando a taxa de desconto do projeto, até que a soma dos fluxos seja igual ao investimento realizado.

3.4.1 Previsão de Receitas

As receitas tarifárias de água e esgoto constituem a remuneração da concessionária pelos investimentos a serem realizados e pela operação e manutenção dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

3.4.1.1 Estrutura Tarifária Atual

A cobrança pela prestação dos serviços públicos de água e esgoto na área urbana dos municípios em estudo está a cargo da COMPESA, a qual tem sua estrutura tarifária apresentada na sequência, sendo a última vigente desde 19 de agosto de 2021, segundo a resolução N°192/202021 da Agência Estadual de Regulação de Serviços Delegados de Pernambuco (ARPE, 2021), publicada no DOE n° 136 de 20/07/2021.

Nas Tabelas 16, 17 e 18 a seguir são mostradas as estruturas tarifárias para água no que tange a consumidores medidos e não medidos e o fornecimento de água bruta.

Tabela 16 – Tarifa de água para consumidores medidos

CONSUMIDORES MEDIDOS	
Residencial	
Consumo	Valor (R\$)
Tarifa Social Até 10.000 L/mês	9,44
Até 10.000 litros/mês	50,50
10.001 a 20.000 litros	5,79
20.001 a 30.000 litros	6,88
30.001 a 50.000 litros	9,48
50.001 a 90.000 litros	11,23
90.001 a 999999.000 litros	21,58
Comercial	
Consumo	Valor (R\$)

Até 10.000 litros/mês	74,30
10.001 a 999999.000 litros	14,73
Industrial	
Consumo	Valor (R\$)
Até 10.000 litros/mês	93,10
10.001 a 999999.000 litros	19,73
Pública	
Consumo	Valor (R\$)
Até 10.000 litros/mês	71,81
10.001 a 999999.000 litros	10,89

Fonte: COMPESA (ARPE, 2021).

Tabela 17 - Tarifa de água para consumidores não medidos

CONSUMIDORES NÃO MEDIOS		
Consumo	Valor (R\$)	Quantidade
Residencial Tarifa Social	9,44	por mês
Residencial	50,50	por mês
Comercial	74,30	por mês
Industrial	93,10	por mês
Público	71,81	por mês
Fornecimento por Carros-pipa	19,71	por 1.000L
Fornecimento por Carros-pipa Órgãos Públicos	2,74	por 1.000L
Chafariz Público	2,74	por 1.000L

Fonte: COMPESA (ARPE, 2021).

Tabela 18 - Tarifa para fornecimento de água bruta

FORNECIMENTO DE ÁGUA BRUTA		
Tipo	Consumo	Valor (R\$)
Comercial	entre 51.000 e 5000.000 litros	2,75
	entre 5000.000 e 19999.000 litros	2,26
	entre 19999.000 e 999999.000 litros	1,26
Industrial	entre 51.000 e 5000.000 litros	2,75
	entre 5000.000 e 19999.000 litros	2,26

entre 19999.000 e 999999.000 litros	1,26
-------------------------------------	------

Fonte: COMPESA (ARPE, 2021).

No que tange a esgotamento sanitário, a Tabela 19 mostra como é feita a cobrança por parte da COMPESA.

Tabela 19 – Tarifa para os serviços de esgotamento sanitário

ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
Tipo	Valor (R\$)
Sistema Convencional	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água. Ramal Condominial (operado p/Comunidade) - 50% da tarifa de água.
Sistema Simplificado	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 80% da tarifa de água. Ramal Condominial (operado p/Comunidade) - 40% da tarifa de água.
Dreno	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 50% da tarifa de água. Ramal Condominial (operado p/Comunidade) - 30% da tarifa de água.
Prédios em Construção	50% do valor dos serviços de esgotos estipulados no momento da ligação, cobrados até a concessão do habite-se.

Fonte: COMPESA (ARPE, 2021).

3.4.1.2 *Premissas Adotadas para o Esgoto*

A Receita Bruta de esgoto, ou Contraprestação, foi calculada com a multiplicação da tarifa de esgoto pelo volume gerado a partir das metas de tratamento de esgoto estabelecidas no presente trabalho.

Para a definição da tarifa, foi definida como premissa que a categoria residencial abaixo de 10 m³ se refere a um sistema convencional de esgotamento sanitário, atendido por ramal condominial, o que corresponde a 50% da tarifa de água. Nas demais categorias foi admitida a ligação convencional, que corresponde a 100% da tarifa de água, mostrado na Tabela 20.

Tabela 20 – Valor de esgoto cobrado pela tabela tarifária

TABELA TARIFÁRIA		Valor (R\$)	Valor (R\$)	Premissa para esgoto
Categoria	Consumo (L)	Água	Esgoto	
Residencial Tarifa Social	10.000	9,4400	4,7200	Ramal Condominial (operado p/Comunidade) - 50% da tarifa de água
Residencial	10.000	50,5000	25,2500	Ramal Condominial (operado p/Comunidade) - 50% da tarifa de água

	20.000	5,7900	5,7900	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	30.000	6,8800	6,8800	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	50.000	9,4800	9,4800	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	90.000	11,2300	11,2300	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	999.999	21,5800	21,5800	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
Comercial	10.000	74,3000	74,3000	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	999.999	14,7300	14,7300	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
Industrial	10.000	93,1000	93,1000	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	999.999	19,7300	19,7300	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
Pública	10.000	71,8100	71,8100	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água
	999.999	10,8900	10,8900	Ligaçāo Convencional ou ramal de calçada - 100% da tarifa de água

Fonte: O autor (2021).

Para obtenção da tarifa média de esgoto foram adotadas as premissas realizadas pelo plano regional de saneamento básico no qual se adotou os seguintes parâmetros para economias de água mostrado na Tabela 21.

Tabela 21 - Premissas para economias de água

Item	Unidade	Valor
Densidade de economia/ligação	Eco./Lig.	1,06
% Economia Residencial	%	96%
%Residencial Social x %Residencial	%	2%
%Economia Comercial x %Não Residencial	%	87,5%
%Economia Pública x %Não Residencial	%	10%
%Economia Industrial x %Não Residencial	%	2,5%
%Economia Residencial Não Social	%	94,08%
% Economia Residencial Social	%	1,92%
%Economia Comercial	%	3,5%
%Economia Pública	%	0,4%
% Economia Industrial	%	0,10%

Fonte: COMPESA (2020a).

Nota-se que embora esse estudo não tenha considerado a contribuição industrial, foi adotado um percentual de 0,1% das economias, refletindo a possibilidade de existência de pequenas indústrias.

Portanto, foi definido, através da metodologia implantada pelo Plano Regional de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca (COMPESA, 2020a), a tarifa média de esgoto adotada para esse estudo, mostrado na Tabela 22.

Tabela 22 – Tarifa média de esgoto adotada

Tipo	Consumo (L)	Eco./Categ. (%)	Dist. Por Categ. (%)	Dist. Total (%)	Valor Esgoto (R\$/m ³)
Residência Social	10.000	1,9	100	1,9	0,0091
	10.000		60	56,4	
	20.000		30	28,2	
	30.000	94,1	9,85	9,3	
	50.000		0,10	0,1	
	90.000		0,03	0,0	
	999.999		0,02	0,0	
Residência Normal	10.000	3,5	80	2,8	3,7132
	999.999		20	0,7	
Comercial	10.000	0,1	70	0,1	0,3112
	999.999		30	0,0	
Industrial	10.000	0,4	60	0,2	0,0124
	999.999		40	0,2	
Pública	10.000				0,0347
	999.999				
Tarifa média (R\$/m ³)					4,0800

Fonte: Adaptado de COMPESA (2020a).

3.4.1.3 *Premissas Adotadas para a Água*

A previsão de receita bruta do sistema adutor Engenho Maranhão se deu multiplicando a tarifa pelo volume de água faturado no ano. No tocante ao valor das tarifas, foi utilizada uma tarifa para venda de água bruta para COMPESA, para complementar os sistemas de Pirapama e de Suape, no valor de R\$ 0,60 e outra para venda de água bruta para as indústrias do complexo de Suape. Nesse caso, adotou a tarifa praticada hoje pela COMPESA, cerca de R\$ 2,75.

No que tange o valor da tarifa de R\$ 0,60 para abastecimento humano, foi realizado um *Benchmarking* com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH que é a responsável pela gestão dos recursos hídricos, de obras e operação dos sistemas de adução de água. Pelo decreto de cobrança N°33.920 (CEARÁ, 2021), a tarifa a ser cobrada para o fornecimento de água bruta para abastecimento público com captação e adução por parte da COGERH, através de tubulação de usos múltiplos, pressurizada por bombeamento, é cerca de R\$ 0,60/m³. Com isso foi adotada a tarifa referida para o presente estudo no tocante a venda de água bruta para abastecimento humano pelo empreendedor.

3.4.2 Previsão de Despesas para o Esgoto

Para previsão de despesas para o esgoto contemplaram-se as despesas operacionais relacionadas a operação e manutenção dos serviços de esgotamento sanitário e a despesa relacionada a outorga para se lançar o efluente no corpo receptor.

3.4.2.1 Despesas Operacionais

A metodologia traçada para a previsão de despesas foi a adotada pelo PRSB (COMPESA, 2020a), o qual considera as despesas de exploração e serviços com pessoal, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros e outras despesas. Para a estimativa dos custos operacionais foi definido o custo unitário em cada categoria de gasto, expressa em razão dos volumes faturados (R\$/m³) que envolveu algumas premissas.

O PRSB determinou esses custos fazendo um levantamento de dados nas seguintes etapas: classificou as despesas em categorias de acordo com o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2018, levantou os gastos atuais em cada uma dessas categorias nos municípios da bacia e aferiu o gasto médio em cada categoria com os dados globais dos prestadores de serviço e de grupos de empresas com características semelhantes à COMPESA, tais como a SABESP, EMBASA, SANEAGO, dentre outras. Portanto, o presente estudo usará as despesas unitárias que foram adotadas no PRSB, conforme é mostrado na Tabela 23.

Tabela 23 – Custos Unitários

Sigla do Prestador	PP/Vol (R\$/m ³)	PQ/Vol (R\$/m ³)	EE/Vol (R\$/m ³)	ST/Vol (R\$/m ³)	OS/Vol (R\$/m ³)	Total/Vol (R\$/m ³)
Adotado	0,86	0,06	0,41	0,63	0,35	2,31

Fonte: COMPESA (2020a).

3.4.2.2 Outorga de Lançamento de Efluente

Para a estimativa do valor cobrado para a outorga de lançamento de efluente para os municípios considerados nesse presente estudo foi utilizado o simulador de cobrança, realizado para o CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), disponível em: (<https://www.ceivap.org.br/>), o qual considera a seguinte equação:

$$Valor\ Cobrado = C_{DBO} \times PPU_{DBO} \times Q_{lançamento} \quad (2)$$

Onde C_{DBO} é a concentração média de $DBO_{5,20}$ lançada, considerada aqui a concentração limite para a classe 3 do enquadramento dos corpos hídricos. $Q_{lançamento}$ é o volume anual de água lançado medido e PPU_{DBO} é o Preço Público Unitário atualizado conforme Resolução ANA nº 57/2020 para 0,1746 R\$/ kg de DBO.

3.4.3 Previsão de Despesas para Água

Para previsão de despesas para água contemplaram-se as despesas operacionais relacionadas a operação e manutenção dos serviços de adução de água bruta e a despesa relacionada a outorga referente a captação de água bruta.

3.4.3.1 Despesas Operacionais

As despesas operacionais consideradas no estudo foram baseadas nos mesmos custos unitários apresentados para o esgoto. Aqui, apenas foi considerado o custo unitário de energia elétrica (R\$ 0,41/m³).

3.4.3.2 Outorga de Captação

Em Pernambuco, ainda não há regulamentação para a cobrança pelo uso da água bruta. Por isso, foi necessário buscar informação em regiões em que já há detalhamento do valor cobrado pelos recursos hídricos. Para o presente trabalho, portanto, foi utilizado os

mecanismos e valores de outorgas estabelecidos na Deliberação CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul) nº 218/14, aprovada pela Resolução CNRH nº 162/14. O Preço Público Unitário (PPU) utilizado foi 0,0249 R\$/m³ conforme Resolução ANA nº 57/2020, que estabelece o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União para o exercício 2021.

No site do CEIVAP (<https://www.ceivap.org.br/>), há um simulador de cobrança utilizado para o Rio Paraíba do Sul e este foi utilizado para simular o valor cobrado para a outorga da captação da Barragem Engenho Maranhão. Através da Equação 3, é possível calcular o valor cobrado para captação.

$$Valor\ Cobrado = Q_{cap} \times PPU \times K_{Cap\ classe} \quad (3)$$

$K_{Cap\ classe}$ é o coeficiente que considera a classe de enquadramento do corpo hídrico, considerada classe 3 nesse estudo. A medição das vazões seja realizada e declarada, Q_{cap} é obtido em função do volume de captação outorgado (Q_{out}) e do volume de captação medido (Q_{med}), através da Equação 4:

$$Q_{cap} = K_{out} \times Q_{out} + K_{med} \times Q_{med} + K_{med\ extra} (0,7Q_{out} - Q_{med}) \quad (4)$$

Conforme as equações apresentadas, nos casos em que a diferença entre o volume medido e o volume outorgado supera 70%, é considerado que o usuário está reservando uma parte da disponibilidade hídrica, e sobre ele é cobrada uma parcela extra com o objetivo de desincentivar a reserva das águas, controlada pelo coeficiente $K_{med\ extra} = 1$. Para o caso do presente estudo a vazão outorgada será igual a vazão medida que corresponde a 1.800 L/s, isso corresponde a $K_{out} = 0$ e $K_{med} = 1$. Tendo, portanto, $Q_{cap} = Q_{out}$.

A seguir, é mostrado na Figura 10, os dados de entrada para o simulador da cobrança bem como o valor cobrado anualmente para a outorga de captação da Barragem Engenho Maranhão.

Figura 10 – Dados de entrada para simulador de cobrança de captação

Captação

Vazão outorgada (m ³ /ano)	<input type="text" value="107222400"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Vazão medida (m ³ /ano)	<input type="text" value="107222400"/>
PPU (R\$/m ³)	<input type="text" value="0,0249"/>
Classe de enquadramento do rio	<input type="text" value="Classe 3"/>
Informe o índice de perdas na distribuição (%)	<input type="text" value="Ipd ≤ 20%"/>
$\text{Valor cap} = [K_{out} \times Q_{out} + K_{med} \times Q_{med} + K_{extra} \times (0,7 \times Q_{out} - Q_{med})] \times PPU \times K_{classe} \times K_{pd} \times K_{gestão}$	
$\text{Valor cap} = [0,2 \times 107.222.400,00 + 0,8 \times 107.222.400,00 + 0 \times (0,7 \times 107.222.400,00 - 107.222.400,00)] \times 0,0249 \times 0,8 \times 0,85 \times$	
Valor cap = R\$ 1.815.489,68	

Fonte: CEIVAP, s.d.

3.4.4 Impostos

Para a análise de viabilidade financeira, é preciso verificar o fluxo de caixa com atenção aos custos exigidos para o funcionamento da empresa, incluindo os impostos. Para a situação do presente trabalho, foram considerados os impostos sobre a receita, imposto de renda e a contribuição social sobre o lucro. A seguir são descritos cada um desses impostos e suas bases de cálculo.

Segundo o Artigo 239 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988a), o Programa de Integração Social (PIS) e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) têm o objetivo de financiar o programa de seguro-desemprego, outras ações da previdência social e o abono salarial tratado no § 3º deste mesmo artigo, de forma a promover a integração do empregado na vida e no desenvolvimento das empresas (BRASIL, 1970). Além das contribuições do PIS/PASEP, também existe o imposto de Contribuição Social para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) do empregador, da empresa e da entidade a ela equiparada na forma da lei, de acordo com o Artigo 195 da Constituição Federal,

destinada às despesas com atividades-fins das áreas de saúde, previdência e assistência social (BRASIL, 1991).

Juntos, PIS/PASEP e COFINS são os impostos de periodicidade mensal sobre a receita considerados na análise. O valor da alíquota do PIS é de 0,65% sobre o valor da receita bruta mensal. O PASEP tem alíquota no valor de 1% sobre a receita corrente arrecadada. Já o COFINS apresenta uma alíquota de 7,6%, em regime não cumulativo, sobre a receita bruta mensal (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, s.d.a). Ao todo, os impostos sobre a receita somam 9,25% por mês, calculados, nesse caso, sobre o faturamento, descontados o valor das despesas de produtos químicos e energia elétrica, já que foi utilizado o regime tributário de Lucro real no presente trabalho.

O Imposto de Renda tem a finalidade gerar um fundo para melhorias da qualidade de vida da população em geral, cobrando uma parcela sobre a renda, de forma que maiores rendas pagam maiores valores, proporcionalmente. Parte desse valor é destinado a programas de transferência de renda, enquanto outra parte é investida nem infraestrutura e programas de inclusão social (ARAÚJO, s.d.). No caso de uma empresa, é cobrado o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica, com alíquota de valor de 15% sobre a base de cálculo, o lucro real. No caso de a base de cálculo ultrapassar R\$20.000,00 por mês, ou R\$240.000,00 no ano, deve ser corado uma alíquota adicional de 10%.

A Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) é um imposto destinado ao financiamento da seguridade social, assim como PIS e COFINS. A sua alíquota é no valor de 9% sobre o lucro líquido, antes da provisão do imposto de renda (BRASIL, 1988b). Logo, sua base de cálculo é o lucro real, o mesmo do IRPJ.

3.4.5 Depreciação

A depreciação dos investimentos no sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário foi calculada linearmente, considerando o valor investido depreciando num horizonte de 30 anos, período da concessão.

3.4.6 Financiamento

O concessionário poderá financiar parte de seus investimentos mediante a captação de empréstimos. Os empréstimos correspondem à parcela do investimento a ser financiada por alguma instituição financeira nacional ou internacional, com um período de carência, prazos de amortização e taxa de juros definidos pela instituição financeira.

A extinção do financiamento é feita por pagamentos periódicos, ou seja, através do resarcimento paulatinamente. O prazo é calculado através do conceito de amortização, em que cada parcela paga refere-se ao valor total da dívida, incluindo juros, impostos e encargos.

Para fins da modelagem, foram consideradas contratações de financiamentos dos investimentos (CAPEX) divididos em dois tranches. O primeiro tranche com 80% do valor acumulado nos quatro primeiros anos de investimento. O segundo tranche com 80% do valor acumulado nos quatro próximos anos, caracterizando do ano 5 ao ano 8. Foram utilizadas as premissas do Programa Saneamento para todos da Caixa Econômica Federal, que disponibiliza financiamento para empreendimentos do setor público ou privado. Na Tabela 24 é apresentada as condições do financiamento adotado.

Tabela 24 – Condições do Financiamento

Linha de Financiamento	Condições
Contrapartida Mínima	20%
Taxa de Juros	7%
Carência	4 anos
Prazo Amortização Obras	20 anos

Fonte: Adaptado de CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, s.d.

3.4.7 Taxa de Desconto

O método adotado no trabalho para o estudo de viabilidade financeira será o fluxo de caixa alavancado (FCA). Nesse processo, o fluxo de caixa resulta no valor após o cumprimento das obrigações financeiras da empresa (RICARDO, 2021). No caso do projeto proposto pela PPP, entre as obrigações financeiras, está o financiamento do investimento, com o objetivo de diminuir o investimento feito pelo parceiro privado e amortizar esse valor em prestações

pagas, com juros, ao financiador. Com isso, o projeto torna-se mais viável, sem os grandes investimentos iniciais aportados pela empresa.

Para o desenvolvimento do fluxo de caixa alavancado e a análise dos indicadores de viabilidade já mencionados, VPL, TIR e *Payback*, é necessária uma taxa de desconto. Essa taxa, no FCA, é chamada de Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM), resultante da Equação 05:

$$CAPM = Rf + \beta(Rm - Rf) \quad (5)$$

Onde:

Rf = Taxa de juros livre de riscos

Rm = Taxa de remuneração do mercado

β = Risco associado ao investimento

Para cada uma dessas variáveis, foi utilizado um valor baseado em *Benchmarking*, a Rf , especificamente, relacionada à taxa de rendimento do tesouro IPCA, por possuir o menor risco. Aplicando os valores de β igual a 0,87, Rf de 5,60% e Rm de 13,76%, encontra-se um resultado de $CAPM = 12,70\%$ a.a. Esse será o valor adotado como taxa de desconto do fluxo de caixa.

4 RESULTADOS

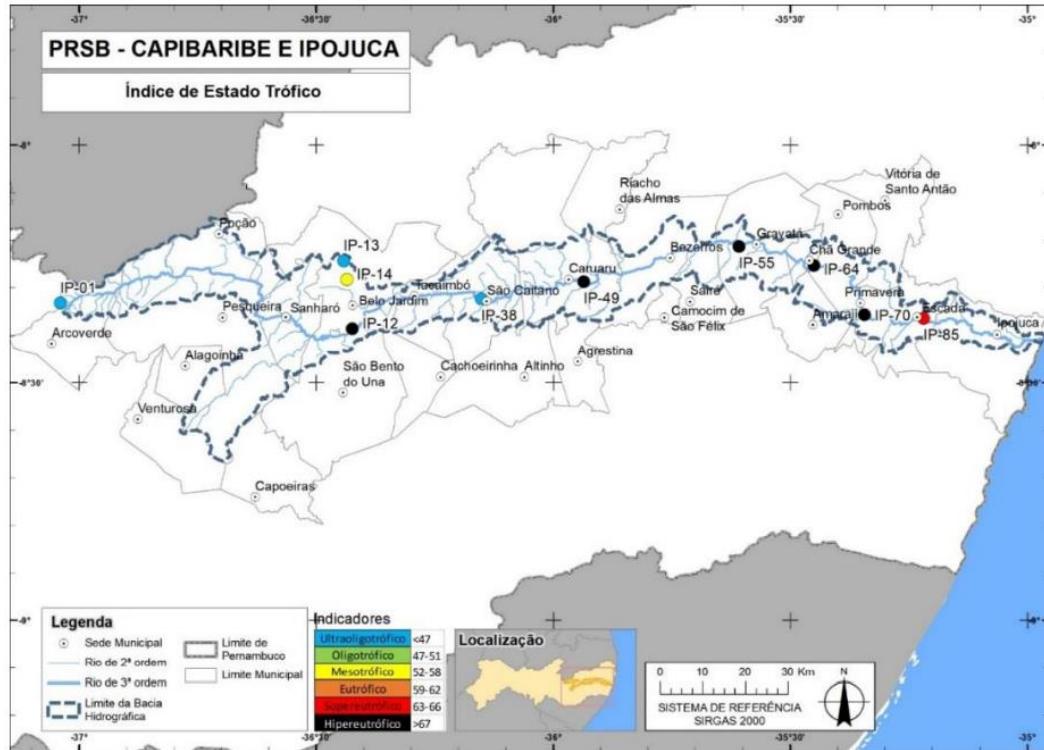
Aqui são apresentados os principais resultados obtidos na modelagem da parceria público privada envolvendo a barragem engenho maranhão e o sistema de esgotamento sanitário das sedes urbanas da bacia hidrográfica do rio Ipojuca.

4.1 QUALIDADE ATUAL DA ÁGUA DO RIO IPOJUCA

A avaliação da qualidade de água em trechos de rios inseridos em áreas influenciadas por atividades humanas busca quantificar a presença de nutrientes, a disponibilidade de oxigênio e a presença de patógenos no corpo de água. Para as estações selecionadas, foram avaliados os seguintes parâmetros dentre os disponíveis: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes/ *E. coli*, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total (PT).

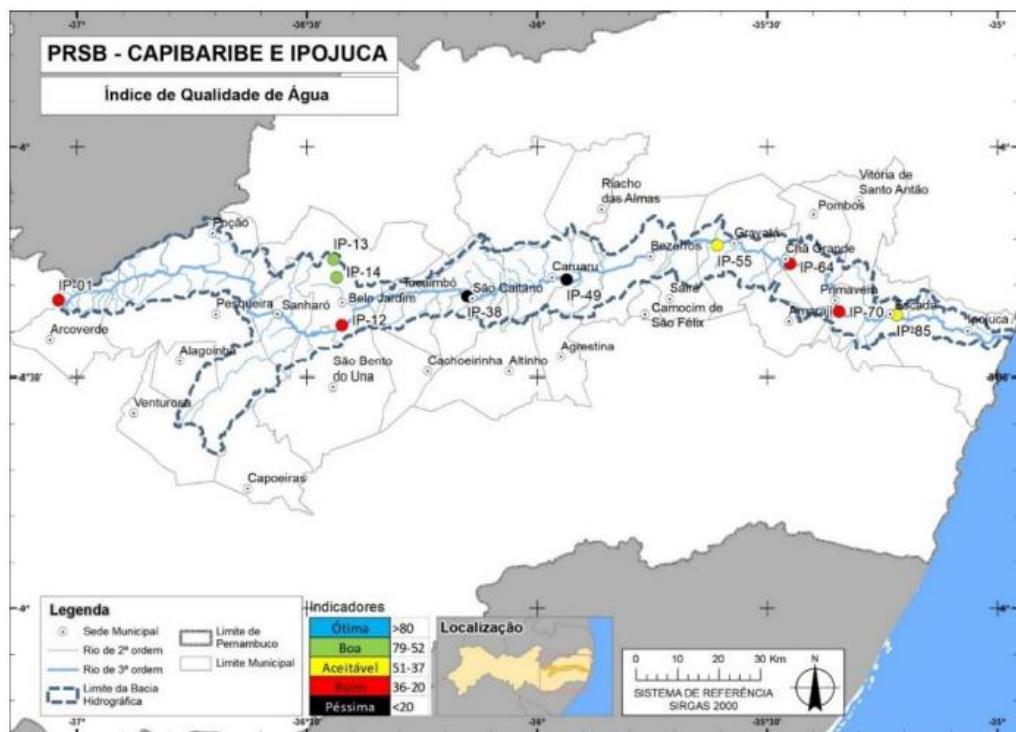
Em levantamento feito pelo PRSB buscou-se avaliar a qualidade da água nos cursos hídricos da bacia através de dois parâmetros: o índice de estado trófico (IET) e o índice de qualidade de água (IQA). O IET tem como objetivo criar uma classificação em diferentes degraus de trofia, analisando a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. O Índice de Qualidade das Águas (IQA) trata-se de um índice que analisa diversos parâmetros, atribuindo um peso que relativize a importância de cada um, ou seja, a análise irá variar mais com alguns parâmetros (mais importantes) do que com outros (menos importantes). A Figura 11 e a Figura 12 apresentam as estações de qualidade de água e o resultado da aplicação dos índices IET e IQA pelo PRSB, respectivamente.

Figura 11 – Estações de monitoramento da qualidade da água



Fonte: COMPESA (2018a).

Figura 12 – Índice de qualidade da água



Fonte: COMPESA (2018a).

De acordo com os resultados disponibilizados pelos estudos em questão, pode-se concluir que:

- Os valores das cargas orgânicas são elevados, notadamente DBO, e grande parte das amostras obtidas não respeitam os limites estabelecidos na CONAMA 357/2005 para a classe 3;
- Os maiores valores da DBO são obtidos nos pontos de monitoramento situados a jusante de grandes centros urbanos e de usinas do setor sucroalcooleiro, o que revela o lançamento de efluentes que possuem uma quantidade de poluente superior à capacidade de autodepuração dos cursos de água;
- Também as concentrações de Coliformes Termotolerantes são particularmente notórias à jusante dos grandes centros urbanos, denotando que os sistemas de tratamento nas ETE's não são ainda suficientes;
- Os resultados obtidos para o fósforo são ruins em praticamente todos os pontos de monitoramento;
- A elevada presença desse nutriente no rio Ipojuca é evidenciada pelo elevado grau de eutrofização encontrado no rio, e em particular nos reservatórios monitorados;
- Relativamente aos resultados da amônia apresentam praticamente sempre boa qualidade, com exceção da estação IP-49, a jusante de Caruaru. Esta estação inclusive, segundo PRSB, apresentou resultados preocupantes. O IQA foi classificado como “Péssimo”, sendo considerado o trecho mais poluído do rio.

É notória a degradação ambiental nos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Ipojuca. Tais parâmetros indicam um alto índice de lançamento de efluentes domésticos sem o tratamento adequado nos rios e riachos, ocasionando alta concentração de nutrientes (fósforo e nitrogênio) e baixa concentração de oxigênio dissolvido nas águas.

4.2 ESTUDO DE CONCEPÇÃO

São apresentadas as proposições para os estudos de concepção referentes ao sistema adutor de água bruta da barragem Engenho Maranhão e aos sistemas de esgotamento sanitário das onze sedes urbanas, bem como a estimativa dos investimentos necessários para realização de toda a infraestrutura proposta.

4.2.1 Sistema Adutor de Água Bruta

A análise do que foi proposto no PNSH e no Atlas Águas, indicam que o sistema adutor da Barragem Engenho Maranhão seguirá com as seguintes intervenções:

- Sistema Pirapama, será construída uma conexão direta entre a nova barragem e a estação elevatória de Pirapama, com configuração (4+1) e vazão nominal de 1.000 L/s, e implementação de dois trechos de adutora de aço, uma com diâmetro de 1800mm que ligará a estação elevatória da Engenho Maranhão à EE-Pirapama. A outra, de diâmetro 1.500 mm, ligará a EE-Pirapama até a Estação de Tratamento de Água Pirapama.
- Sistema Suape, está prevista uma conexão direta entre a nova barragem e a ETA Suape, através de uma adutora de água bruta de aço, com diâmetro de 1.700 mm e extensão de 18,3 km, transportando uma vazão nominal ao sistema de 800 L/s.

Ainda, além do foco em abastecimento de água para a população dos municípios, objetiva-se que a barragem proporcione a garantia do abastecimento das Indústrias do Complexo de Suape. Com isso, o presente trabalho estimou que a vazão de água bruta para as indústrias seria a diferença da vazão regularizada (3.400 L/s) e da vazão para abastecimento humano (1.800L/s), chegando a uma vazão de 1.600 L/s. Com isso a adução da água bruta para o complexo industrial partiria de um ramal da adutora que ligará a Engenho Maranhão a ETA Suape.

4.2.1.1 Estimativa dos Investimentos para as Infraestruturas de Água

Os investimentos propostos para as infraestruturas do sistema adutor e da barragem envolvem um total de R\$ 851,364 milhões, que se referem a implantação da Barragem Engenho Maranhão, com investimento estimado de R\$ 92,86 milhões; Sistema Adutor Pirapama, com investimento de R\$ 442,53 milhões e o Sistema Adutor Suape, que englobará a adução de água bruta para a ETA Suape e para o complexo industrial de Suape, com investimento estimado de R\$ 315,98 milhões. A Tabela 25 detalha as ações e investimentos propostos.

Tabela 25 – Investimentos Propostos para as Infraestruturas de Água.

Intervenção	Investimento
Barragem Engenho Maranhão	R\$ 92.857.063,10
Sistema Adutor da Barragem Engenho Maranhão para a ETA Suape e Complexo Industrial de Suape	R\$ 315.976.519,83
Sistema Adutor da Barragem Engenho Maranhão para ETA Pirapama	R\$ 442.530.886,42

Fonte: O autor (2021).

4.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

4.2.2.1 Poção

Para estruturação do SES Poção, o PRSB estimou uma população de final de plano, ano de 2039, para 8.843 habitantes, inferior a projeção feita por esse trabalho para 2050, porém a contribuição média do esgotamento sanitário prevista nesse relatório ficou bem abaixo da estudada no PRSB, de modo que as unidades projetadas suprem as necessidades desse trabalho.

O estudo prevê a rede coletora em final de plano de 25 km, com diâmetro de 150 mm em PVC. Além disso, serão implantadas 3 elevatórias de esgoto. Em relação ao tratamento, o PRSB avaliou uma alternativa visando identificar a que melhor garantisse as qualidades de lançamento dos efluentes tratamentos, sem causar impacto ao corpo receptor. Foi proposta uma ETE cujo processo de tratamento se dará através de tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/ decantação; Filtração; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e desinfecção. O PRSB prevê que a estação de tratamento deve ter capacidade para tratar uma vazão máxima de 25,5 L/s em final de plano, de modo que, para efeito de planejamento inicial, serão adotados módulos de 10 L/s e 15,5 L/s, com implementação escalonada.

O corpo receptor selecionado para lançamento do efluente tratado da ETE foi o Riacho Poção, afluente do rio Ipojuca.

Tabela 26 – Resumo do projeto de SES de Poção

Componente	Quantidade	Descrição
Rede Coletora	25 km	Diâmetro de 150 mm em PVC
EEE	3 unidades	-
ETE	1	Tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/decantação; Filtração; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e Desinfecção
Vazão máxima de projeto	25,5 L/s	Vazão dos módulos de implementação escalonada
		10 L/s 15,5 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b).

4.2.2.2 *Sanharó*

De acordo com a COMPESA, o SES Sanharó está em fase de implementação e tem previsão de conclusão no início de 2022. Como disposto nesse estudo, a ETE implantada terá capacidade de 39,3 L/s. Porém, mesmo tendo em vista que nesse estudo a contribuição urbana de esgoto será de 25,1 L/s no horizonte de 2050, para atender contribuição máxima horária de acordo com o que estimou o PRSB, sugere-se a implantação de mais um módulo na ETE, de 13 L/s.

Tabela 27 – Resumo do projeto de SES de Sanharó

Sistema de esgotamento sanitário em implementação	
Contribuição urbana de esgoto no horizonte 2050	25,1 L/s
Vazão máxima da ETE em implantação	39,3 L/s
Vazão do módulo para atender à contribuição máxima horária	13 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b).

4.2.2.3 *Belo Jardim*

De acordo com o PRSB, o projeto para ampliação do sistema de esgotamento sanitário do município indica uma população de final de plano de 82.079 habitantes em 2044, acima da utilizada no horizonte desse trabalho. A vazão máxima considerada no relatório é de 266,3 L/s, sendo bem acima da projetada nesse trabalho. Visando o alinhamento com o PSA Ipojuca, o sistema proposto será o indicado pelo PRSB, que engloba ampliação do sistema nas áreas que ainda não dispõe de rede coletora, universalização do atendimento por meio da

metodologia condominial, onde cabível, e previsão de recebimento de contribuições de áreas de expansão a serem futuramente absorvidas pelo sistema, por forma a suprir as necessidades da população prevista para 2050.

Foi proposto, no âmbito do PRSB, 207 km de ramais condominiais com diâmetro de 100 mm em PVC e implantação de 270 km de rede coletora até o final do plano. Previstas também 8 estações elevatórias.

Quanto ao sistema de tratamento, a alternativa proposta pelo estudo conta com duas estações de tratamento de esgotos cujas características são detalhadas a seguir:

- ETE Centro I: tratamento preliminar com grade mecanizada e desarenação, tratamento secundário através de reatores biológicos, tanque anóxico e tanque de aeração e desinfecção. A ETE possui capacidade de final de plano de 210 L/s, capaz de receber o efluente de 7 estações elevatórias;
- ETE Centro II - Inhumas: tratamento preliminar com grade de limpeza manual e desarenação, tratamento secundário através de reatores UASB e tanques aerados e desinfecção. A ETE possui capacidade de final de plano de 50 L/s.

O corpo receptor indicado é o rio Bitury, afluente do rio Ipojuca, que se encontra enquadrado como classe II.

Tabela 28 – Resumo do projeto de SES de Belo Jardim

Componente	Quantidade	Descrição	Capacidade de final de plano
Ramais condominiais	207 km	Diâmetro de 100 mm em PVC	
Rede Coletora	270 km	-	266,3 L/s (PRSB)
EEE	8 unidades	-	
ETE	2	ETE Centro I: Tratamento preliminar com grade mecanizada e desarenação, tratamento secundário através de reatores biológicos, tanque anóxico e tanque de aeração e desinfecção. ETE Centro II – Inhumas: Tratamento preliminar com grade de limpeza manual e desarenação, tratamento secundário através de reatores UASB e tanques aerados e desinfecção.	210 L/s (efluente de 7 estações elevatórias) 50 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.4 *Tacaimbó*

Com o sistema recém-inaugurado, será proposta com o objetivo a ampliação do sistema de saneamento urbano, a melhoraria das condições sanitárias e de saúde da população urbana. A estação de tratamento não atende ao recomendado pelo PRSB, sendo a vazão de contribuição média estimada em 22,9 L/s e a máxima horária de 31,4 L/s, superiores a capacidade da ETE em instalação, sendo necessária sua ampliação.

Tabela 29 – Resumo do projeto de SES de Tacaimbó

Sistema de esgotamento sanitário em implementação	
Vazão de contribuição média	22,9 L/s
Vazão de contribuição máxima horária	31,4 L/s
Capacidade da ETE em implementação	21,6 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.5 *São Caetano*

Para estruturação do SES de São Caetano, o PRSB estimou uma população de final de plano, ano de 2039, para 40.880 habitantes, superior a projeção feita por esse trabalho para 2050. Ainda, a contribuição média do esgotamento sanitário prevista nesse relatório ficou bem abaixo da estudada no PRSB, de modo que as unidades projetadas suprem as necessidades desse trabalho.

Isso em vista, o sistema de coleta e encaminhamento deve prever a implantação de um total de cerca de 110,4 km de rede coletora, com diâmetros de 150 mm, preferencialmente em PVC. Em relação ao sistema de tratamento, propõe-se a implantação de apenas uma Estação de Tratamento de Esgoto, de nível secundário, com capacidade nominal em final de plano de 65 L/s, garantindo, assim, o pleno atendimento as contribuições.

Tabela 30 – Resumo do projeto de SES de São Caetano

Componente	Quantidade	Descrição	
Rede Coletora ETE	110,4 km 1	Diâmetros de 150 mm, preferencialmente em PVC Estação de tratamento de nível secundário	
Contribuição média de esgotamento sanitário (2050)	37,89 L/s	Capacidade nominal no final do plano	65 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.6 Caruaru

O PRSB considera a população em final de plano, ano de 2039, de 577.616 habitantes, acima à do projeto aqui estudado, e a vazão de contribuição dos esgotos obtida pelo PRSB foi de 1846,2 L/s, maior que a obtida no presente estudo, de modo que as unidades projetadas pelo plano regional suprem as necessidades aqui apresentadas.

As unidades do sistema de coleta e encaminhamento propostos são a implantação de nova rede de coletores-troco com extensão de 100 km, com diâmetros variando entre 200 e 800 mm em PVC e PEAD, 15 novas estações elevatórias de esgoto e ampliação de 7 elevatórias existentes.

A alternativa para o tipo de tratamento a ser utilizado foi analisada e corrobora com a qualidade da água que é lançada no corpo receptor. As características são: tratamento preliminar com peneira e desarenador, tratamento primário com decantação plena, tratamento biológico aeróbio através de lodo ativado, com nitrificação e desnitrificação, operando na faixa convencional, desinfecção por cloração, adensamento do lodo primário através de adensador por gravidade, adensamento mecanizado do excesso de lodo ativado por tambor rotativo, digestão anaeróbia dos lodos adensados e desaguamento dos lodos digeridos por decanter centrífugo. A ETE projetada deverá atender uma capacidade de 1.847 L/s até 2039.

O corpo receptor selecionado para o lançamento do efluente tratado da ETE é o Rio Ipojuca, sendo um receptor natural da bacia, o qual o PRSB avaliou as características e a viabilidade de adoção do mesmo, tendo-se considerado viável a sua utilização, mantendo-se o tratamento adequado projetado para a ETE.

Tabela 31 – Resumo do projeto de SES de Caruaru

Componente	Quantidade	Descrição	
Rede de coletores-tronco	100 km	Diâmetros variando entre 200 e 800 mm em PVC e PEAD	
EEE novas	15 unidades	-	
EEE ampliadas	7 unidades	-	
ETE	1	Tratamento preliminar com peneira e desarenador, tratamento primário com decantação plena, tratamento biológico aeróbio através de lodo ativado, com nitrificação e desnitrificação, operando na faixa convencional, desinfecção por cloração, adensamento do lodo primário através de adensador por gravidade, adensamento mecanizado do excesso de lodo ativado por tambor rotativo, digestão anaeróbia dos lodos adensados e desaguamento dos lodos digeridos por decanter centrífugo	
Vazão de contribuição dos esgotos (PRSB)	1846,2 L/s	Capacidade da ETE projetada	1.847 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.7 Bezerros

Conforme consta no horizonte do PRSB, a população urbana será de 62.229 habitantes, maior que a projeção abordada para o presente trabalho, e a vazão de contribuição de esgoto indicada no plano é de 198,9 L/s, maior que a projetada aqui. Isso em vista, foi proposto um sistema que visa a universalização do atendimento por meio da metodologia condominial, onde cabível, e previsão de recebimento de contribuições de áreas de expansão a serem futuramente absorvidas pelo sistema, por forma a suprir as necessidades da população prevista para 2050. Para sede urbana é previsto cerca de 168 km de rede coletora, com diâmetros de 150 mm e 200 mm em PVC. A alternativa proposta para a estação de tratamento de esgoto é a realização do tratamento através do processo de lodo ativado com câmara pré-anóxica, com capacidade de 200,3 L/s em 2039, composta por 3 módulos, com vazões de 95,3 L/s, 50L/s e 55 L/s. O sistema deverá contar, ainda, com uma estação elevatória de esgoto que recalque o efluente até a ETE.

Tabela 32 – Resumo do projeto de SES de Bezerros

Componente	Quantidade	Descrição
Rede Coletora	168 km	Diâmetros de 150 mm e 200 mm em PVC
EEE	1 unidade	-
ETE	1	Tratamento através do processo de lodo ativado com câmara pré-anóxica
Vazão de contribuição de esgoto (PRSB)	198,9 L/s	95,3 L/s
Capacidade da ETE proposta	200,3 L/s	50 L/s
		55 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.8 Gravatá

O PRSB considera a população em final de plano, ano de 2039, de 122.799 habitantes, acima à do projeto aqui estudado. Ainda, a vazão de contribuição dos esgotos obtida pelo PRSB foi de 283,8 L/s, maior que a obtida no presente estudo, de modo que as unidades projetadas pelo plano regional suprem as necessidades aqui apresentadas.

Foram indicados 370 km de rede coletora e ampliação da elevatória de esgoto com vazão em final de plano de 350 L/s para atingir a universalização. Atualmente, o município conta com um novo SES que atende aproximadamente 30% da sede municipal. O SES possui uma ETE do tipo UASB e lodo ativado com capacidade de 136 L/s, não atendendo a demanda futura. Com isso, foi proposta pelo PRSB a implementação escalonada de 4 módulos de 32,4 L/s, a ser revisado conforme o operador avaliar o real crescimento vegetativo da cidade.

Tabela 33 – Resumo do projeto de SES de Gravatá

Componente	Quantidade	Descrição
Rede Coletora	370 km	Diâmetros de 150 mm e 200 mm em PVC
EEE ampliada	1 unidade	-
ETE ampliada	1	UASB e lodo ativado
Vazão de contribuição de esgoto (PRSB)	283,8 L/s	32,4 L/s
Vazão de final de plano	350 L/s	32,4 L/s
		32,4 L/s
		32,4 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.9 *Chã Grande*

O PRSB considera a população em final de plano, ano de 2039, de 21.410 habitantes, acima à do projeto aqui estudado, e obtém vazão de contribuição dos esgotos de 45,0 L/s, maior que 23,99 L/s obtida no presente estudo, de modo que as unidades projetadas pelo plano regional suprem as necessidades aqui apresentadas.

Serão previstas 60 km de rede coletora para a sede urbana do município, com a rede possuindo diâmetro de 150 mm em PVC e 4 interceptores, projetados em diâmetro de 400 mm com tubo de PEAD. A alternativa do tratamento proposto pelo PRSB buscou identificar a que melhor garantisse as qualidades de lançamento dos efluentes tratamentos, sem causar impacto ao corpo receptor. A concepção do sistema prevê a implantação de duas unidades de tratamento, projetadas de forma semelhante, variando apenas a vazão afluente a cada uma, com as seguintes características: Tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/decantação; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e desinfecção.

As ETE's estão projetadas em três linhas de tratamento em paralelo, permitindo tanto flexibilidade operacional no sistema, quanto a implantação em etapas, conforme o crescimento populacional e demanda. A ETE 1 foi projetada para uma vazão média de 35 L/s, e a ETE 2 para 15 L/s, totalizando uma capacidade de tratamento de 50 L/s.

O corpo receptor selecionado para lançamento do efluente tratado das ETEs foi o próprio Rio Ipojuca, para o qual o PRSB avaliou as características e a viabilidade de adoção do mesmo, tendo-se considerado viável a sua utilização.

Tabela 34 – Resumo do projeto de SES de Chã Grande

Componente	Quantidade	Descrição	Capacidade de final de plano
Rede Coletora Interceptores	60 km 4 unidades	Diâmetro de 150 mm em PVC Diâmetro de 400 mm com tubo de PEAD ETE I: Tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/decantação; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e desinfecção. ETE II : Tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/decantação; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e desinfecção	45,0 L/s (PRSB)
ETE	2		35 L/s 15 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.10 Primavera

Para estruturação do SES de Primavera, o PRSB estimou uma população de final de plano, ano de 2039, para 18.027 habitantes, acima da projeção feita por esse trabalho para 2050. A contribuição média do esgotamento sanitário prevista nesse relatório ficou abaixo da estudada no PRSB (37,9 L/s) de modo que as unidades projetadas suprem as necessidades desse trabalho.

É previsto uma rede coletora com extensão total de final de plano de 50 km, com 150 mm de diâmetro, em PVC; e implantação de 3 elevatórias de esgoto. Em relação ao tratamento, o PRSB avaliou uma alternativa visando identificar a que melhor garantisse as qualidades de lançamento dos efluentes tratamentos, sem causar impacto ao corpo receptor. Foi proposta uma ETE, cujo processo de tratamento se dará através de tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/ decantação; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e Desinfecção. O PRSB prevê, ainda, que a estação de tratamento deve ter capacidade para tratar uma vazão máxima de cerca de 52 L/s em final de plano, de modo que, para efeito de planejamento, serão adotados módulos de 14 L/s, com implementação escalonada.

O corpo receptor selecionado para lançamento do efluente tratado da ETE foi o próprio Rio Ipojuca para o qual o PRSB avaliou as características e a viabilidade de adoção do mesmo, tendo-se considerado viável a sua utilização.

Tabela 35 – Resumo do projeto de SES de Primavera

Componente	Quantidade	Descrição
Rede Coletora	50 km	150 mm de diâmetro, em PVC
EEE	3 unidades	-
ETE	1	Tratamento preliminar integrado ao reator UASB, composto de peneira estática (abertura 1,5 mm) e caixa de areia de fluxo vertical; Reator anaeróbio em concreto do tipo UASB; Lodo ativado compacto/ decantação; Leitos de secagem natural para os lodos produzidos e Desinfecção.
Contribuição média de esgotamento sanitário (PRSB)	37,9 L/s	Vazão dos módulos de implementação escalonada 14 L/s 14 L/s 14 L/s 14 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.11 Escada

Como descrito nesse trabalho, o SES do município foi divido em duas etapas, sendo a primeira com conclusão prevista para concluir em setembro de 2021. A 2^a etapa corresponde às restantes obras e projetos não contemplados na primeira fase e que são ainda necessárias para servir a restante população do município. No âmbito do Plano Regional, o sistema foi proposto para uma população de final de plano de 77.508 habitantes, acima da projeção desse trabalho. Ainda, a contribuição de esgoto prevista no PRSB foi de 247,7 L/s, bem superior à aqui projetada. Na 2^a Etapa, serão implantadas rede coletora de 161,2 km, com ampliações nas estações elevatórias e linhas de recalque.

A capacidade atual da ETE é de 53,2 L/s, capacidade que não atende à demanda prevista aqui no presente estudo. Com isso, para atendimento às demandas apresentadas no PRSB e nesse trabalho, prevê-se a implantação de mais dois módulos na ETE com capacidade de tratamento de 97 L/s cada, totalizando 247 L/s de capacidade total.

O corpo receptor selecionado para lançamento do efluente tratado da ETE foi o próprio Rio Ipojuca, para o qual o PRSB avaliou as características e a viabilidade de adoção do mesmo, tendo-se considerado viável a sua utilização.

Tabela 36 - Resumo do projeto de SES de Escada

Componente	Quantidade	Descrição	
Rede Coletora	161,2 km	Implantação na segunda etapa do SES	
EEE	-	Ampliação na segunda etapa do SES	
ETE	1	Capacidade atual da ETE	53,2 L/s
Contribuição de esgoto (PRSB)	247,7 L/s	Vazão dos módulos implantados para atender à demanda	97 L/s
			97 L/s

Fonte: Adaptado de COMPESA (2018b)

4.2.2.12 Estimativas dos Investimentos Necessários para os SES's

Abaixo, está apresentada a Tabela 37, que detalha os investimentos necessários para estruturação dos sistemas de esgotamento sanitários dos municípios. Nela, são mostradas três projeções de investimento, sendo um dos investimentos propostos pelo Plano Regional de Saneamento Básico da bacia do Rio Ipojuca, outro da Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia do Rio Ipojuca e a estimativa de investimento adotada nesse trabalho.

Tabela 37 - Quadro resumo da estimativa de investimento para o SES dos municípios

Municípios	Investimento para Estruturação do SES	PEI	PRSB
Poção	R\$ 9.420.000,00	R\$ 32.256.000,00	R\$ 9.420.000,00
Sanharó	R\$ 630.000,00	-	R\$ 630.000,00
Belo Jardim	R\$ 184.380.000,00	R\$ 115.000.000,00	R\$ 184.380.000,00
Tacaimbó	R\$ 590.000,00	-	R\$ 590.000,00
São Caetano	R\$ 64.280.000,00	-	R\$ 64.280.000,00
Caruaru	R\$ 552.000.000,00	R\$ 552.000.000,00	R\$ 1.278.830.000,00
Bezerros	R\$ 108.210.000,00	R\$ 103.500.000,00	R\$ 108.210.000,00
Gravatá	R\$ 197.490.000,00	R\$ 129.720.000,00	R\$ 197.490.000,00
Chã Grande	R\$ 23.080.000,00	R\$ 57.888.000,00	R\$ 23.080.000,00
Primavera	R\$ 11.503.200,00	R\$ 38.016.000,00	R\$ 11.503.200,00
Escada	R\$ 144.280.000,00	R\$ 74.520.000,00	R\$ 144.280.000,00

Fonte: O autor (2021)

Observa-se que o investimento total estimado para a implantação das ações propostas aos SES das sedes urbanas envolvidas é de aproximadamente R\$ 1,3 bilhões, correspondendo à sede de Caruaru o de maior montante de cerca de 552 milhões (42,5% do total). Os menores valores requeridos são os das sedes de Sanharó e Tacaimbó, já que, segundo o apurado desse

estudo, já tem seus sistemas em operação ou em fase de finalização para 100% da população urbana.

➤ **Poção**

Visto que em Poção não há sistema de esgoto e, segundo o levantamento do PRSB, há um relatório técnico que traçou as intervenções a serem realizadas, então a estimativa de investimento para a sede urbana seguiu a metodologia traçada no PRSB.

➤ **Sanharó**

A proposta de enquadramento não considera investimentos para ampliação do SES Sanharó, pois o sistema já está em obras. Porém, segundo levantamento feito nesse trabalho, o SES de Sanharó precisará de ampliação no horizonte da PPP. Portanto, a metodologia traçada para estimativa de investimento foi a utilizada no PRSB.

➤ **Belo Jardim**

Atualmente, está em implantação a 1º etapa do SES de Belo Jardim, conforme detalhado nesse estudo. A proposta de enquadramento faz a estimativa de investimento para uma população inferior a estimada aqui. Portanto, como o PRSB superestima as projeções realizadas aqui, a estimativa de investimento necessário para a sede foi realizada com a metodologia do PRSB.

➤ **Tacaimbó**

A proposta de enquadramento não considera investimentos para ampliação do SES de Tacaimbó, pois já há o SES existente para a sede urbana. Porém, segundo levantamento feito nesse trabalho, o SES atual precisará de ampliação no horizonte da PPP. Portanto a metodologia traçada para estimativa de investimento foi a utilizada no PRSB.

➤ **São Caetano**

A proposta de enquadramento não considerou o município de São Caetano, já que seu sistema de esgoto é operado pela prefeitura municipal. Porém, segundo PRSB, não há sistema de esgoto implantando no município, então a estimativa de investimento prevista para a sede do município foi a estipulada pelo PRSB.

➤ **Caruaru**

Segundo levantamento realizado pela proposta de enquadramento, há diversas ordens de serviços para obras no SES atual de Caruaru, nas quais podem ter sido consideradas no âmbito do PRSB, já que a diferença da estimativa de investimento para o município entre os

dois documentos é bastante alta. Portanto, o presente trabalho seguirá a estimativa realizada pelo PEI, já que, segundo o próprio documento, a COMPESA que realizou a presente estimativa de investimento.

➤ **Bezerros**

Segundo a proposta de enquadramento, há duas etapas de implantação do SES de Bezerros, estando a 1^a atualmente em obras. Não foram obtidas informações acerca desse sistema, sendo usado, portanto, os investimentos previstos no âmbito do PRSB para a sede urbana.

➤ **Gravatá**

Atualmente, está em implantação a 1^a etapa do SES de Gravatá, conforme detalhado nesse estudo. A proposta de enquadramento faz a estimativa de investimento para uma população inferior à estimada aqui. Portanto, como o PRSB superestima as projeções realizadas aqui, a estimativa de investimento necessário para a sede foi realizada com a metodologia do PRSB.

➤ **Chã Grande**

Visto que em Chã Grande não há sistema de esgoto e, segundo o levantamento do PRSB, há um relatório técnico que traçou as intervenções a serem realizadas, então a estimativa de investimento para a sede urbana seguiu a metodologia traçada no PRSB.

➤ **Primavera**

Visto que em Primavera não há sistema de esgoto e, segundo o levantamento do PRSB, há um relatório técnico que traçou as intervenções a serem realizadas, então a estimativa de investimento para a sede urbana seguiu a metodologia traçada no PRSB.

➤ **Escada**

Atualmente, está em implantação a 1^a etapa do SES Escada, conforme detalhado nesse estudo. A proposta de enquadramento faz a estimativa de investimento para uma população inferior a estimada aqui. Portanto, como o PRSB superestima as projeções realizadas aqui, a estimativa de investimento necessário para a sede foi realizada com a metodologia do PRSB.

4.3 AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE FINANCEIRA

A Tabela 38 e Tabela 39 resumem os critérios e resultados das análises realizadas no presente documento. A análise financeira resultou viável para a totalidade de investimentos previstos na bacia do rio Ipojuca.

A partir dos dados de entrada lançados na modelagem financeira, obteve-se o fluxo de caixa descontado alavancado da PPP para o empreendedor e, consequentemente, os indicadores de viabilidade financeira, como o VPL e a TIR, que demonstraram a viabilidade financeira. Na Tabela 41 é possível analisar os valores das receitas ano a ano, bem como as despesas que englobam as operacionais, as financeiras, os impostos, a depreciação e o fluxo dos investimentos com o financiamento, além dos resultados dos indicadores acima mencionados, também resumidos na Tabela 40.

Tabela 38 – Resumo das Premissas Consideradas na PPP

IMPOSTOS	
Premissas Contábeis	%
ISS	-
PIS	1,65%
COFINS	7,60%
IRPJ	15%
Adicional IRPJ	10%
CSLL	9%
Tipo de Tributação	Lucro Real
OPEX	
Custos Unitários	Valor
Pessoal Próprio	0,86 R\$/m ³
Energia	0,41 R\$/m ³
Produto Químico	0,06 R\$/m ³
Outros Serviços	0,35 R\$/m ³
Serviços de Terceiros	0,63 R\$/m ³
Outorga de Efluente	0,1746 R\$/ Kg de DBO
Outorga de Captação	0,02 R\$/m ³
CAPEX	
Sistema	Valor (R\$)
Água	851.364.469,34
Esgoto	1.295.863.200,00

Fonte: O autor (2021).

Tabela 39 – Resumo da Modelagem da PPP

Receitas	COMPESA	Empreendedor
Esgoto	10%	90%
Água Bruta para Abastecimento Humano	0%	100%
Água Bruta para o Complexo Industrial de Suape	10%	90%
Despesas	COMPESA	Empreendedor
Despesas Operacionais (OPEX)	0%	100%
Investimentos (CAPEX)	0%	100%
Tarifa (R\$/m ³)		
Esgoto	4,08	
Água Bruta para COMPESA	0,6	
Água Bruta para Complexo Industrial de Suape	2,75	

Fonte: O autor (2021).

O resultado da análise financeira apresentou um TIR de 18,95% e um VPL de R\$ 145,45 milhões. O Payback descontado se deu no ano 15 de concessão. Esse resultado se mostrou bastante satisfatório visto que a taxa de desconto estimada foi de 12,70%, portanto no ponto de vista financeiro o projeto é viável com os parâmetros aqui estimados. Vale salientar que é preciso de uma análise mais ampla com outros indicadores a serem considerados, é o caso do custo de manutenção, reposição e as licenças ambientais para operação. Além disso programas que envolvam a população no projeto devem ser considerados. Ainda, é importante salientar que o IPCA não foi considerado nesse estudo.

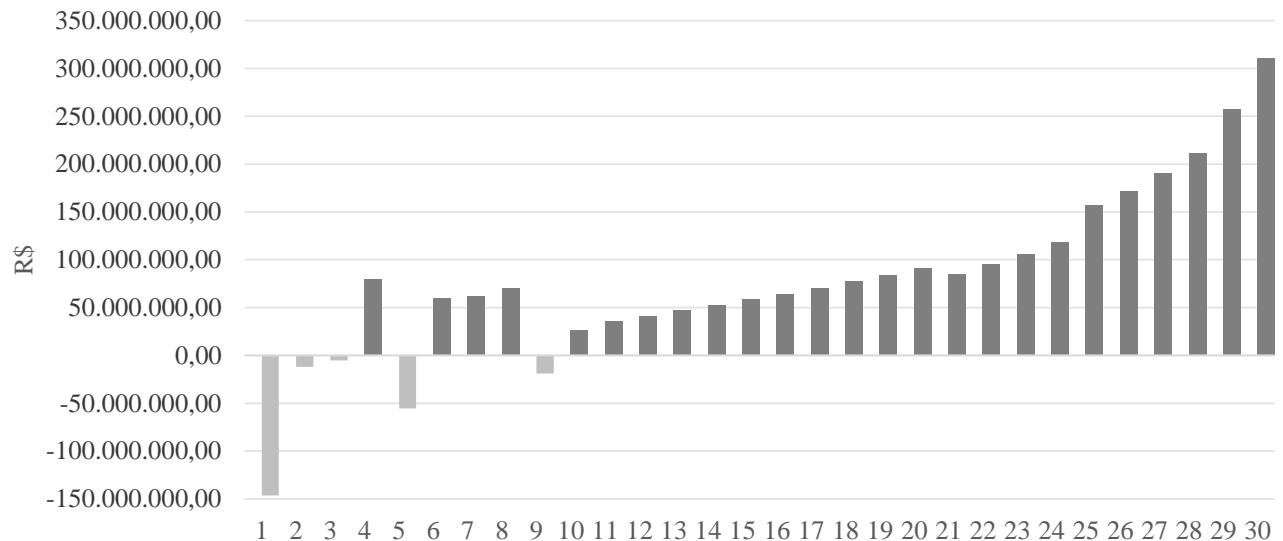
Tabela 40 – Resultados dos Indicadores de Viabilidade

Resultados	Total
Valor Líquido de Fluxo de Caixa	R\$ 2.389.114.869,55
VPL (Valor Líquido Descontado)	R\$ 145.449.935,59
VPL Acumulado	R\$ 145.449.935,59
TIR	18,95%
VPL	R\$ 145.449.935,59
Payback Descontado	Ano 15
Máxima Exposição do Empreendedor	R\$ -163.641.391,71

Fonte: O autor (2021).

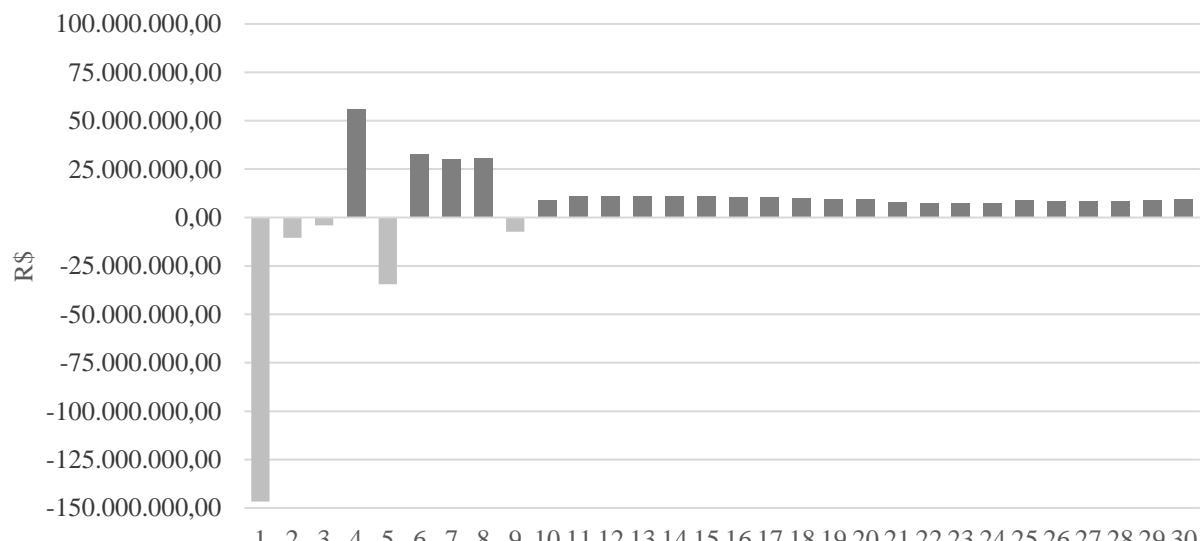
Através das Figuras 12 e 13 é mostrado o valor líquido do fluxo de caixa e o valor presente líquido descontado, respectivamente, em todo o horizonte de projeto. Por fim, é mostrado na Tabela 41 o fluxo de caixa em milhões de reais da PPP.

Figura 13 – Valor líquido do fluxo de caixa alavancado



Fonte: O autor (2021).

Figura 14 – Valor presente líquido descontado do fluxo de caixa alavancado



Fonte: O autor (2021)

Tabela 41 – Fluxo de caixa de projeto em milhões de reais

	TOTAL	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15
RECEITAS																
Faturamento	6.777,97	37,32	41,01	44,70	188,40	192,08	195,71	199,33	202,94	225,47	229,07	232,84	236,65	240,37	244,07	247,76
Pis + Cofins	482,55	3,01	3,31	3,61	13,99	14,29	4,49	14,87	15,17	16,00	16,29	16,60	16,90	17,20	17,50	17,80
DESPESAS																
OPEX	2.796,43	23,53	25,86	28,18	62,80	65,12	67,40	69,68	71,95	87,79	90,05	92,42	94,83	97,17	99,49	101,81
Depreciação	2.146,78	5,89	11,99	17,69	22,31	27,11	32,10	37,30	42,73	46,40	48,34	50,16	52,08	54,10	56,24	58,51
Despesa Financeira	859,74	35,72	35,72	35,72	61,90	60,11	58,33	56,54	53,36	50,17	46,99	43,80	40,62	37,43	34,25	
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA																
Receita Operacional Líquida	3.498,99	10,78	11,85	12,92	111,61	112,67	123,82	114,78	115,83	121,68	122,72	123,82	124,92	126,00	127,08	128,14
IMPOSTOS																
Base de Cálculo	492,48	30,83	35,87	40,49	53,57	23,67	31,60	19,15	16,55	21,92	24,21	26,66	29,04	31,28	33,40	35,38
IRPJ	110,61	-	-	-	8,04	3,55	4,74	2,87	2,48	3,29	3,63	4,00	4,36	4,69	5,01	5,31
ADICIONAL IRPJ	73,16	-	-	-	5,33	2,34	3,14	1,89	1,63	2,17	2,40	2,64	2,88	3,10	3,32	3,51
CSLL	66,37	-	-	-	4,82	2,13	2,84	1,72	1,49	1,97	2,18	2,40	2,61	2,82	3,01	3,18
Total Impostos	742,62	-	-	-	18,19	8,02	10,72	6,49	5,60	7,43	8,21	9,04	9,85	10,61	11,33	12,01
RESULTADO ANTES DOS INVESTIMENTOS																
Depreciação (+)	2.146,78	5,89	11,99	17,69	22,31	27,11	32,10	37,30	42,73	46,40	48,34	50,16	52,08	54,10	56,24	58,51
Fluxo de Caixa Operacional	4.535,89	19,06	11,88	5,12	80,00	69,86	85,09	87,27	96,41	107,30	112,69	117,95	123,35	128,87	134,55	140,40
Investimento																
Amortização	909,77	-	-	-	-	25,52	25,52	25,52	25,52	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49
Total Investimento	2.146,78	127,59	-	-	-	125,37	25,52	25,52	25,52	126,30	86,23	81,88	81,88	81,88	81,88	81,88
Valor Líquido do Fluxo de Caixa																
VPL (Valor Líquido Descontado)	145,45	-146,64	-11,88	-5,12	80,00	-55,51	59,57	61,75	70,90	-19,00	26,46	36,08	41,47	47,00	52,67	58,53
VPL Acumulado	145,45	-146,64	-157,19	-161,21	-105,33	-139,73	-106,97	-76,83	-46,13	-53,43	-44,41	-33,49	-22,36	-11,17	-0,04	10,94

	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25	Ano 26	Ano 27	Ano 28	Ano 29	Ano 30
RECEITAS															
Faturamento	251,40	255,05	258,69	262,33	265,95	267,19	268,43	269,66	270,88	272,10	273,31	274,52	275,72	276,91	278,10
Pis + Cofins	18,09	18,39	18,68	18,97	19,27	19,37	19,47	19,57	19,66	19,76	19,86	19,96	20,06	20,15	20,25
DESPESAS															
OPEX	104,11	106,40	108,69	110,98	113,26	114,04	114,82	115,59	116,36	117,13	117,89	118,65	119,40	120,15	120,90
Depreciação	60,94	63,54	66,34	69,37	72,68	77,92	83,74	90,30	97,78	106,52	117,00	130,11	147,58	173,79	226,20
Despesa Financeira	31,07	27,88	24,70	21,51	18,33	15,14	11,96	8,78	5,59	4,19	2,80	1,40	-	-	-
RECEITA OPERACIONAL LÍQUIDA															
Receita Operacional Líquida	129,20	130,26	131,32	132,37	133,43	133,79	134,15	134,50	134,86	135,21	135,56	135,91	136,26	136,61	136,95
IMPOSTOS															
Base de Cálculo	37,20	38,84	40,28	41,49	42,42	40,72	38,44	35,43	31,48	24,50	15,76	4,41	-11,32	-37,18	-89,25
IRPJ	5,58	5,83	6,04	6,22	6,36	6,11	5,77	5,31	4,72	3,67	2,36	0,66	-	-	-
ADICIONAL IRPJ	3,70	3,86	4,00	4,12	4,22	4,05	3,82	3,52	3,12	2,43	1,55	0,42	-	-	-
CSLL	3,35	3,50	3,63	3,73	3,82	3,66	3,46	3,19	2,83	2,20	1,42	0,40	-	-	-
Total Impostos	12,62	13,18	13,67	14,08	14,40	13,82	13,05	12,02	10,68	8,31	5,34	1,47	-	-	-
RESULTADO ANTES DOS INVESTIMENTOS															
Depreciação (+)	60,94	63,54	66,34	69,37	72,68	77,92	83,74	90,30	97,78	106,52	117,00	130,11	147,58	173,79	226,20
Fluxo de Caixa Operacional	146,46	152,74	159,29	166,15	173,38	182,74	192,88	204,00	216,37	229,23	244,43	263,15	283,84	310,39	363,15
Investimento															
Amortização	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	45,49	19,97	19,97	19,97	19,97	-	-
Total Investimento	81,88	81,88	81,88	81,88	81,88	97,90	97,90	97,90	97,90	72,39	72,39	72,39	72,39	52,41	52,41
Valor Líquido do Fluxo de Caixa															
VPL (Valor Líquido Descontado)	10,75	10,46	10,14	9,80	9,44	7,76	7,71	7,64	7,57	8,90	8,66	8,52	8,38	9,07	9,70
VPL Acumulado	21,69	32,15	42,29	52,09	61,53	69,29	77,00	84,65	92,22	101,12	109,78	118,30	126,68	135,75	145,45

Fonte: O autor (2021).

4.4 INDICATIVO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para uma maior precisão da assertividade da viabilidade é preciso de uma análise mais ampla com outros indicadores a serem considerados, é o caso do custo de manutenção dos sistemas, reposição e as licenças ambientais para operação. Além disso, programas que envolvam a população no projeto devem ser considerados. Ainda, é importante salientar que o IPCA não foi considerado nesse estudo.

Além disso, é preciso de um estudo mais detalhado para as intervenções propostas na área de esgotamento sanitário, bem como levar em consideração não apenas as sedes urbanas, mas toda a cadeia populacional do município envolvido. É necessário realizar levantamentos quantitativos e qualitativos dos sistemas existentes no que tange as informações sobre estações elevatórias, rede de esgoto coletora, linhas de recalque e número de ligações, demonstrando toda a estrutura de forma geral e sua capacidade de atendimento existente. Com isso poderá propor projetos adequados ao atendimento das metas descritas para universalização dos sistemas de esgotamento de cada município.

Como dito anteriormente, é importante realizar investimentos em ações e programas. São fundamentais programas de Plano de Gestão e Controle Ambiental, Programa de Controle Ambiental da Qualidade do Ar de Controle de Ruídos, Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação, Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Plano de Gerenciamento de Efluentes Sanitários, Plano de Proteção de Áreas de Preservação Permanente, Plano de Comunicação Social dentre outros. As ações têm como objetivo promover a sensibilização das comunidades sobre os benefícios ambientais e sanitário do sistema de esgotamento sanitário a ser implantado. A mobilização da comunidade é realizada na área de implantação do projeto, através de reuniões, visitas e campanhas nas quais são abordados vários temas voltados para a preservação do meio ambiente, saúde pública e saneamento básico, ressaltando a importância do sistema de esgotamento sanitário.

Ainda, salienta-se, que os resultados apresentados podem divergir consistentemente das projeções realizadas neste trabalho, pelas seguintes razões: realidade de mercado, conjuntura econômica e cenário político.

Para trabalhos futuros, pode-se considerar, também, a parceria pública privada para toda a cadeia de saneamento básico da região, levando não só em conta o esgotamento das sedes

urbanas, mas sim o abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais.

5 CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos nesse estudo, é possível concluir que a qualidade da água da bacia do rio Ipojuca é insatisfatória, não sem fundamento é considerado o terceiro rio mais poluído do Brasil. Isso ocorre, como debatido, devido ao lançamento de efluentes sem qualquer tipo de tratamento em praticamente todas as sedes urbanas cortadas pela calha do rio. Torna-se, portanto, de fundamental importância a revitalização da região e da bacia, com a universalização do atendimento e tratamento de esgoto da região. Paralelamente à situação da baixa qualidade da água do rio Ipojuca, há um aumento da demanda de água para abastecimento da Região Metropolitana do Recife e para o Complexo industrial de Suape, devido ao aumento populacional e desenvolvimento econômico da região. Com isso, o presente trabalho avaliou a estratégia de uma PPP englobando a construção de um reservatório no rio Ipojuca, Barragem Engenho Maranhão, que surge como principal intervenção para aumento de oferta hídrica para RMR, e o esgotamento sanitário de 11 sedes urbanas à jusante, propondo intervenções para coleta e tratamento de esgoto doméstico nas sedes urbanas consideradas. O estudo de viabilidade financeira apresentou um resultado bastante satisfatório com TIR de 18,95% e VPL de R\$ 145,45 milhões, resultados acima da média de outras concessões. Ainda, de todo modo, é importante frisar todos os benefícios socioeconômicos e ambientais oriundos da implantação e operação desse empreendimento, o seu potencial de desenvolvimento econômico e saúde da população, bem como a sua empregabilidade.

REFERÊNCIAS

ARPE - Agência de Regulação de Pernambuco. **Resolução nº. 192**, de 19 de julho de 2021, que autoriza o Reajuste Tarifário Anual de 2021 dos serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos sanitários do Estado de Pernambuco, prestados pela Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA. Diário Oficial do Estado. Recife, 20 jul. 2021.

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório de monitoramento de bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco**. Recife, 2003.

CONDEPE/FIDEM - Agência Estadual de Planejamento de Pesquisas de Pernambuco. **Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca**: Série Bacias Hidrográficas de Pernambuco n. 1. Recife, 2005. 64p.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA, 432 p., 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas. Engecorps Engenharia S.A. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação. Pão de Açúcar – PE**. Relatório Final. Brasília, 2016. Disponível em: <http://portal1.snhirh.gov.br/arquivos/semiarido/204res/Ipojuca_P%C3%A3o_de_A%C3%A7%C3%A1o_Brasileiro.pdf>. Acesso em: 4 out. 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: ANA, 88 p., 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas. Consórcio Engecorps/Typsa, TPF Engenharia e PROFILL. **Atualização do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água: NOTA TÉCNICA 01** – Estudo de Demandas/Perdas. ANA, 54 p., 2019a.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília, 100 p., 2019b.

ANA - Agência Nacional de Águas. **ODS 6 no Brasil**: visão da ANA sobre os indicadores. Brasília: ANA, 94 p., 2019c.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 112 p., 2019c.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Enquadramento dos corpos d'água em classes**: Brasília: ANA, 57 p., 2020a.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Resolução nº 57**, que estabelece os preços unitários para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União para o exercício 2021. Agência Nacional de Águas, 2020b.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 332 p., 2021.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Proposta de Implantação de Outorga de Lançamento de Efluentes na Bacia do Rio Ipojuca**: Diagnóstico da Situação Qualitativa dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (VOLUME 1). Recife: Projetec-DHI, 309 p., 2016.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. Apresentação: **A Gestão dos Recursos Hídricos em Pernambuco**. Assembleia Legislativa de Pernambuco, 2019a.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca : RP8** – Relatório da Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água. Recife: APAC, 59 p., 2019b.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Proposta de Enquadramento dos Cursos de Água da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca: RP9** - Plano de Investimentos. Recife: APAC, 156 p., 2019c.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco** (Produto 3: Relatório Técnico Parcial). Consórcio PROFILL/ALFASIGMA. APAC, 718p., 2020.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Bacias Hidrográficas, 2021**. Disponível em: <<http://200.238.107.184/bacias-hidrograficas/40-bacias-hidrograficas/196-bacia-do-rioipojuca>>. Acesso em: 15 set. 2021.

ARAÚJO, Fernanda. O que é Imposto de Renda e para que serve?. **Serasa**, s.d. Disponível em: <<https://www.serasa.com.br/ensina/dicas/o-que-e-imposto-de-renda/>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, 1988a.

BRASIL. **Lei n. 7.689**, que institui Contribuição Social sobre o Lucro das pessoas jurídicas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 16 dez. 1988b.

BRASIL. **Lei Complementar n. 07**, que institui o Programa de Integração Social, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 8 set. 1970.

BRASIL. **Lei Complementar n. 70**, que institui contribuição para Financiamento da Seguridade Social, eleva a alíquota da contribuição social sobre o lucro das instituições financeiras e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 30 dez. 1991.

BRASIL. Lei Federal n. 8.666, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 22 jun. 1993.

BRASIL. Lei n. 8.987, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 14 fev. 1995a.

BRASIL. Lei n. 9.074, que estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 8 jul. 1995b.

BRASIL. Lei Federal no. 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 9 de jan. 1997.

BRASIL. Lei Federal no. 11.079, que institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 31 dez. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Organizadores: Kátia C. Porto, Jaime J. P. Cabral e Marcelo Tabarelli. Brasília: MMA, 324 p., 2004.

BRASIL. Lei Federal no. 11.445, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 6 jan. 2007.

BRASIL. Lei Federal no. 14.026, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 16 jul. 2020.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Caixa, s.d. Saneamento para Todos. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/infraestrutura-saneamento-mobilidade/meio-ambiente-saneamento/saneamento-para-todos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 03 dez. 2021.

CEARÁ. Decreto n. 33.920, que dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado do Ceará ou da União por delegação de competências, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Fortaleza-CE, 5 fev. 2021.

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Deliberação nº. 218, que estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2015. Resende - RJ, 25 set. 2014.

Simulação de Cobrança. CEIVAP, s.d. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/simulacao-de-cobranca>> Acesso em: 02 dez. 2021.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. ABF - Engenharia, Serviços e Comércio. Relatório de Impacto Ambiental RIMA – para a Barragem do Rio Ipojuca

Engenho Maranhão, localizada no município de Ipojuca-PE. Recife: COMPESA, 101 p., 2011.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. **Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca**. Caruaru: Oficina Planejamento em comunicação Ltda., 189 p., 2016.

Sistema de Esgotamento Sanitário de Caruaru será modernizado e ampliado. **COMPESA**, 22 de maio de 2017. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/sistema-de-esgotamento-sanitario-de-caruaru-sera-modernizado-e-ampliado>> Acesso em: 02 dez. 2021.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. Consórcio Engecorps, Typsa E Tpf. **Planos Regionais de Saneamento Básico das Bacias Hidrográficas do Rio Ipojuca e do Rio Capibaribe: Produto 4**. Recife : COMPESA, 240 p., 2018a. v.1.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. Consórcio Engecorps, Typsa E Tpf. **Planos Regionais de Saneamento Básico das Bacias Hidrográficas do Rio Ipojuca e do Rio Capibaribe: Produto 4**. Recife: COMPESA, 258 p., 2018b. v.2.

Sistema de Esgotamento Sanitário de Tacaimbó é inaugurado com 95% de cobertura. **COMPESA**, 15 de janeiro de 2018c. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/sistema-de-esgotamento-sanitario-de-tacaimbo-e-inaugurado-com-95-de-cobertura>> Acesso em: 02 dez. 2021.

Projetos de esgotamento para Chã Grande, Primavera e Poção iniciados. **COMPESA**, 8 de março de 2018d. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/projetos-de-esgotamento-para-cha-grande-primavera-e-pocao-iniciados>> Acesso em: 02 dez. 2021.

Cidade de Belo Jardim, no Agreste, ganha sistema de esgotamento sanitário. **COMPESA**, 26 de fevereiro de 2019a. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/cidade-de-belo-jardim-no-agreste-ganha-sistema-de-esgotamento-sanitario>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

Compesa informa população sobre implantação de Sistema de Esgotamento Sanitário em Bezerros. **COMPESA**, 21 de agosto de 2019b. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/compesa-informa-populacao-sobre-implantacao-de-sistema-de-esgotamento-sanitario-em-bezerros>> Acesso em: 02 dez. 2021.

Compesa começa obra de esgotamento sanitário no bairro das Rendeiras, em Caruaru. **COMPESA**, 22 de outubro de 2019c. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/compesa-comeca-obra-de-esgotamento-sanitario-no-bairro-das-rendeiras-em-caruaru>> Acesso em: 02 dez. 2021.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. Consórcio Engecorps, Typsa E Tpf. **Planos Regionais de Saneamento Básico das Bacias Hidrográficas do Rio Ipojuca e do Rio Capibaribe: Produto 5 – Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira** Recife: COMPESA, 184 p., 2020a.

Compesa inicia obras do sistema de esgotamento sanitário de Bezerros. **COMPESA**, 21 de fevereiro de 2020b. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/compesa-inicia-obra-sistema-de-esgotamento-sanitario-de-bezerros/>> Acesso em: 02 dez. 2021.

Novo sistema de esgotamento começa a operar em Gravatá. **COMPESA**, 2 de junho de 2020c. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/novo-sistema-de-esgotamento-comeca-a-operar-em-gravata/>> Acesso em: 02 dez. 2021.

Compesa inicia ligações do sistema de esgotamento sanitário na cidade de Sanharó. **COMPESA**, 1 de dezembro de 2020d. Disponível em:

<<https://servicos.compresa.com.br/compesa-inicia-ligacoes-do-sistema-de-esgotamento-sanitario-na-cidade-de-sanharo/>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

Compesa avança com obras de esgotamento sanitário que vai beneficiar 40% da população de Escada. **COMPESA**, 11 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/compesa-avanca-com-obra-de-esgotamento-sanitario-que-vai-beneficiar-40-da-populacao-de-escada/>> Acesso em: 02 dez. 2021.

COMPESA. Serviços Compesa, s.d. Abastecimento de água. Disponível em: <<https://servicos.compresa.com.br/abastecimento-de-agua/>>. Acesso em: 03 dez. 2021.

CNRH - Concelho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução n.º 91**, que dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Diário Oficial da União. Ministério do Meio Ambiente, 16 maio 2011.

CNRH - Concelho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução n.º 162**, que aprova os valores e mecanismos para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Diário Oficial da União. Ministério do Meio Ambiente, 25 fev. 2015.

CONAMA - Concelho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 357**, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Ministério do Meio Ambiente, 18 mar. 2005.

CONAMA - Concelho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 430**, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União. Ministério do Meio Ambiente, 16 maio 2011.

MACEDO, M. A. S.; SIQUEIRA, J. R. M.. Custo e estrutura de capital – uma abordagem crítica. **Finanças Corporativas: aspectos essenciais**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2006.

MACHADO, E. S.; KNAPIK, H. G.; BITENCOURT, C. C. A.. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 24 (2): 261-269, 2019.

MACIEL, E. V.. **A poluição do rio Ipojuca no município de Caruaru e a Intervenção do Ministério Público de Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação em Direito do Centro Universitário Tabosa de Almeida– Asces/Unita, Caruaru - PE, 2017. 55 p.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Governo do Brasil, Receita Federal**, s.d.a. Contribuição Social sobre o Lucro Líquido CSLL. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/orientacao-tributaria/tributos/CSLL>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Receita Federal**, s.d.b. Legislação Tributária Federal. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/historico/arrecadacao/tributos/legislacao.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

MÜLLER, H. L.. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) - Barragem Engenho Maranhão, Rio Ipojuca/PE**: resultados do estágio supervisionado. Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre – RS, 2017. 37 p.

NCGIA – National Center for Geographic Information and Analysis. **Core Curriculum**. Edited by Michael F. Goodchild and Karen K Kemp, Santa Barbara: University of California, 1990.

PERNAMBUCO. **Lei n. 11.426**, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial de Pernambuco, Recife - PE, 17 jan. 1997.

PERNAMBUCO. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Ipojuca (Tomo I)- Diagnóstico Hidroambiental**, Volume 01/03. Recife: Projete – BRLi, 339 p., 2010.

PERNAMBUCO. **Projeto de Lei Complementar n. 1.445**, que institui as Microrregiões de Saneamento Básico do Estado de Pernambuco. Diário Oficial de Pernambuco, Recife - PE, 25 ago. 2020. Disponível em: <<https://www.alepe.pe.gov.br/proposicao-texto-completo/?docid=6357&tipoprop=p>>. Acesso em: 03 dez., 2021.

POLAR - Inteligência em Meio Ambiente Ltda. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) – Barragem Engenho Maranhão**. Ipojuca, Pernambuco. 2017. 63 p.

RAMOS, M. P.; SCHABBACH, L. M.. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. **Revista de Administração Pública**, 46 (5): 1271–1294, 2012.

RICARDO, Javier. A diferença entre fluxo de caixa livre alavancado e não alavancado. **Economia e Negocios**, 2021. Disponível em: <<https://economiaenegocios.com/a-diferenca-entre-fluxo-de-caixa-livre-alavancado-e-nao-alavancado/>>. Acesso em: 3 dez. 2021.

SILVA, B. M.. **Modelagem hidrológica e hidrodinâmica para avaliação de inundações na zona urbana de Caruaru, PE**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife - PE, 2019. 108 p.

SILVA, S. R.; SILVA JUNIOR, M. A. B.; BARROS, A. M. L.; ALCOFORADO, R. M. G.; ASFORA, M. C. **Elaboração de Proposta de Referência para Enquadramento dos Corpos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Ipojuca. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XIX**, 2011, Maceió. Anais. Maceió, 2011. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/aeb0a63aa72c15fd8e47691bae7923d2_ebd3ad69b63181665b_e6a4456c8f19ed.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2021.

SOUZA FILHO, D. N.. Parcerias público-privadas e a implementação dos direitos sociais: cenário atual, vantagens e características. **Revista Eletrônica da Procuradoria Geral do Estado do Rio de Janeiro**, 4 (1): 20 p., 2021. Disponível em: <<https://revistaelectronica.pge.rj.gov.br/index.php/pge/article/view/200/164>>. Acesso em: 4 out. 2021.

TEIXEIRA, A. A.; MATIAS, L. F. N.; MORETTI, E. Qual a melhor definição de SIG. **Fator GIS - A Revista do Geoprocessamento**, 11: 20-24, 1995.

APÊNDICE A – CRONOGRAMA DE RECEITAS

Sistema de Esgotamento Sanitário				Sistema Adutor de Água Bruta			
ANO	Receita Total	COMPESA	Empreendedor	ANO	Receita Total	COMPESA	Empreendedor
1	R\$ 41.471.858,86	R\$ 4.147.185,89	R\$ 37.324.672,98	1	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2	R\$ 45.571.798,29	R\$ 4.557.179,83	R\$ 41.014.618,46	2	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3	R\$ 49.668.877,72	R\$ 4.966.887,77	R\$ 44.701.989,95	3	R\$ -	R\$ -	R\$ -
4	R\$ 53.760.964,96	R\$ 5.376.096,50	R\$ 48.384.868,46	4	R\$ 153.895.680,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 140.019.840,00
5	R\$ 57.849.333,19	R\$ 5.784.933,32	R\$ 52.064.399,87	5	R\$ 153.895.680,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 140.019.840,00
6	R\$ 61.879.449,47	R\$ 6.187.944,95	R\$ 55.691.504,52	6	R\$ 153.895.680,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 140.019.840,00
7	R\$ 65.899.324,03	R\$ 6.589.932,40	R\$ 59.309.391,63	7	R\$ 153.895.680,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 140.019.840,00
8	R\$ 69.911.958,53	R\$ 6.991.195,85	R\$ 62.920.762,68	8	R\$ 153.895.680,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 140.019.840,00
9	R\$ 73.916.677,98	R\$ 7.391.667,80	R\$ 66.525.010,18	9	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
10	R\$ 77.916.969,67	R\$ 7.791.696,97	R\$ 70.125.272,71	10	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
11	R\$ 82.105.359,09	R\$ 8.210.535,91	R\$ 73.894.823,18	11	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
12	R\$ 86.347.811,31	R\$ 8.634.781,13	R\$ 77.713.030,18	12	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
13	R\$ 90.481.371,99	R\$ 9.048.137,20	R\$ 81.433.234,79	13	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
14	R\$ 94.588.373,83	R\$ 9.458.837,38	R\$ 85.129.536,44	14	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
15	R\$ 98.682.094,70	R\$ 9.868.209,47	R\$ 88.813.885,23	15	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
16	R\$ 102.734.087,54	R\$ 10.273.408,75	R\$ 92.460.678,78	16	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
17	R\$ 106.783.826,13	R\$ 10.678.382,61	R\$ 96.105.443,52	17	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
18	R\$ 110.829.095,54	R\$ 11.082.909,55	R\$ 99.746.185,98	18	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
19	R\$ 114.871.926,56	R\$ 11.487.192,66	R\$ 103.384.733,91	19	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
20	R\$ 118.898.132,94	R\$ 11.889.813,29	R\$ 107.008.319,65	20	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
21	R\$ 120.277.945,74	R\$ 12.027.794,57	R\$ 108.250.151,17	21	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
22	R\$ 121.654.200,78	R\$ 12.165.420,08	R\$ 109.488.780,70	22	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
23	R\$ 123.018.311,97	R\$ 12.301.831,20	R\$ 110.716.480,77	23	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
24	R\$ 124.379.216,35	R\$ 12.437.921,64	R\$ 111.941.294,72	24	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
25	R\$ 125.733.664,38	R\$ 12.573.366,44	R\$ 113.160.297,94	25	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
26	R\$ 127.080.513,12	R\$ 12.708.051,31	R\$ 114.372.461,81	26	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
27	R\$ 128.419.960,83	R\$ 12.841.996,08	R\$ 115.577.964,75	27	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
28	R\$ 129.753.248,52	R\$ 12.975.324,85	R\$ 116.777.923,67	28	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
29	R\$ 131.078.573,43	R\$ 13.107.857,34	R\$ 117.970.716,09	29	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
30	R\$ 132.393.683,75	R\$ 13.239.368,38	R\$ 119.154.315,38	30	R\$ 172.817.280,00	R\$ 13.875.840,00	R\$ 158.941.440,00
TOTAL	R\$ 2.867.958.611,21	R\$ 286.795.861,12	R\$ 2.581.162.750,09	TOTAL	R\$ 4.571.458.560,00	R\$ 374.647.680,00	R\$ 4.196.810.880,00

APÊNDICE B – CRONOGRAMA DE DESPESAS OPERACIONAIS

ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sistema de adução de água bruta										
EE	-	-	-	30.927.985,92	30.927.985,92	30.927.985,92	30.927.985,92	30.927.985,92	43.961.184,00	43.961.184,00
Outorga	-	-	-	1.384.043,89	1.384.043,89	1.384.043,89	1.384.043,89	1.384.043,89	1.922.283,18	1.922.283,18
Sistema de esgotamento sanitário										
EE	4.167.515,23	4.579.518,95	4.991.235,26	5.402.449,91	5.813.290,84	6.218.278,01	6.622.235,99	7.025.466,42	7.427.901,46	7.829.891,56
PP	8.741.617,31	9.605.820,23	10.469.420,30	11.331.968,10	12.193.732,00	13.043.217,29	13.890.543,79	14.736.344,20	15.580.476,24	16.423.674,98
PQ	609.880,28	670.173,50	730.424,67	790.602,43	850.725,49	909.991,90	969.107,71	1.028.117,04	1.087.009,97	1.145.837,79
ST	6.403.742,91	7.036.821,80	7.669.459,06	8.301.325,47	8.932.617,63	9.554.914,99	10.175.630,92	10.795.228,89	11.413.604,69	12.031.296,79
OD	3.557.634,95	3.909.345,44	4.260.810,59	4.611.847,48	4.962.565,35	5.308.286,11	5.653.128,29	5.997.349,38	6.340.891,49	6.684.053,77
Outorga	52.870,02	53.325,86	53.712,10	54.040,41	54.326,29	54.529,10	54.701,25	54.851,43	54.981,10	55.096,23
ano	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sistema de adução de água bruta										
EE	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00
Outorga	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18
Sistema de esgotamento sanitário										
EE	8.250.783,63	8.677.108,49	9.092.490,81	9.505.204,23	9.916.583,05	10.323.768,60	10.730.727,63	11.137.237,54	11.543.502,42	11.948.096,69
PP	17.306.521,77	18.200.764,15	19.072.053,90	19.937.745,46	20.800.637,61	21.654.734,14	22.508.355,51	23.361.034,84	24.213.200,21	25.061.861,36
PQ	1.207.431,75	1.269.820,75	1.330.608,41	1.391.005,50	1.451.207,28	1.510.795,40	1.570.350,38	1.629.839,64	1.689.293,04	1.748.501,96
ST	12.678.033,39	13.333.117,92	13.971.388,32	14.605.557,72	15.237.676,39	15.863.351,75	16.488.679,03	17.113.316,22	17.737.576,90	18.359.270,53
OD	7.043.351,88	7.407.287,74	7.761.882,40	8.114.198,74	8.465.375,77	8.812.973,20	9.160.377,24	9.507.397,90	9.854.209,39	10.199.594,74
Outorga	55.324,80	55.585,40	55.741,56	55.869,64	55.981,10	56.062,96	56.137,72	56.205,01	56.266,53	56.322,42
ano	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sistema de adução de água bruta										
EE	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00	43.961.184,00
Outorga	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18	1.922.283,18
Sistema de esgotamento sanitário										
EE	12.086.754,35	12.225.054,49	12.362.134,29	12.498.891,84	12.635.000,59	12.770.345,68	12.904.947,04	13.038.929,39	13.172.111,55	13.304.267,24
PP	25.352.704,25	25.642.797,22	25.930.330,46	26.217.187,76	26.502.684,16	26.786.578,75	27.068.913,31	27.349.949,44	27.629.307,14	27.906.511,77
PQ	1.768.793,32	1.789.032,36	1.809.092,82	1.829.106,12	1.849.024,48	1.868.831,08	1.888.528,84	1.908.136,01	1.927.626,08	1.946.965,94
ST	18.572.329,86	18.784.839,83	18.995.474,64	19.205.614,29	19.414.757,00	19.622.726,29	19.829.552,78	20.035.428,08	20.240.073,84	20.443.142,34
OD	10.317.961,03	10.436.022,13	10.553.041,47	10.669.785,72	10.785.976,11	10.901.514,61	11.016.418,21	11.130.793,38	11.244.485,47	11.357.301,30
Outorga	56.373,11	56.421,11	56.462,57	56.501,74	56.537,25	56.568,67	56.596,23	56.620,57	56.641,01	56.656,71

APÊNDICE C – CRONOGRAMA DE INVESTIMENTOS

INFRAESTRUTURA DE ESGOTO		Total	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo prazo
Belo Jardim	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 179.550.000,00	R\$ 94.790.000,00	R\$ 22.780.000,00	R\$ 61.980.000,00
	Implantação de estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 1.760.000,00	R\$ 1.760.000,00	R\$ -	R\$ -
	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 2.250.000,00	R\$ 2.250.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 820.000,00	R\$ -	R\$ 820.000,00	R\$ -
Bezerros	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 99.020.000,00	R\$ 33.390.000,00	R\$ 17.960.000,00	R\$ 47.670.000,00
	Implantação de estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 750.000,00	R\$ 750.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação da estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 450.000,00	R\$ -	R\$ 450.000,00	R\$ -
	Ampliação da estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental até o final de plano	R\$ 450.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 450.000,00
	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 4.040.000,00	R\$ 4.040.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 1.440.000,00	R\$ -	R\$ 1.440.000,00	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental até o final de plano	R\$ 1.610.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.610.000,00
Caruaru	Considerado o valor do PEI	R\$ 552.000.000,00	R\$ 150.000.000,00	R\$ 200.000.000,00	R\$ 202.000.000,00
Chã Grande	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 14.180.000,00	R\$ 1.180.000,00	R\$ 1.680.000,00	R\$ 11.320.000,00
	Implantação de ramais condominiais, conforme previsto no projeto existente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 140.000,00	R\$ 140.000,00	R\$ -	R\$ -
	Implantação de ramais condominiais, conforme previsto no projeto existente para suprir a demanda de médio prazo	R\$ 200.000,00	R\$ -	R\$ 200.000,00	R\$ -
	Implantação de ramais condominiais, conforme previsto no projeto existente para suprir a demanda de longo prazo	R\$ 610.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 610.000,00
	Interceptores	R\$ 2.460.000,00	R\$ -	R\$ 2.460.000,00	R\$ -
	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 1.830.000,00	R\$ 1.830.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 1.830.000,00	R\$ -	R\$ 1.830.000,00	R\$ -
Escada	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental até o final de plano	R\$ 1.830.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.830.000,00
	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 143.480.000,00	R\$ 28.700.000,00	R\$ 31.190.000,00	R\$ 83.590.000,00
Gravatá	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 800.000,00	R\$ 800.000,00	R\$ -	R\$ -
	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 193.330.000,00	R\$ 57.980.000,00	R\$ 60.360.000,00	R\$ 74.990.000,00
	Implantação de estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 1.110.000,00	R\$ 1.110.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação da estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 1.110.000,00	R\$ -	R\$ 1.110.000,00	R\$ -
	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo, conforme projeto existente	R\$ 970.000,00	R\$ 970.000,00	R\$ -	R\$ -
Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo, conforme projeto existente		R\$ 970.000,00	R\$ -	R\$ 970.000,00	R\$ -

INFRAESTRUTURA DE ESGOTO		Total	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo prazo
Poção	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 2.410.000,00	R\$ 740.000,00	R\$ 730.000,00	R\$ 940.000,00
	Implantação de 2,0 km de ramais condominiais, com diâmetro de 100 mm em PVC.	R\$ 2.910.000,00	R\$ 940.000,00	R\$ 830.000,00	R\$ 1.140.000,00
	Implantação de 3 estações elevatórias de esgoto e respectivas linhas de recalque, conforme projeto existente	R\$ 1.730.000,00	R\$ 865.000,00	R\$ 865.000,00	R\$ -
	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 1.185.000,00	R\$ 1.185.000,00	R\$ -	R\$ -
Primavera	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 1.185.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.185.000,00
	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 1.210.000,00	R\$ 240.000,00	R\$ 280.000,00	R\$ 690.000,00
	Implantação de ramais condominiais, conforme projeto existente	R\$ 1.100.000,00	R\$ 220.000,00	R\$ 190.000,00	R\$ 690.000,00
	Implantação de 3 estações elevatórias de esgoto e respectivas linhas de recalque, conforme projeto existente	R\$ 3.660.000,00	R\$ -	R\$ 3.660.000,00	R\$ -
Sanharó	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 2.610.000,00	R\$ 2.610.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 1.461.600,00	R\$ -	R\$ 1.461.600,00	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental até o final de plano	R\$ 1.461.600,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.461.600,00
	Ampliação da estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental até o final de plano	R\$ 630.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 630.000,00
São Caetano	Implantação de rede coletora de esgotos e ligações conforme população a ser atendida nos horizontes de planejamento	R\$ 62.040.000,00	R\$ 19.200.000,00	R\$ 11.480.000,00	R\$ 31.360.000,00
	Implantação de ETE, com capacidade suficiente para suprir a demanda de curto prazo	R\$ 1.120.000,00	R\$ 1.120.000,00	R\$ -	R\$ -
	Ampliação do módulo da ETE, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 1.120.000,00	R\$ -	R\$ 1.120.000,00	R\$ -
Tacaimbó	Ampliação da estação elevatória de esgoto e respectiva linha de recalque, em capacidade suficiente para suprir a demanda incremental de médio prazo	R\$ 590.000,00	R\$ 590.000,00	R\$ -	R\$ -

INFRAESTRUTURA DE ÁGUA		Total	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo prazo
RMR	Barragem Engenho Maranhão	R\$ 92.857.063,10	R\$ 92.857.063,10	R\$ -	R\$ -
RMR	Sistema Adutor da Barragem Engenho Maranhão para a ETA Suape e para o Complexo Industrial de Suape	R\$ 315.976.519,83	R\$ 315.976.519,83	R\$ -	R\$ -
RMR	Sistema Adutor da Barragem Engenho Maranhão para ETA Pirapama	R\$ 442.530.886,42	R\$ 442.530.886,42	R\$ -	R\$ -

Observações: Curto Prazo (Ano 1 ao Ano 10); Médio Prazo (Ano 11 ao Ano 20). Longo Prazo (Ano 21 ao Ano 30)

APÊNDICE D – CRONOGRAMA DO FINANCIAMENTO

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obras	176.561.222,75	177.096.761,51	159.453.919,52	124.820.868,42	124.820.868,42	124.820.868,42	124.820.868,42	124.820.868,42	80.808.223,47	40.740.000,00
Financiamento - 1º tranche	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76
Saldo Devedor	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	484.828.906,87	459.311.595,99	433.794.285,10	408.276.974,21	382.759.663,32	357.242.352,43
Amortização	-	-	-	-	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89
Despesa Financeira	35.724.235,24	35.724.235,24	35.724.235,24	35.724.235,24	33.938.023,48	32.151.811,72	30.365.599,96	28.579.388,19	26.793.176,43	25.006.964,67
Financiamento - 2º tranche					399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94
Saldo Devedor					399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	379.455.439,99	359.484.101,05
Amortização					-	-	-	-	19.971.338,95	19.971.338,95
Despesa Financeira					27.959.874,53	27.959.874,53	27.959.874,53	27.959.874,53	26.561.880,80	25.163.887,07
ANO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Obras	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00	36.386.660,00
Financiamento - 1º tranche	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76
Saldo Devedor	331.725.041,55	306.207.730,66	280.690.419,77	255.173.108,88	229.655.797,99	204.138.487,10	178.621.176,22	153.103.865,33	127.586.554,44	102.069.243,55
Amortização	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89
Despesa Financeira	23.220.752,91	21.434.541,15	19.648.329,38	17.862.117,62	16.075.905,86	14.289.694,10	12.503.482,34	10.717.270,57	8.931.058,81	7.144.847,05
Financiamento - 2º tranche	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94
Saldo Devedor	339.512.762,10	319.541.423,15	299.570.084,21	279.598.745,26	259.627.406,31	239.656.067,36	219.684.728,42	199.713.389,47	179.742.050,52	159.770.711,58
Amortização	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95
Despesa Financeira	23.765.893,35	22.367.899,62	20.969.905,89	19.571.912,17	18.173.918,44	16.775.924,72	15.377.930,99	13.979.937,26	12.581.943,54	11.183.949,81
ANO	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Obras	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00	52.414.660,00
Financiamento - 1º tranche	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76	510.346.217,76
Saldo Devedor	76.551.932,66	51.034.621,78	25.517.310,89	-	-	-	-	-	-	-
Amortização	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	25.517.310,89	-	-	-	-	-	-
Despesa Financeira	5.358.635,29	3.572.423,52	1.786.211,76	-	-	-	-	-	-	-
Financiamento - 2º tranche	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94	399.426.778,94
Saldo Devedor	139.799.372,63	119.828.033,68	99.856.694,74	79.885.355,79	59.914.016,84	39.942.677,89	19.971.338,95	-	-	-
Amortização	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	19.971.338,95	-	-	-
Despesa Financeira	9.785.956,08	8.387.962,36	6.989.968,63	5.591.974,91	4.193.981,18	2.795.987,45	1.397.993,73	-	-	-

APÊNDICE E – VOLUME ANUAL DE ESGOTO FATURADO EM M³/ANO COM AS METAS ANUAIS

Código IBGE	Município	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
2611200	Poção	0,00	19127,48	38716,93	58766,60	79298,37	100177,96	121510,70	143338,34	165560,67	188188,80	210876,64	233926,74	257470,74	281262,14	305394,51	328876,88
2612406	Sanharó	687789,37	699731,87	710536,07	720490,01	729713,08	736247,81	742236,57	747759,45	752826,00	757533,97	762984,67	767841,88	772148,90	776081,56	779624,05	781325,31
2601706	Belo Jardim	840450,76	938753,34	1037528,98	1136839,04	1236804,40	1335230,60	1434013,70	1533249,88	1632819,13	1732632,29	1839230,09	1943967,99	2048055,64	2151276,93	2255165,04	2355337,57
2614709	Tacaimbó	266632,76	270093,39	273630,40	277145,33	280704,28	283411,71	286124,60	288854,22	291635,34	294447,61	296435,32	298407,06	300375,67	302363,36	304446,41	305427,28
2613107	São Caetano	0,00	53842,48	108475,88	163702,48	219478,13	275283,03	331274,83	387521,82	443874,94	500472,44	558453,76	616913,26	675828,12	733966,32	792362,91	849347,94
2604106	Caruaru	5521673,28	5887721,51	6251595,67	6613467,14	6973540,45	7328897,50	7682706,13	8035122,16	8386461,14	8736938,56	9111446,27	9482274,63	9849828,98	10214935,34	10578044,44	10923484,07
2601904	Bezerros	0,00	134025,63	269697,25	406457,31	544310,26	682330,92	820560,12	959388,11	1098422,11	1237965,72	1376536,43	1536617,00	1677594,34	1818749,76	1960106,80	2101417,49
2606408	Gravatá	1481513,20	1652148,33	1823235,17	1994703,40	2166307,58	2336199,07	2505997,25	2675601,66	2845193,85	3014675,17	3193079,38	3370586,27	3546750,70	3722384,84	3897227,24	4065921,53
2604502	Chã Grande	0,00	30812,90	62310,11	94394,84	127014,12	160021,49	193466,58	227251,54	261450,59	295960,80	331713,48	368066,55	404143,24	440679,50	477680,73	514116,00
2611408	Primavera	0,00	30848,30	61933,36	93176,31	124460,07	155564,40	186541,12	217376,85	248021,16	278521,45	309375,76	339848,97	370278,74	400208,86	429983,84	462492,48
2605202	Escada	1366611,92	1452453,20	1536084,73	1617564,65	1697127,39	1773167,25	1847363,50	1919819,93	1990567,90	2059959,68	2133730,72	2205228,90	2274331,79	2341516,34	2406751,95	2492176,88

Código IBGE	Municipio	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
2611200	Poção	352555,20	376351,71	400290,35	424079,87	430580,08	437100,00	443553,20	449982,98	456435,13	462819,73	469182,04	475522,51	481889,51	488188,41
2612406	Sanharó	782849,57	784118,30	785282,57	786307,45	787156,63	787931,84	788594,81	789199,20	789705,04	790164,55	790536,37	790871,61	791174,34	791448,23
2601706	Belo Jardim	2455531,06	2555735,50	2655942,79	2754247,56	2787551,98	2821369,37	2854338,85	2887155,05	2919829,10	2952371,36	2984791,53	3017098,63	3050047,69	3082161,10
2614709	Tacaimbó	306378,73	307258,14	308095,31	308919,57	309686,30	310448,28	311184,43	311873,22	312566,38	313241,72	313876,78	314522,51	315155,99	315778,66
2613107	São Caetano	906316,00	963292,56	1020246,33	1076472,96	1088664,09	1100828,52	1112969,58	1125108,03	1137210,96	1149298,25	1161371,88	1173433,55	1184357,26	1195040,14
2604106	Caruaru	11268378,67	11612682,20	11956547,99	12302698,53	12451501,96	12599521,71	12746952,29	12893860,73	13040247,96	13186184,52	13331673,22	13476788,03	13621605,76	13765987,37
2601904	Bezerros	2242719,72	2384029,02	2525336,97	2664860,36	2695369,89	2725796,86	2755488,72	2785507,45	2814822,62	2843381,88	2871130,76	2898090,14	2924242,92	2949571,61
2606408	Gravatá	4234519,76	4402836,80	4570836,88	4736740,87	4790857,40	4844725,76	4898348,93	4951917,70	5005439,24	5058727,03	5111975,53	5165189,72	5218374,04	5271331,46
2604502	Chã Grande	550663,43	587285,95	624248,66	660967,69	670583,95	680343,85	689919,99	699474,08	709005,64	718514,27	727999,61	737639,76	747079,99	756496,21
2611408	Primavera	495142,58	527843,92	560570,26	593074,46	601256,42	609382,21	617453,99	625382,46	633351,43	641272,70	649053,48	656788,35	664479,28	672226,40
2605202	Escada	2577451,67	2662559,91	2747485,86	2833329,94	2866679,96	2899757,67	2932742,27	2965641,13	2998461,12	3031208,57	3063889,39	3096321,99	3128694,54	3161202,70