

PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA LITORÂNEA



**PRODUTO 09: PROGRAMA PARA
EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO**

Revisão 1
Julho 2017

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	3
LISTA DE QUADROS.....	4
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	5
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. CRITÉRIOS PARA A PROPOSIÇÃO DE AÇÕES E METAS.....	8
3. DEFINIÇÃO DAS AÇÕES.....	12
3.1. Ações Estruturais para Redução da Carga Doméstica Rural.....	12
3.2. Ações Estruturais para Redução da Carga Doméstica Urbana.....	12
3.3. Ações Não Estruturais	13
4. DEFINIÇÃO DAS METAS.....	15
5. PLANO DE INVESTIMENTOS.....	21
5.1. Estimativa de Custos para Remoção de Carga Doméstica Rural	21
5.2. Estimativa de Custos para Remoção de Carga Doméstica Urbana	21
5.2.1. Antonina.....	23
A. Alternativa Única – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento	23
5.2.2. Guaraqueçaba	24
5.2.3. Guaratuba	24
A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento	24
B. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos	25
5.2.4. Matinhos	26
A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento	26
5.2.5. Morretes.....	28
5.2.6. Paranaguá.....	28
A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento	28
B. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos	33
5.2.7. Pontal do Paraná.....	35
A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento	35
B. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos	36
5.2.8. Resumo dos Custos por Município	37
5.3. Investimentos Assegurados.....	38
6. PROGRAMA PARA A EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO.....	40
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
8. REFERÊNCIAS	42

APÊNDICE I – EMISSÁRIOS PROPOSTOS	43
ANEXO A.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Cargas a Serem Removidas por Origem.....	8
Figura 4.1. Proposta de Enquadramento para Meta de Médio Prazo (2018 a 2025) ...	18
Figura 4.2. Proposta de Enquadramento para Meta de Longo Prazo (2025 a 2035)...	19
Figura 4.3. Proposta de Enquadramento a partir de 2035.....	20
Figura 5.1. Fluxograma de processo proposto para Antonina	23
Figura 5.2. Fluxograma de processo proposto para Guaratuba	25
Figura 5.3. Caminhamento Emissário Guaratuba	26
Figura 5.4. Fluxograma de Processo ETE Matinhos	27
Figura 5.5. Caminhamento Emissário Matinhos.....	28
Figura 5.6. Fluxograma de Processo ETE Nilson Neves.....	29
Figura 5.7. Fluxograma de Processo ETE Samambaia.....	30
Figura 5.8. Fluxograma de Processo ETE Valadares.....	31
Figura 5.9. Fluxograma de Processo ETE Emboguaçu.....	32
Figura 5.10. Fluxograma de Processo ETE Costeira	33
Figura 5.11. Caminhamento Emissário Paranaguá.....	35
Figura 5.12. Fluxograma de Processo ETE Pontal do Paraná	36
Figura 5.13. Caminhamento Emissário Pontal do Paraná.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1– Cargas Domésticas Urbanas a Serem Removidas por Município.....	9
Quadro 2.2– Critérios Propostos para o Programa para Efetivação do Enquadramento 10	
Quadro 2.3 – Municípios e Critérios Propostos	11
Quadro 3.1 – Índice de Fossa Séptica Rural por Município para 2035.....	12
Quadro 3.2 – Índices e Eficiências Necessários por Município para 2035	13
Quadro 4.1 - Metas	15
Quadro 5.1– Custo para fossas sépticas nas zonas rurais	21
Quadro 5.2– Resumo dos Tratamentos Propostos	22
Quadro 5.3– Características EEE Nilson Neves	33
Quadro 5.4– Características EEE Samambaia	34
Quadro 5.5– Características EEE Valadares	34
Quadro 5.6– Características EEE Emboguaçu	34
Quadro 5.7– Resumo dos custos para os Sistemas de Esgotamento Sanitário	38
Quadro 5.8– Resumo dos custos para os Sistemas de Esgotamento Sanitário.....	38
Quadro 6.1– Programa para Efetivação do Enquadramento.....	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEGs	Áreas Estratégicas de Gestão
AGUASPARANÁ	Instituto das Águas do Paraná
APPA	Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina
BHL	Bacia Hidrográfica Litorânea
CNRH	Conselho Nacional dos Recursos Hídricos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	Diâmetro Nominal (mm)
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
EMATER	Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IC	Índice de Coleta
IFS	Índice de Fossa Séptica
IT	Índice de Tratamento
PAC	Programa de Aceleração ao Crescimento
PBH	Plano de Bacia Hidrográfica
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Antonina
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SES	Sistemas de Esgotamento Sanitário

APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao *Produto 09: Programa para Efetivação do Enquadramento*, que visa apresentar o Plano para Efetivação do Enquadramento, etapa integrante da elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea, relativo ao Contrato celebrado entre o AGUASPARANÁ e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE).

O Termo de Referência, parte integrante do contrato, estabelece os seguintes produtos a serem desenvolvidos:

- *Produto 00: Plano de Trabalho Revisado;*
- *Produto 01: Caracterização Geral;*
- *Produto 02: Disponibilidades Hídricas e Definição das AEGs;*
- *Produto 03: Demandas;*
- *Produto 04: Balanço Hídrico Superficial e Subterrâneo;*
- *Produto 05: Diagnóstico do Uso e Ocupação do Solo;*
- *Produto 06: Eventos Críticos;*
- *Produto 07: Cenários;*
- *Produto 08: Proposta de Enquadramento;*
- *Produto 09: Programa para Efetivação do Enquadramento;*
- *Produto 10: Rede de Monitoramento;*
- *Produto 11: Prioridades para Outorga;*
- *Produto 12: Diretrizes Institucionais;*
- *Produto 13: Indicadores de Avaliação do Plano de Bacia;*
- *Produto 14: Análise da Transposição Capivari – Cachoeira;*
- *Produto 15: Cobrança pelo Direito de Uso;*
- *Produto 16: Programa de Intervenções;*
- *Relatório sobre a Consulta Pública;*
- *Relatório Final;*
- *Relatório Executivo.*

O Programa para Efetivação do Enquadramento tem o intuito de apresentar as medidas a serem adotadas ao longo dos anos para que se possa reduzir a carga poluidora na BHL de forma a atender o enquadramento proposto no *P08: Proposta de Enquadramento*.

1. INTRODUÇÃO

O Relatório *P09: Programa de Efetivação do Enquadramento – Revisão 01* apresenta metas e ações capazes de contribuir para o alcance do enquadramento pretendido no horizonte de planejamento da PBH Litorânea.

De acordo com a Resolução CNRH 91/2008 que dispõe sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, o programa para efetivação do enquadramento deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso que o compreendam. Dessa forma, na elaboração desse produto a Consultora buscou atender aos itens previstos na legislação e de forma complementar, as considerações da CTINS.

Para fins de enquadramento, o valor da carga a ser reduzida pode ser trabalhado sobre uma única fonte de poluição ou mais de uma, desde que haja a redução de cargas. Pelas características da Bacia Litorânea, onde se encontram grandes áreas destinadas à conservação e preservação, as cargas poluidoras de maior destaque são as de origem doméstica, as quais estão concentradas nos centros urbanos. Essas cargas, além de muito concentradas em regiões específicas, se localizam na região mais próxima ao mar, onde há poucos rios com altas disponibilidades para diluição, o que dificulta ainda mais a disposição adequada de efluentes. Dessa forma, o presente Plano para Efetivação teve seu desenvolvimento focado em ações para resolver a questão da carga doméstica urbana, analisada na vazão de referência $Q_{50\%}$, conforme enquadramento proposto no *Produto 08*.

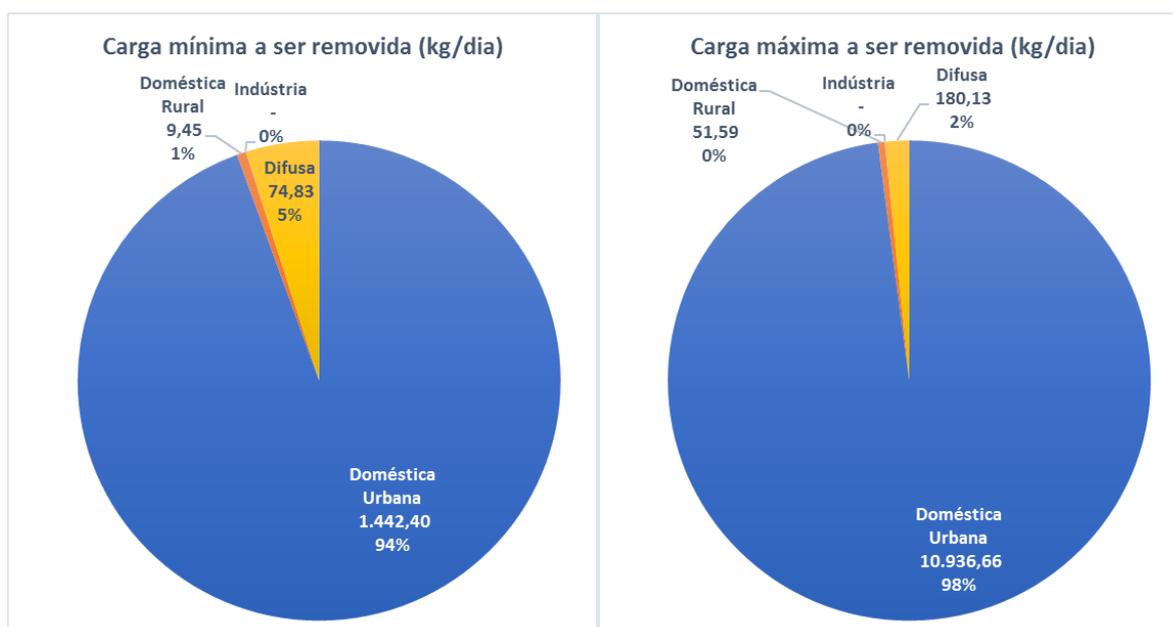
Uma vez que no presente Plano, trabalhou-se com o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), a mesma foi adotada para a quantificação da carga a ser reduzida e será o parâmetro base para o acompanhamento da efetivação do enquadramento. Cabe lembrar, que ao se aprovar um enquadramento, o rio precisa atender à série de parâmetros físicos, químicos e biológicos associados à cada classe de qualidade da Resolução CONAMA 357/05.

2. CRITÉRIOS PARA A PROPOSIÇÃO DE AÇÕES E METAS

Após as etapas de diagnóstico e prognóstico foi possível observar as características da bacia que mais precisam de atenção no que se refere às cargas poluidoras geradas. A partir dessa análise, é possível então elencar intervenções necessárias e cabíveis para a melhoria da qualidade da água, de forma que o enquadramento proposto para a bacia seja coerente com os usos dos corpos hídricos.

Como ponto de partida, a partir das cargas a serem removidas apresentadas no *P08: Proposta de Enquadramento* e com o modelo matemático, dividiu-se as mesmas por setor: doméstica urbana, doméstica rural, indústria e difusa, que por sua vez engloba o uso do solo e a pecuária. O objetivo da subdivisão é mensurar o impacto de cada fonte e consequentemente quais as ações a serem realizadas. Tal análise é apresentada na Figura 2.1, onde nota-se a protuberância das cargas oriundas dos efluentes domésticos urbanos, indicando claramente que o foco das ações de redução de carga precisa ser sobre as mesmas.

Figura 2.1. Cargas a Serem Removidas por Origem



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Uma vez que os serviços de coleta e tratamento de efluentes são de responsabilidade dos municípios, apresenta-se no Quadro 2.1 as cargas domésticas urbanas que precisam ser removidas por unidade administrativa. O município, com sede na bacia, com situação mais confortável é Morretes, em contrapartida, está Paranaguá, com cerca de 78% da carga total doméstica urbana a ser removida.

Quadro 2.1– Cargas Domésticas Urbanas a Serem Removidas por Município

Município	Carga mínima a ser removida (kg/dia)	Carga máxima a ser removida (kg/dia)
Antonina	106,21	992,29
Campina Grande do Sul	-	-
Campo Alegre	-	-
Garuva	-	38,10
Guaraqueçaba	0,28	0,11
Guaratuba	53,67	242,31
Itapoá	-	-
Matinhos	37,35	382,80
Morretes	-	1,53
Paranaguá	1.244,88	8.504,24
Piraquara	-	-
Pontal do Paraná	-	775,28
Quatro Barras	-	-
São José dos Pinhais	-	-
Tijucas do Sul	-	-
Total Geral	1.442,40	10.936,66

FONTE: Elaborado pela Consultora.

A atividade industrial, bastante baixa na região, conforme já comentado durante a elaboração dos outros produtos do Plano de Bacia, não apresenta a necessidade de remoção de cargas dentro dos cenários analisados.

A carga oriunda da poluição difusa na bacia é pequena, comparada à gerada pela população, sendo que a maior parte está associada à pecuária. Apesar disso, acredita-se que a longo prazo seja interessante que ações sejam realizadas para conscientização quanto à importância do cuidado com a água nessas regiões.

A carga a ser removida cuja fonte é a população rural tem uma parcela pouco significativa no total da bacia, contudo é interessante que se invista em infraestrutura para redução dessa carga. Visto que além da melhoria da qualidade da água nessas regiões, tal ação previne problemas ligados à saúde e qualidade de vida dessa população.

De forma complementar à análise das cargas por setor, foram selecionados alguns critérios para caracterizar os municípios e servir como ponto de partida para o Programa para Efetivação do Enquadramento. No Quadro 2.2 são apresentados os critérios propostos para o estudo juntamente com a descrição dos mesmos.

Quadro 2.2– Critérios Propostos para o Programa para Efetivação do Enquadramento

Critério		Descrição
1	Possui corpos hídricos que precisam de redução de cargas nos cenários trabalhados	Compreendem os municípios que necessitam de redução de carga de DBO de acordo com a modelagem matemática
2	Não possui IC ou IT;	Compreendem os municípios que não possuem índice de coleta e/ou índice de tratamento de efluentes domésticos urbanos
3	Possui investimentos assegurados em esgotamento sanitário (recursos do PAC e/ou FUNASA)	Compreendem os municípios com investimentos identificados de acordo com as informações disponíveis no site do PAC para o tema de esgotamento sanitário e no site da FUNASA
4	Possui Planejamento no PMSB	Compreendem os municípios com planejamento em infraestrutura de esgotamento sanitário previsto no PMSB
6	Possui unidade de conservação de proteção integral com necessidade de remoção de cargas nos cenários trabalhados	Compreendem municípios que possuem unidade de conservação de proteção integral em sua área de abrangência com a Classe Especial sendo violada na modelagem matemática dos cenários trabalhados
7	Possui área indígena com necessidade de remoção de cargas nos cenários trabalhados	Compreendem municípios que possuem áreas indígenas em sua área de abrangência com a Classe 1 sendo violada na modelagem matemática dos cenários trabalhados
8	Possui área de manancial com necessidade de remoção de cargas nos cenários trabalhados	Compreendem municípios cujas áreas de mananciais ultrapassa a concentração da Classe 1 na modelagem matemática dos cenários trabalhados
9	Qual a prestadora de serviços de esgoto (SANEPAR, SAAE)	Identifica o atendimento do município quanto à prestadora de água e esgoto (SANEPAR, SAAE ou Prefeitura)

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Através da associação entre esses critérios que o Programa para a Efetivação do Enquadramento foi estabelecido. Os critérios 1, 2, 3, 4 e 5 receberam maior destaque na análise, pelo fato de a maior parte da carga poluente da bacia ser de origem doméstica. Além disso, é possível fazer uma associação direta entre os municípios que necessitam de intervenções para que se atinja a efetivação do enquadramento proposto e os municípios que possuem recursos assegurados para serviços de esgotamento sanitário. O Quadro 2.3 traz esses critérios compilados por município da bacia, a partir do qual, se conclui que Antonina é um dos municípios mais críticos pelo fato de não possuir índice de coleta de esgoto doméstico, Plano Municipal de Saneamento Básico, investimentos previstos nessa questão e ainda precisar remover carga em área de manancial.

Quadro 2.3 – Municípios e Critérios Propostos

Município	Possui corpos hídricos que precisam de redução de cargas nos cenários trabalhados	Possui IC ou IT	Possui investimentos assegurados em esgotamento sanitário (recursos do PAC e/ou FUNASA)	Possui Planejamento no PMSB	Possui unidade de conservação de proteção integral que precisa de redução de carga	Possui área indígena que precisa de redução de carga	Possui área de manancial com necessidade de remoção de cargas nos cenários trabalhados	Qual a prestadora de serviços de esgoto (SANEPAR, SAAE)
Antonina	Sim	Não	Não	Não*	Não	Não	Sim	SAMAE
Guaraqueçaba	Sim	Sim	Não	Não*	Não	Não	Não	SANEPAR
Guaratuba	Sim	Sim	Não	Não*	Sim	Não	Não	SANEPAR
Matinhos	Sim	Sim	PAC	Não	Sim	Não	Sim	SANEPAR
Morretes	Sim	Sim	Não	Não*	Não	Não	Sim**	SANEPAR
Paranaguá	Sim	Sim	PAC	Sim	Não	Não	Não	Paranaguá Saneamento
Pontal do Paraná	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	SANEPAR

* Não possui ou não foi disponibilizado o PMSB.

** Captação de Paranaguá, mas no limite de Morretes.

FONTE: Elaborado pela Consultora

3. DEFINIÇÃO DAS AÇÕES

O horizonte do plano a ser trabalhado para que o enquadramento proposto no *Produto 08 Proposta de Enquadramento* (a ser aprovado) seja alcançado é o ano de 2035, conforme previsto pelo Termo de Referência. Esse horizonte pode ser dividido em médio e longo prazo, para que objetivos, ações, metas e enquadramentos sejam definidos para cada prazo e assim se consiga planejar etapa a etapa, quais os possíveis ajustes a serem realizados. Dessa forma adotou-se o ano de 2025 como médio prazo e 2035 como longo prazo.

As ações previstas podem ser divididas em estruturais e não estruturais, no caso da BHL, as principais ações são as estruturais voltadas à coleta, transporte e tratamento de efluentes domésticos.

3.1. Ações Estruturais para Redução da Carga Doméstica Rural

Para a redução da carga doméstica rural é necessário o aumento do acesso à fossa séptica nessas regiões. Para tanto, foram realizadas simulações para identificar qual o índice de fossa séptica necessário por município para que as concentrações dos corpos hídricos ficassem compatíveis com as classes propostas no *Produto 08: Proposta de Enquadramento*. O Quadro 3.1 apresenta os índices necessários, cabe lembrar que nessas simulações, considerou-se uma eficiência de 30% nesse sistema de tratamento. Apenas os municípios de Guaratuba e Morretes ficaram com índice igual à meta do Plansab, 75%, para 2033 no pior cenário.

Quadro 3.1 – Índice de Fossa Séptica Rural por Município para 2035

Município	% IFS
Antonina	55
Guaraqueçaba	55
Guaratuba	65
Matinhos	65
Morretes	75
Paranaguá	55
Pontal do Paraná	55

FONTE: Elaborado pela Consultora.

3.2. Ações Estruturais para Redução da Carga Doméstica Urbana

Para redução da carga doméstica urbana procurou-se propor soluções de tratamento e disposição dos efluentes domésticos. Para tanto, foram realizadas simulações

considerando aumento dos índices de coleta e tratamento e aumento de eficiência nas estações de tratamento de efluentes dos municípios com sede na bacia. Tais considerações foram sendo combinadas para que no final todos os municípios conseguissem remover a carga excedente para o atendimento do enquadramento. Como resultado têm-se o Quadro 3.2. A partir do mesmo, buscou-se estabelecer quais obras precisariam ser realizadas para que se chegasse nessas eficiências com esses índices. As alternativas de tratamento propostas, juntamente com os custos estimados estão apresentados no *Item 5.2 Estimativa de Custos para Remoção de Carga Doméstica Urbana*.

Quadro 3.2 – Índices e Eficiências Necessários por Município para 2035

Município	% ICT	Concentração de Lançamento (mg DBO/L)	Eficiência associada (%)
Antonina	90	10	97
Guaraqueçaba	92*	50	Atual
Guaratuba	90	10	97
Matinhos	90	10	97
Morretes	65	90	Atual
Paranaguá	97	10	97
Pontal do Paraná	75	10	97

* Índice atual

FONTE: Elaborado pela Consultora.

3.3. Ações Não Estruturais

Além das ações estruturais que estão diretamente ligadas à redução de cargas e melhoria da qualidade da água na bacia, outras ações são essenciais para a efetivação do enquadramento, por influenciarem a gestão de recursos hídricos na bacia como um todo, as mesmas serão detalhadas no *Produto 16: Programa de Intervenções*. Dessas podem-se destacar as ligadas à reestruturação e atualização dos sistemas de emissão de outorgas, educação ambiental e operacionalização do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Além dessas, cabe no presente relatório listar e associar às metas do Programa para Efetivação as seguintes ações não estruturais:

- Identificação, por meio do cadastro de outorgas, dos usuários de água com finalidade agropecuária para sensibilização e mobilização dos mesmos quanto à importância da água;

- Mobilização das instituições gestoras, Comitês, ONG's e universidades para estudos cooperativos para compreensão da influência marinha nos rios sujeitos à mesma;
- Mobilização das instituições gestoras, Comitês, ONG's e universidades para estudos de técnicas alternativas de melhoria da qualidade da água aplicados aos canais de drenagem; e
- Início do planejamento para monitoramento e acompanhamento dos indicadores de efetivação do Enquadramento.

4. DEFINIÇÃO DAS METAS

A definição de metas é importante para a efetivação do enquadramento uma vez que são necessárias muitas ações de diferentes setores para que o mesmo seja viabilizado. Sendo assim, a elaboração das metas para o Programa para Efetivação da BHL foi estabelecida de acordo com a articulação dos critérios definidos no item anterior. Para cada meta definiu-se um conjunto de ações para que a mesma fosse alcançada, sendo que, ao longo da implementação das mesmas, essas ações podem ser ajustadas.

O Quadro 4.1 apresenta as metas a serem alcançadas no decorrer do plano, bem como as ações propostas para que o enquadramento seja atendido.

Quadro 4.1 - Metas

	Período	Objetivo	Ações
Meta Intermediária 1	2018 a 2025	Viabilizar o enquadramento em todos os municípios com sede na BHL	<p>Dar início ao alcance da cobertura de coleta, transporte e tratamento de esgoto urbano nos municípios que possuem recursos assegurados pelo PAC e FUNASA</p> <p>Viabilizar a coleta e o tratamento de esgoto urbano nos municípios que não possuem recursos assegurados</p> <p>Prospectar recursos para construção de fossa séptica nas áreas rurais da bacia</p> <p>Identificar, por meio do cadastro de outorgas, usuários de água com finalidade agropecuária para sensibilização e mobilização dos mesmos quanto à importância da água</p> <p>Mobilizar instituições gestoras, Comitês, ONG's e universidades para iniciar estudos para compreensão da influência marinha nos rios sujeitos à mesma</p> <p>Mobilizar instituições gestoras, Comitês, ONG's e universidades para estudos de técnicas alternativas de melhoria da qualidade da água aplicados aos canais de drenagem</p> <p>Iniciar planejamento para monitoramento e acompanhamento dos indicadores de efetivação do Enquadramento</p>

	Período	Objetivo	Ações
Meta Intermediária 2	2025 a 2035	Consolidar o enquadramento em todos os municípios com sede na BHL	Consolidar o alcance da cobertura de coleta e tratamento de esgoto e à eficiência dos sistemas de tratamento de esgoto previstos nos municípios
			Proporcionar a fossa séptica como meio de tratamento de efluentes domésticos para 55% da população rural
			Mobilizar usuários agropecuários com universidades, EMATER e centros de pesquisas para avaliarem a adoção de melhores práticas de manejo.
			Adoção da influência marinha na avaliação qualitativos da Bacia e a relação da mesma com os instrumentos de gestão
			Adoção de medidas para melhoria da qualidade da água nos canais de drenagem
			Iniciar o acompanhamento do Programa para Efetivação por meio do monitoramento do parâmetro DBO e atendimento às classes propostas para o período
			Avaliação do cumprimento das ações propostas para o período e readequação das metas e ações, caso necessário
Meta Final	A partir de 2035	Atender ao enquadramento proposto no <i>Produto 08</i>	Avaliação do cumprimento das ações propostas para o período de planejamento e readequação das metas e ações, caso necessário

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Dessa forma, caso os investimentos necessários sejam realizados, no ano de 2035 todos os municípios da Bacia teriam coleta e tratamento de efluentes urbanos para no mínimo 90% da população. Sendo que a população será incremental para as cidades que já possuem tratamento de esgoto e para as cidades que não têm tratamento será considerado o contingente populacional correspondente ao índice de cobertura proposto.

A partir dos critérios e das ações, associou-se a cada meta uma porcentagem de redução a ser alcançada:

- Meta Intermediária 1: 10% de redução da carga remanescente de DBO
- Meta Intermediária 2: 90% de redução da carga remanescente de DBO

Uma vez que a maior fonte de origem de DBO é o efluente doméstico e resolver essa questão envolve ações que necessitam de altos valores monetários, decidiu-se adotar como medida conservadora uma baixa redução de cargas inicial. Deixando a maior porcentagem de redução para a Meta Intermediária 2.

A Figura 4.1 apresenta a proposta de enquadramento para a Meta de Médio Prazo (2018 a 2025), que é a situação atual no período seco (piores condições) estimada para a Bacia. A Figura 4.2 para a meta de Longo Prazo (2025 a 2035), considerando a pior situação (população máxima) e a

Figura 4.3 para o enquadramento a ser seguido a partir de então (proposto no *Produto 08*, a ser aprovado). Cabe destacar que nos trechos que cruzam áreas urbanas e/ou que recebem lançamentos de efluentes, a vazão de referência é a $Q_{50\%}$, nos demais trechos é a $Q_{95\%}$.

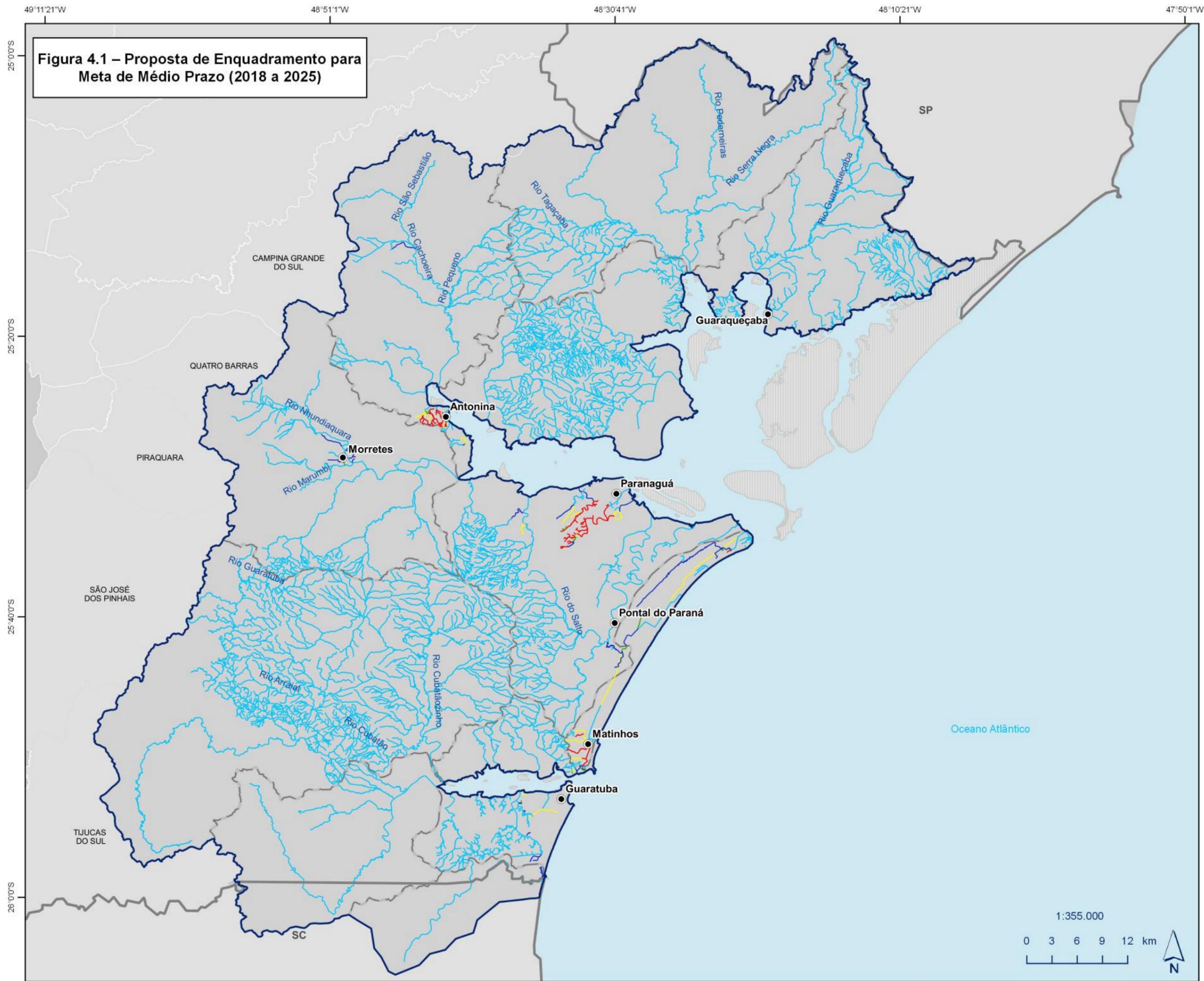


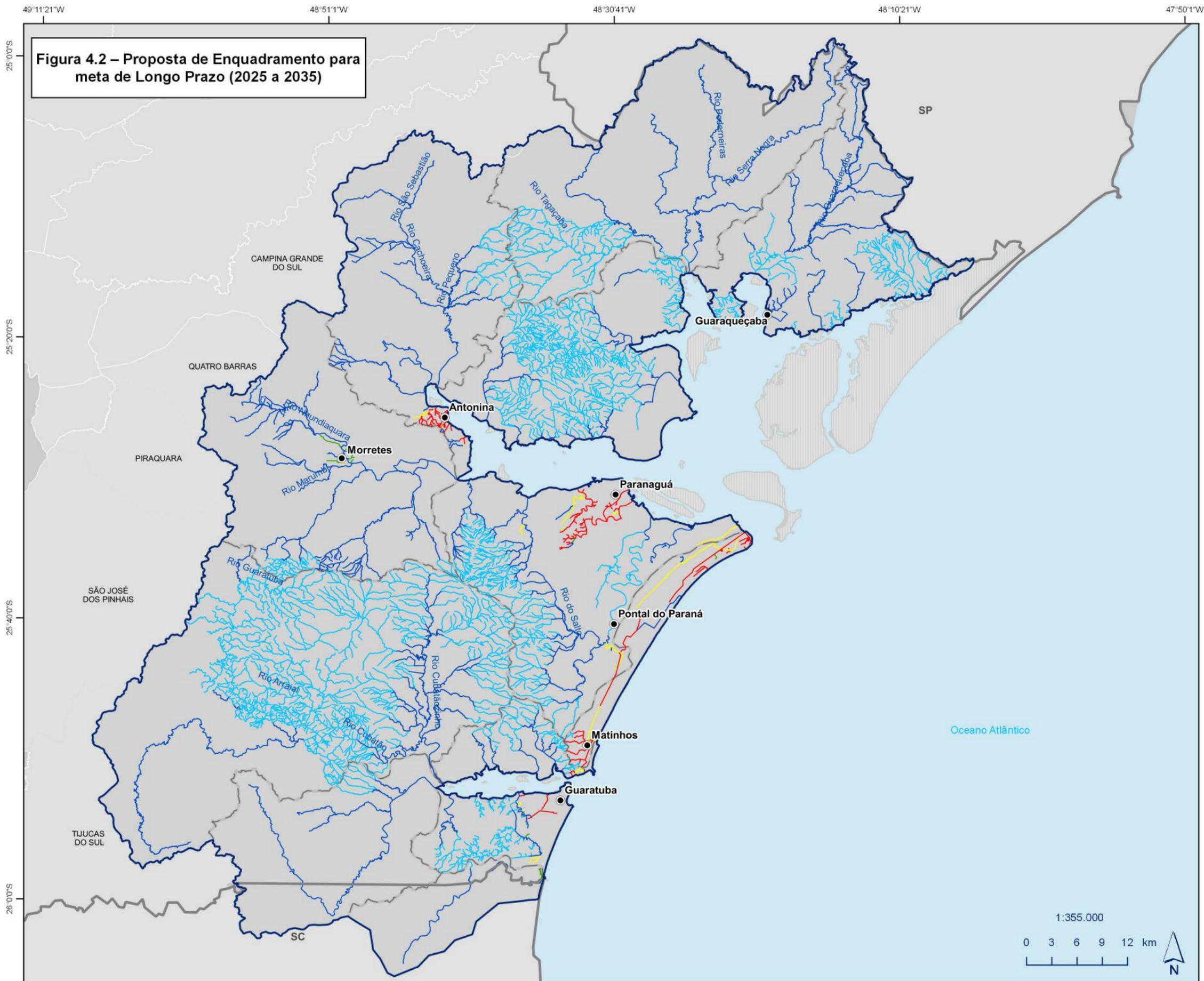
Figura 4.1 – Proposta de Enquadramento para Meta de Médio Prazo (2018 a 2025)

- Legenda**
- Classe de Enquadramento**
- Classe Especial
 - Classe 1
 - Classe 2
 - Classe 3
 - Classe 4

Fonte: Elaboração Própria (2018).

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
 - Limites Estaduais
 - Limite Municipal
 - Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
 - Áreas Estratégicas de Gestão (AEGs)
 - Ilhas
- Datum: SIRGAS 2000.





Legenda

Classe de Enquadramento

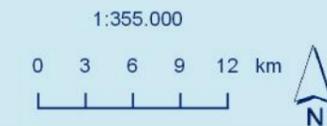
- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Fonte: Elaboração Própria (2018).

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Áreas Estratégicas de Gestão (AEGs)
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



5. PLANO DE INVESTIMENTOS

O plano de investimentos será elaborado com base na estimativa de custos para remoção de carga na BHL e nos investimentos em saneamento previstos para os municípios da bacia. Com base nessas informações será possível estimar como esses investimentos serão realizados de acordo as metas intermediárias definidas, o *déficit* existente e as possíveis fontes de investimento para alcance das ações planejadas.

5.1. Estimativa de Custos para Remoção de Carga Doméstica Rural

Como base para a estimativa de custos de implantação de fossas sépticas considerou-se que em cada domicílio rural reside em média 5 pessoas, conforme o Plano Nacional de Saneamento Rural (FUNASA, 2016). De forma complementar, o custo para construção de fossa séptica para cada um desses domicílios é estimado em R\$ 1.400,00 (COSTA & GUILHOTO, 2014). Com isso, chegou-se aos valores descritos no Quadro 5.1.

Quadro 5.1– Custo para fossas sépticas nas zonas rurais

Município	Investimento Mínimo (R\$)	Investimento Máximo (R\$)
Antonina	-	1.979,11
Guaraqueçaba	-	-
Guaratuba	45.537,65	176.118,58
Matinhos	1.996,40	20.848,47
Morretes	1.441,82	66.085,84
Paranaguá	-	2.485,86
Pontal do Paraná	-	-
Total	48.975,87	267.517,86

FONTE: Elaborado pela Consultora.

5.2. Estimativa de Custos para Remoção de Carga Doméstica Urbana

Nesse item serão propostas medidas para estimativa de custos de remoção de cargas oriundas do efluente doméstico. Foi realizada a proposição de soluções para os Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) para os municípios com sede na bacia através de duas abordagens principais: (i) identificação/verificação do planejamento existente do SES; e, (ii) proposição de alternativas para adequação do SES.

Do ponto de vista da primeira abordagem, que envolve a apreciação do planejamento existente, o primeiro passo foi a identificação de obras já programadas e em andamento, projetos e estudos de novos sistemas ou ampliações de sistemas existentes, a partir da consulta às informações recebidas das prestadoras de serviços, aos Planos Municipais

de Saneamento Básico e pesquisa em sites de órgãos que poderiam dispor de informações sobre sistemas de esgotamento sanitário, como o Ministério das Cidades e a FUNASA.

A metodologia de estimativa de custo adotada foi a mesma proposta no Atlas Esgotos (ANA, 2017). O detalhamento da metodologia está apresentado no *Anexo A*.

O Quadro 5.2 apresenta um resumo dos tratamentos propostos, juntamente com as eficiências e custos médios.

Quadro 5.2– Resumo dos Tratamentos Propostos

TRATAMENTO	Eficiência Média – DBO (%)	Custo Médio <i>per capita</i> (R\$/hab.)
Lagoa facultativa + Lagoa de maturação	80	166
Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	75	166
Reator anaeróbio	65	229
UASB + Filtro biológico + Decantador	78	308
UASB + Filtro biológico sem decantador	77	288
UASB + Lodos ativados	85	294
Lodos ativados	85	296
Lodos ativados + Coagulação + Filtração	90	385

FONTE: Adaptado de ANA (2017).

As intervenções propostas para os municípios com sede na BHL consideraram as condições de diluição definidas pelas condições locais e conforme orientação das leis ambientais, após cotejo entre a vazão do corpo receptor, a vazão do efluente tratado e a classe proposta para o corpo receptor.

Em função disso, foram propostas condições diferenciadas de lançamento, com a finalidade de, ao mesmo tempo, permitir a ampliação da eficiência dos sistemas de tratamento de esgoto ou a proposição de emissários submarinos para disposições oceânicas, quando coube.

Assim procedendo, o sistema de esgoto, de forma global, terá melhores condições de ser viabilizado, e se poderá ter uma condição técnica operacional mais compatível com a realidade local e com menores custos.

Os itens a seguir fazem a comparação das estimativas dos custos de implantação das duas alternativas estudadas, com base na metodologia apresentada no *Anexo A*, com metas de se obter efluentes com diferentes valores de concentração de saída de DBO.

5.2.1. Antonina

Considerando que Antonina possui atualmente o índice de rede coletora de esgoto (IARCE) igual 0%, o custo de implantação destas unidades (coleta e transporte de esgoto), visando atingir o IARCE de 90%, será de aproximadamente R\$ 17.100.000,00 se considerada a projeção populacional mínima (2035), e aproximadamente R\$ 28.700.000,00 para a projeção máxima (2035). Esses valores são independentes da alternativa abaixo descrita para a solução de tratamento do esgoto coletado.

A. Alternativa Única – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma única nova ETE com capacidade de 40 L/s, para atender o município de Antonina, e será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

Sistema Secundário

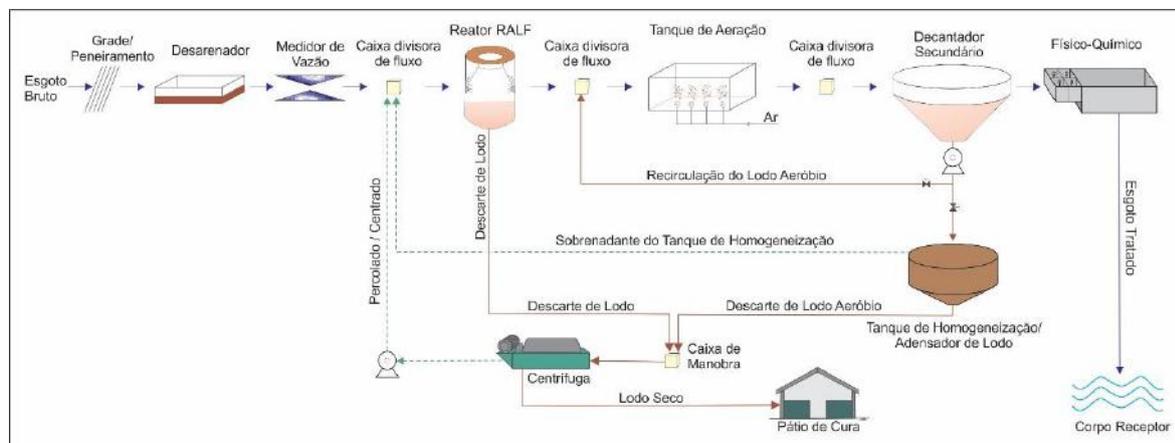
- Reatores Aeróbios – Lodos Ativados;
- Decantadores secundários;
- Elevatória de recirculação de efluente;
- Desaguamento do lodo em decanter centrífugo.

Sistema Terciário

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 7.300.000,00. A Figura 5.1 a seguir apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.1. Fluxograma de processo proposto para Antonina



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será disposto no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento com lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

5.2.2. Guaraqueçaba

De acordo com a modelagem das cargas orgânicas e disponibilidades hídricas para diluição dos efluentes domésticos, o sistema atual é suficiente para atendimento até fim de plano (2035).

5.2.3. Guaratuba

A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento

Na proposição preliminar foi considerada a ETE atual com capacidade total de tratamento de 210 L/s, considerando a desativação do atual sistema de pós-tratamento (lagoas de polimento) e manutenção do atual sistema primário. Foi sugerido um novo sistema pós-RALFs (secundário e terciário). A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário – Unidades Existentes

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

Sistema Secundário – Novas Unidades

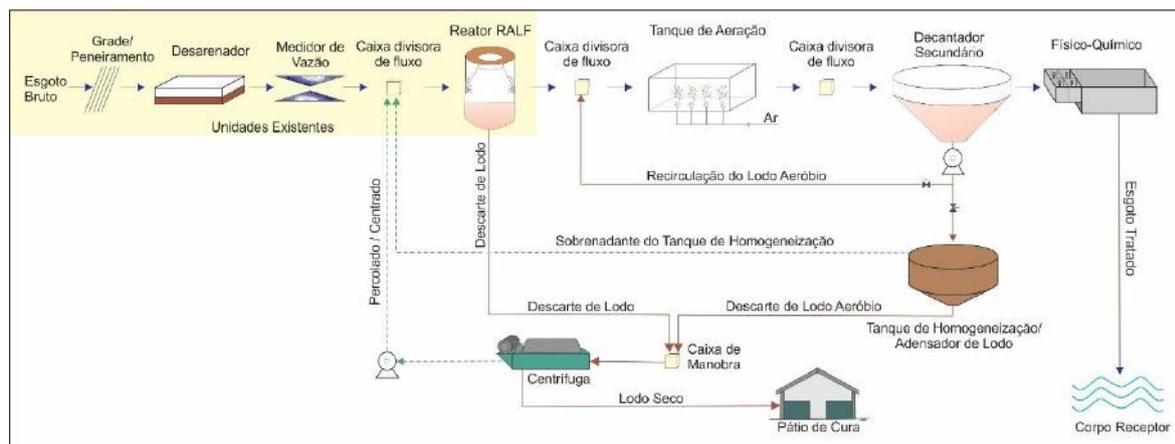
- Reatores Aeróbios – Lodos Ativados;
- Decantadores secundários;
- Elevatória de recirculação de efluente;
- Desaguamento do lodo em decanter centrífugo.

Sistema Terciário – Novas Unidades

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 12.800.000,00. A Figura 5.2 apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.2. Fluxograma de processo proposto para Guaratuba



FONTE: Elaborado pela Consultora

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

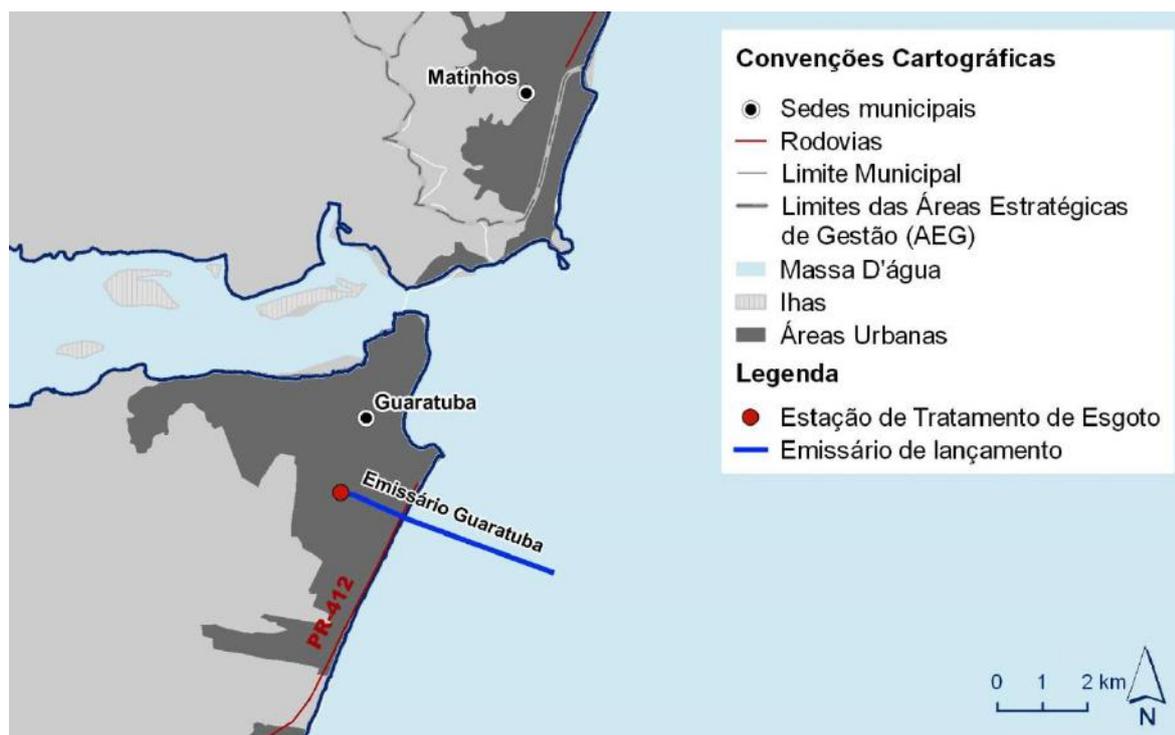
B. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos

Nessa proposição preliminar, se faz necessária a manutenção do atual sistema de tratamento, podendo-se ou não desativar a atual lagoa de polimento. O sistema de disposição oceânica através de Emissário Submarino de Esgotos com aproximadamente 4,1 km com DN 500, sendo destes 3,0 km implantados no oceano.

Cabe lembrar que esta é uma estimativa preliminar, sabendo-se que para uma análise mais completa desta solução serão necessários diversos estudos complementares, os quais podem resultar em uma diminuição ou aumento da extensão desta unidade.

O custo aproximado de implantação do emissário submarino proposto é de R\$ 29.300.000,00. A Figura 5.3 a seguir apresenta a localização e caminhamento deste emissário proposto.

Figura 5.3. Caminhamento Emissário Guaratuba



FONTE: Elaborado pela Consultora.

5.2.4. Matinhos

A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 210 L/s, o que acarretaria numa ampliação de 105 L/s ao atual sistema de tratamento.

Foi considerando desativação do atual sistema de pós-tratamento (Flotação), e ampliação da capacidade dos atuais reatores anaeróbios, sendo que o sistema de entrada poderá ser igualmente duplicado. Foi sugerido um novo sistema secundário e terciário. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário – Unidades Existentes + Novas Unidades

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

Sistema Secundário – Novas Unidades

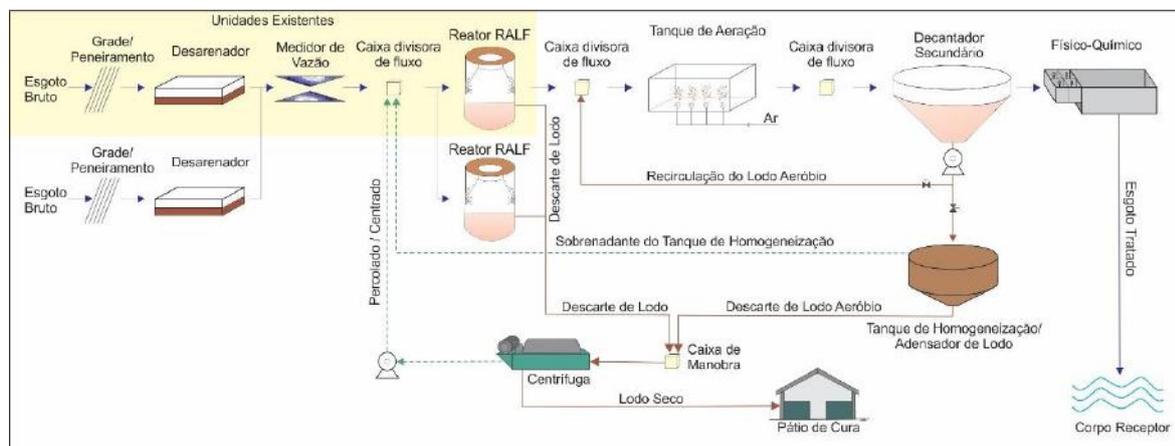
- Reatores Aeróbios – Lodos Ativados;
- Decantadores secundários;
- Elevatória de recirculação de efluente;
- Desaguamento do lodo em decanter centrífugo.

Sistema Terciário – Novas Unidades

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 33.500.000,00. A Figura 5.4 apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.4. Fluxograma de Processo ETE Matinhos



FONTE: Elaborado pela Consultora.

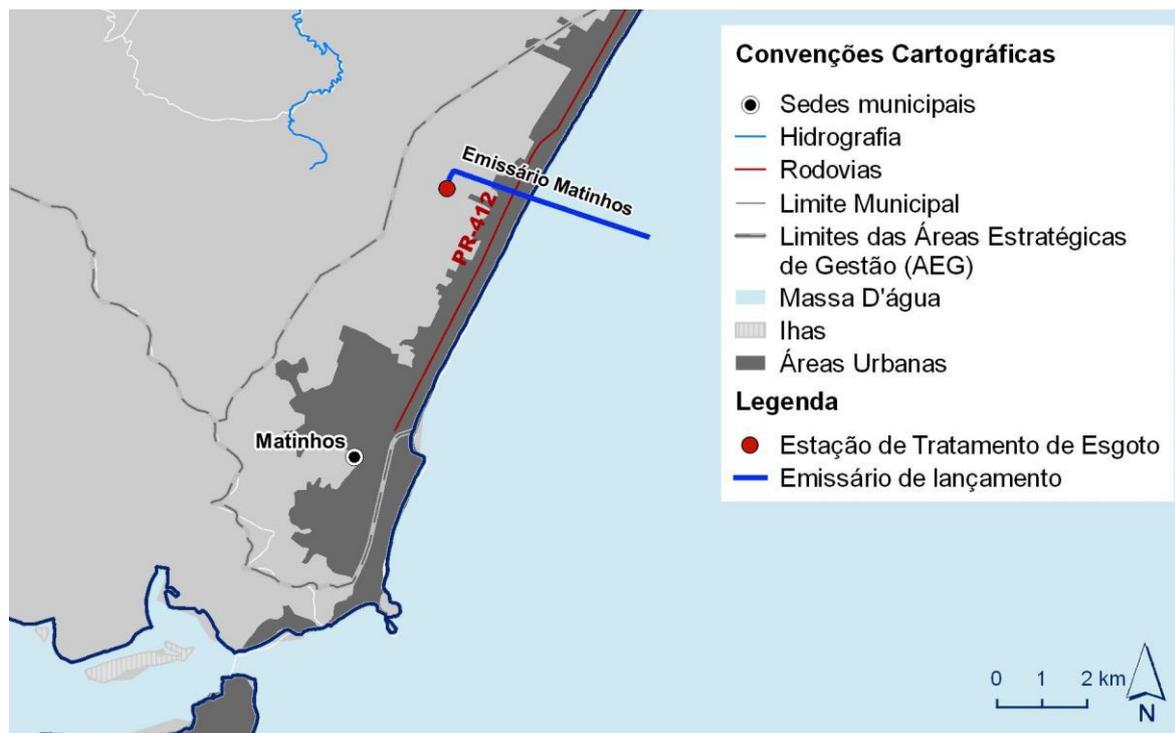
O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

A. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos

Nessa proposição preliminar, se faz necessária a manutenção do atual sistema de tratamento. O emissário submarino de esgotos com aproximadamente 4,5 km com DN 500, sendo destes 3,0 km no oceano.

Cabe lembrar que esta é uma estimativa preliminar, sabendo-se que para uma análise mais completa desta solução serão necessários diversos estudos complementares, os quais podem resultar em uma diminuição ou aumento da extensão desta unidade. O custo aproximado de implantação do emissário proposto é de R\$ 32.100.000,00. A Figura 5.5 apresenta a localização e caminhamento deste emissário proposto.

Figura 5.5. Caminhamento Emissário Matinhos



FONTE: Elaborado pela Consultora.

5.2.5. Morretes

Para as estimativas realizadas, o sistema atual é suficiente para atendimento até fim de plano.

5.2.6. Paranaguá

Considerando que Paranaguá possui atualmente o índice de rede coletora de esgoto (IARCE) igual 90%, o custo de implantação destas unidades (coleta e transporte), visando atingir o IARCE de 97%, será de aproximadamente R\$ 11.500.00,00 se considerada a projeção populacional mínima, e aproximadamente R\$ 18.100.000,00 para a projeção máxima. Esses valores são independentes das alternativas abaixo descritas para a solução de tratamento do esgoto coletado.

A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento

a.1 Sistema Nilson Neves (Paranaguá 1)

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 100 L/s, considerando a desativação do atual sistema implantado. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

Sistema Secundário

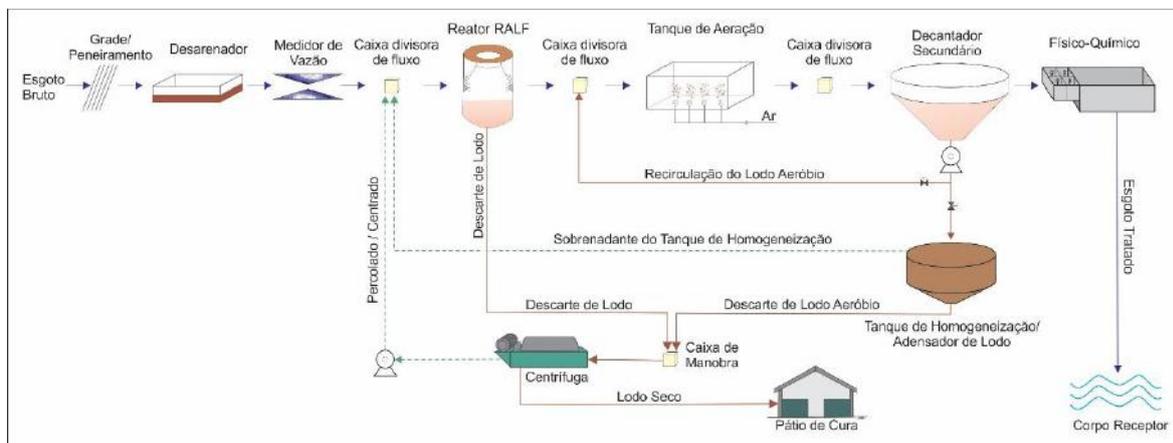
- Reatores Aeróbios – Lodos Ativados;
- Decantadores secundários;
- Elevatória de recirculação de efluente;
- Desaguamento do lodo em decanter centrífugo.

Sistema Terciário

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 18.850.000. A Figura 5.6 apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.6. Fluxograma de Processo ETE Nilson Neves



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

a.2 Sistema Samambaia (Paranaquá 02)

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 100 L/s, considerando a desativação do atual sistema implantado. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

Sistema Secundário

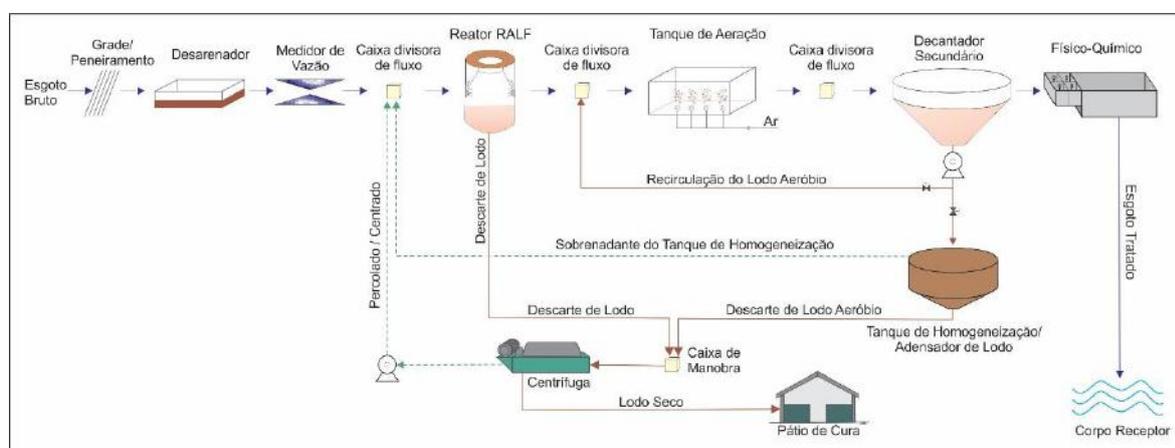
- Reatores Aeróbios – Lodos Ativados;
- Decantadores secundários;
- Elevatória de recirculação de efluente;
- Desaguamento do lodo em decanter centrífugo.

Sistema Terciário

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 18.850.000. A Figura 5.7 a seguir apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.7. Fluxograma de Processo ETE Samambaia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

a.3 Sistema Valadares (Paranaquá 03)

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 100 L/s, considerando a desativação do atual sistema implantado. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

Sistema Secundário

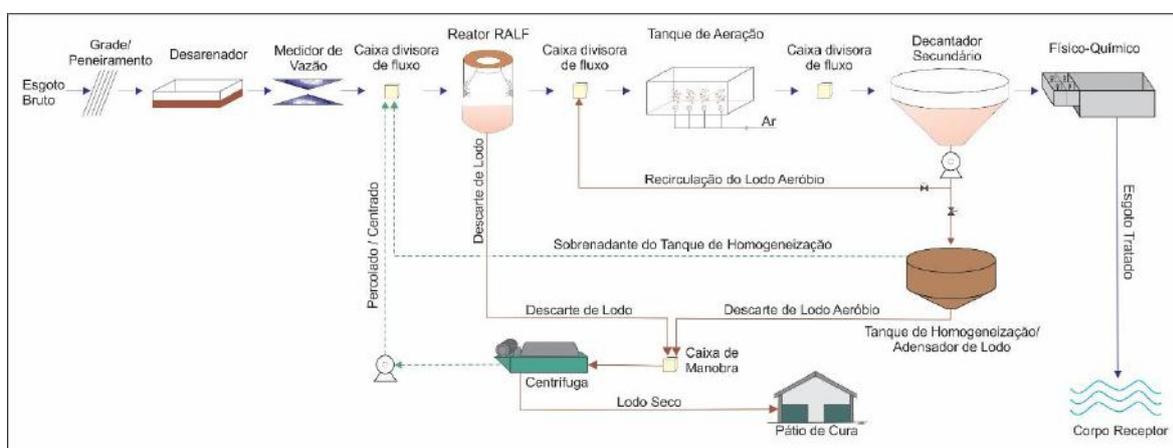
- Reatores Aeróbios – Lodos Ativados;
- Decantadores secundários;
- Elevatória de recirculação de efluente;
- Desaguamento do lodo em decanter centrífugo.

Sistema Terciário

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 18.850.000. A Figura 5.8 apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.8. Fluxograma de Processo ETE Valadares



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, que possui vazão onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

a.4 Sistema Emboquaçu (Paranaquá 04)

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 110 L/s, considerando a manutenção da atual sistema de tratamento e implantado um sistema terciário após os decantadores existentes. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário - Existente

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

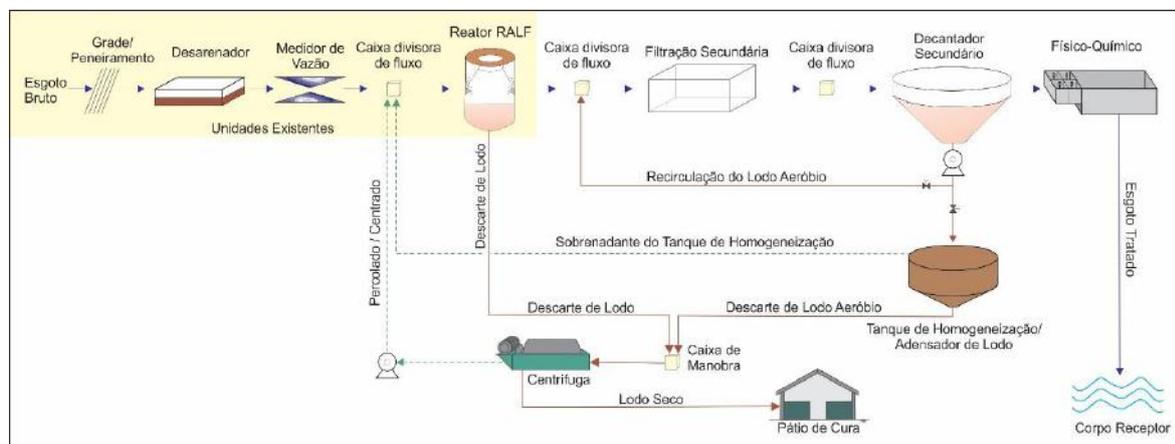
Sistema Secundário - Existente

Sistema Terciário - Novas unidades

- Tratamento Físico-Químico

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 2.950.000,00. A Figura 5.9a seguir apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.9. Fluxograma de Processo ETE Emboguaçu



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

a.5 Sistema Costeira (Paranaquá 05)

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 110 L/s, considerando a manutenção do atual sistema de tratamento e implantado um sistema terciário após os decantadores existentes. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário - Existente

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB;

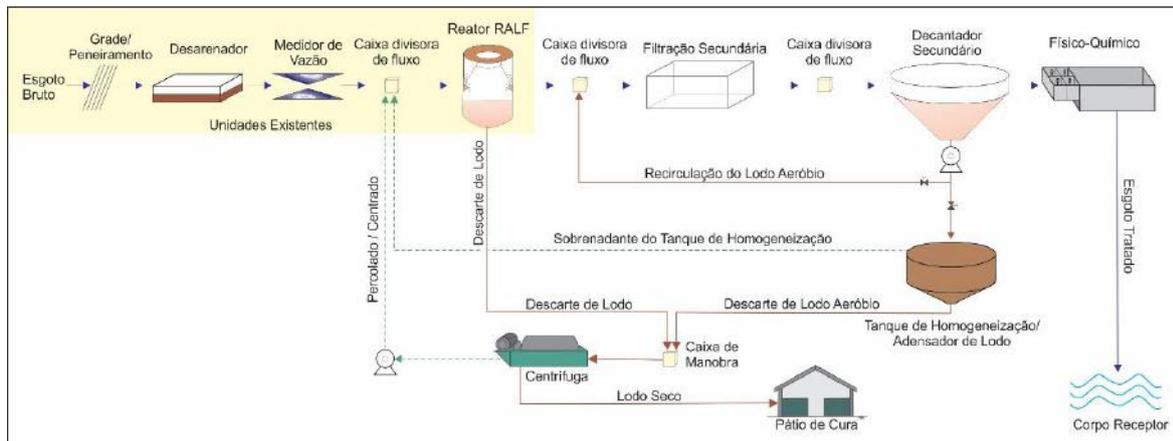
Sistema Secundário - Existente

Sistema Terciário - Novas unidades

- Tratamento Físico-Químico

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 2.950.000,00. A Figura 5.10 a seguir apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.10. Fluxograma de Processo ETE Costeira



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

Em resumo a Alternativa 01 que diz respeito a melhoria do sistema de tratamento existente das cinco ETEs de Paranaguá, conforme apresentado respectivamente, custaria aproximadamente R\$ 62.450.000,00.

B. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos

Nessa proposição preliminar, se faz necessária a implantação de estações elevatórias de esgoto, com o propósito de enviar os esgotos tratados das ETEs (Paranaguá 1, 2, 3, e Emboguaçu) à ETE Costeira, onde será o início do emissário submarino para disposição oceânica.

A EEE da ETE Nilson Neves e sua respectiva linha de recalque possuem as características apresentadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3– Características EEE Nilson Neves

EEE Paranaguá 01	
Vazão (L/s)	100
Altura Manométrica (m)	10
Potência (CV)	35
Diâmetro LR (mm)	400
Extensão LR (km)	1,5

FONTE: Elaborado pela Consultora.

O custo aproximado de implantação desta EEE proposta é de R\$ 1.950.000,00. Esse custo será somado ao total da Alternativa 02 para o município de Paranaguá.

A EEE da ETE Samambaia e sua respectiva linha de recalque possuem as características apresentadas no Quadro 5.4.

Quadro 5.4– Características EEE Samambaia

EEE Samambaia	
Vazão (L/s)	200
Altura Manométrica (m)	35
Potência (CV)	200
Diâmetro LR (mm)	500
Extensão LR (m)	7,7

FONTE: Elaborado pela Consultora.

O custo aproximado de implantação desta EEE proposta é de R\$ 7.900.000,00. Esse custo será somado ao total da *Alternativa 02* para o município de Paranaguá.

A EEE da ETE Valadares e sua respectiva linha de recalque possuem as seguintes características, apresentadas no Quadro 5.6.

Quadro 5.5– Características EEE Valadares

EEE Valadares	
Vazão (L/s)	100
Altura Manométrica (m)	15
Potência (CV)	50
Diâmetro LR (mm)	400
Extensão LR (m)	2,5

FONTE: Elaborado pela Consultora.

O custo aproximado de implantação desta EEE proposta é de R\$ 2.650.000,00. Esse custo será somado ao total da *Alternativa 02* para o município de Paranaguá.

A EEE da ETE Emboguaçu e sua respectiva linha de recalque possuem as seguintes características (Quadro 5.6).

Quadro 5.6– Características EEE Emboguaçu

EEE Emboguaçu	
Vazão (L/s)	100
Altura Manométrica (m)	30
Potência (CV)	100
Diâmetro LR (mm)	400
Extensão LR (m)	7

FONTE: Elaborado pela Consultora.

O custo aproximado de implantação desta EEE proposta é de R\$ 6.500.000,00. Esse custo será somado ao total da *Alternativa 02* para o município de Paranaguá.

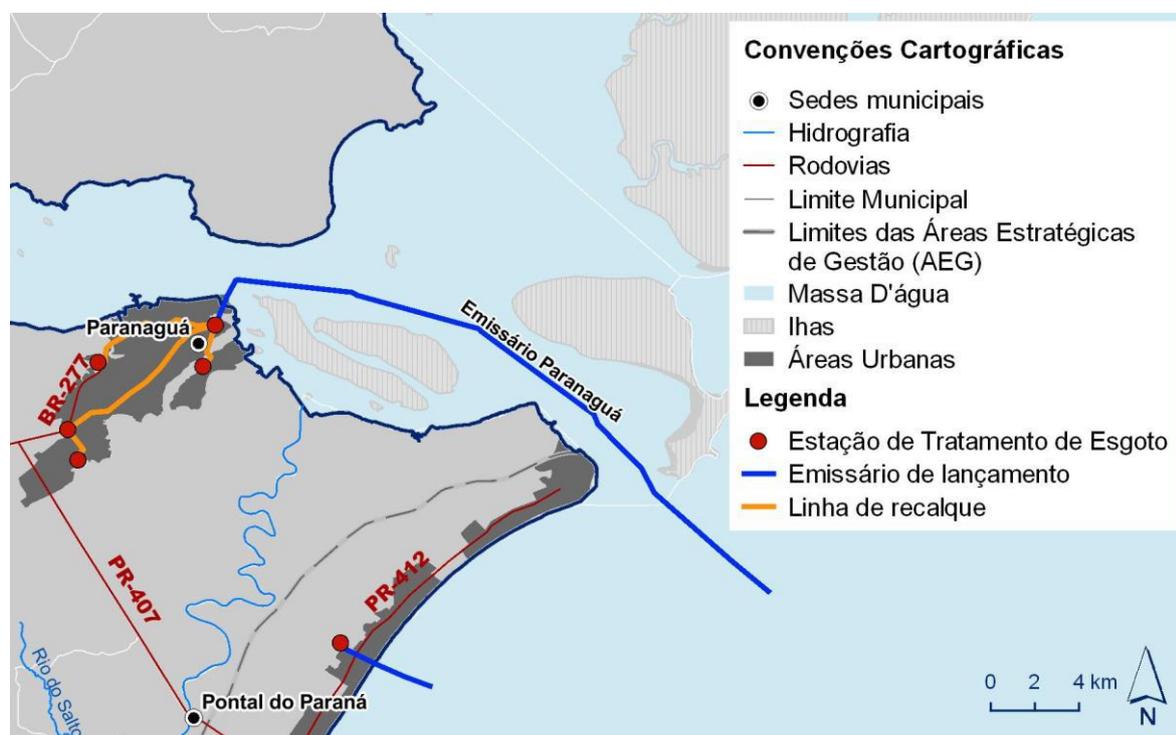
Nessa proposição preliminar, Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos se faz necessária a manutenção do atual sistema de tratamento, podendo-se ou não desativar o pós-tratamento.

Será confeccionada uma caixa de reuniões, onde todas as demais ETEs lançarão seus efluentes. O Emissário Final de Esgotos será misto, com aproximadamente 24,3 km de extensão com DN 900, sendo destes aproximadamente 18,8 km de extensão serão necessários para o caminhamento margeando a costa em via terrestre e 5,5 km de extensão de emissários submarinos para a disposição oceânica.

O custo aproximado de implantação do emissário proposto é de R\$ 141.000.000,00 com os custos de afastamento apresentados é de R\$ 160.000.000,00.

A Figura 5.11 apresenta a localização e caminhamento deste emissário proposto.

Figura 5.11. Caminhamento Emissário Paranaguá



FONTE: Elaborado pela Consultora

Cabe lembrar que esta é uma estimativa preliminar, sabendo-se que para uma análise mais completa desta solução serão necessários diversos estudos complementares, os quais podem resultar em uma diminuição ou aumento da extensão desta unidade.

5.2.7. Pontal do Paraná

A. Alternativa 01 – Melhoria da eficácia do sistema de tratamento

Nessa proposição preliminar, foi estimada uma ETE com capacidade total de tratamento de 70 L/s, considerando a manutenção do atual sistema de tratamento e implantado um sistema terciário após os decantadores existentes. A ETE idealizada será composta pelas seguintes unidades:

Sistema Primário - Existente

- Gradeamento e desarenação do esgoto;
- Reatores anaeróbios do tipo RALFs ou UASB.

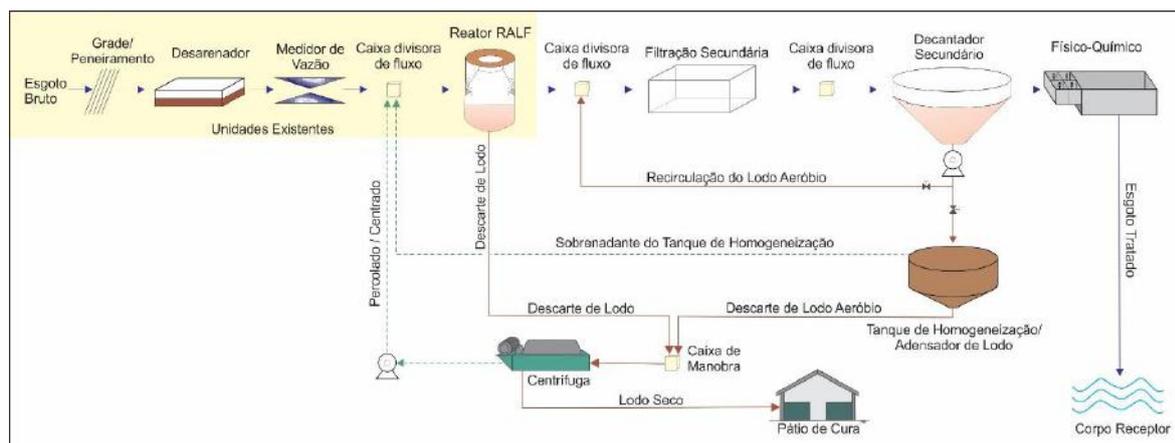
Sistema Secundário - Existente

Sistema Terciário - Novas unidades

- Tratamento Físico-Químico.

O custo aproximado de implantação do sistema proposto é de R\$ 1.900.000,00. A Figura 5.12 a seguir apresenta o fluxograma de funcionamento da ETE proposta.

Figura 5.12. Fluxograma de Processo ETE Pontal do Paraná



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O esgoto tratado será lançado no atual ponto de lançamento, onde, o sistema de pós-tratamento em lodo ativado + físico-químico considera que a máxima DBO efluente ao tratamento será de 10 mg/L, sendo que este valor de lançamento enquadra o corpo receptor como Classe 3.

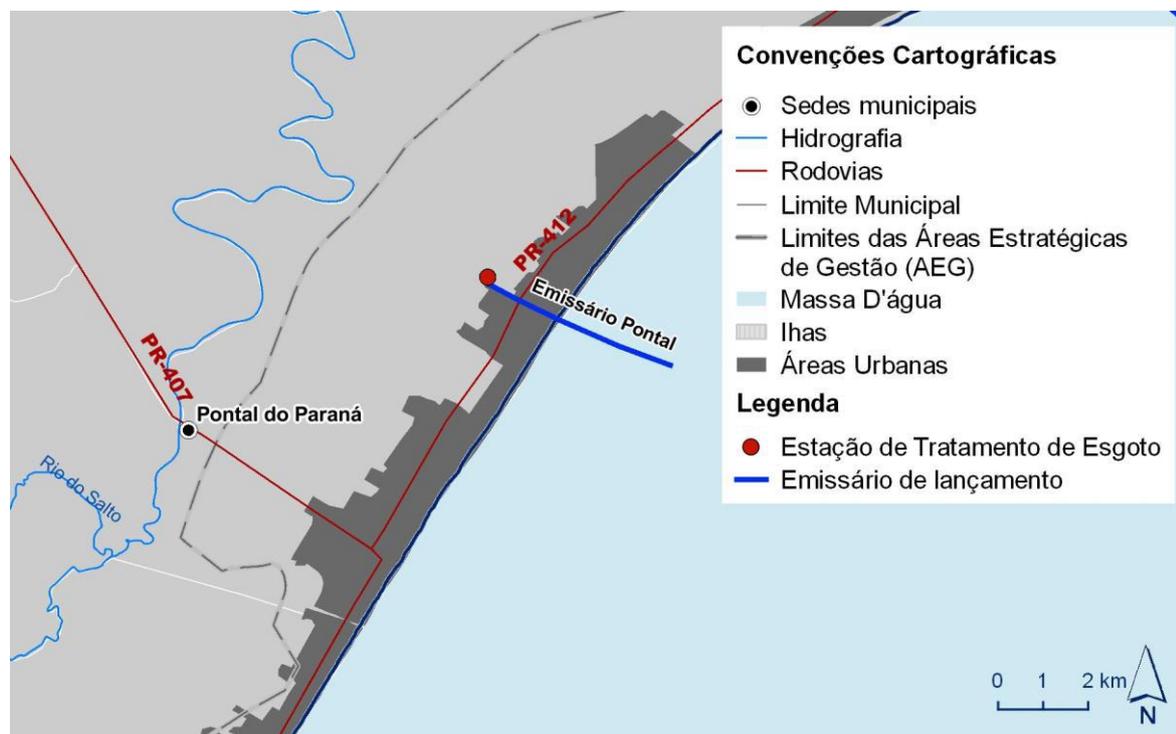
B. Alternativa 02 – Implantação de um Emissário Submarino de Esgotos

Nessa proposição preliminar, se faz necessária a manutenção do atual sistema de tratamento, podendo-se ou não desativar a atual lagoa de polimento. O Emissário Submarino de Esgotos com aproximadamente 4,0 km com DN 350, sendo destes 3,0 km no oceano.

Cabe lembrar que esta é uma estimativa preliminar, sabendo-se que para uma análise mais completa desta solução serão necessários diversos estudos complementares, os quais podem resultar em uma diminuição ou aumento da extensão desta unidade.

O custo aproximado de implantação do emissário proposto é de R\$ 21.500.000,00. A Figura 5.13 a seguir apresenta a localização e caminhamento deste emissário proposto.

Figura 5.13. Caminhamento Emissário Pontal do Paraná



FONTE: Elaborado pela Consultora.

5.2.8. Resumo dos Custos por Município

A seguir, no Quadro 5.7, está apresentado um resumo dos custos para os Sistemas de Esgotamento Sanitários, por município e por alternativa de proposição técnica (implantação ou melhoria do tratamento *versus* disposição oceânica), além dos custos para Coleta e Afastamento de Antonina e Paranaguá.

Quadro 5.7– Resumo dos custos para os Sistemas de Esgotamento Sanitário

Município	Coleta e Afastamento		Alternativa 1	Alternativa 2	
	Mínimo (R\$)	Máximo (R\$)	Tratamento - implantação ou melhoria (R\$)	Transporte de Esgoto (R\$)	Emissário Submarino (R\$)
Antonina	17.100.000	28.700.000	7.300.000		
Guaraqueçaba	-	-			
Guaratuba	-	-	12.800.000		29.300.000
Matinhos	-	-	33.500.000		32.100.000
Morretes	-	-			
Paranaguá	11.500.000	18.100.000	62.500.000	19.000.000	141.000.000
Pontal do Paraná	-	-	1.900.000		21.500.000

FONTE: Elaborado pela Consultora.

5.3. Investimentos Assegurados

Foi realizada uma pesquisa no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal para levantar quais municípios da Bacia Litorânea possuem investimentos previstos na área de infraestrutura de saneamento. O mesmo foi feito junto aos projetos previstos pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA).

O Quadro 5.8 apresenta a situação, que não é muito favorável frente aos investimentos estimados.

Quadro 5.8– Resumo dos custos para os Sistemas de Esgotamento Sanitário

Município	PAC			Possui investimento segundo FUNASA	Possui PAC e/ou FUNASA
	Possui investimento segundo PAC	Estágio	Investimento Previsto		
Antonina	-	-	-	-	Nenhum
Guaraqueçaba	-	-	-	-	Nenhum
Guaratuba	Esgotamento Sanitário	Concluído	R\$ 11.314.282,50	-	PAC
Matinhos	Ampliação do SES Matinhos e Pontal do Paraná	Em obras	-	-	PAC
Morretes	-	-	-	-	Nenhum
Paranaguá	Ampliação do SAA e do SES	Concluído	R\$ 31.639.099,99	-	PAC
Piraquara	Saneamento integrado e urbanização - Guaratuba	Em obras	-	-	PAC
Pontal do Paraná	-	-	-	-	Nenhum
Quatro Barras	Ampliação do SES nos bairros e na Bacia do Iraí	Concluído	-	-	PAC
São José dos Pinhais	Diversos	Diversos	-	-	PAC

Município	PAC			Possui investimento segundo FUNASA	Possui PAC e/ou FUNASA
	Possui investimento segundo PAC	Estágio	Investimento Previsto		
Tijucas do Sul	Implantação do SES da sede municipal	Licitação	-	-	PAC

FONTE: Elaborado pela Consultora.

6. PROGRAMA PARA A EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

As metas, ações e investimentos previstos no presente relatório foram consolidados na forma de um Programa de Efetivação do Enquadramento, onde estão previstos subprogramas montados a partir de 5 grandes eixos de ações. Para cada subprograma buscou-se associar os atores que estariam diretamente envolvidos, conforme Quadro 6.1.

O grande objetivo desse programa é atingir o enquadramento proposto para a Bacia Litorânea. Cabe destacar que grande ênfase é dada às ações voltadas para ampliação da coleta e tratamento de esgotos urbanos que engloba tanto a parte de tratamento por meio da implantação e melhoria de ETEs, incluindo em alguns casos a expansão da rede coletora. Isso ocorre porque as cargas domésticas urbanas têm grande impacto na bacia, além de que as ações e custos são tratados a nível municipal, que normalmente possuem planejamento e meios para obtenção de recursos.

Quadro 6.1– Programa para Efetivação do Enquadramento

Subprogramas	Ações	Atores
Pró Saneamento	Construção de fossa séptica para a população rural	FUNASA, EMATER, Prefeituras, Comitê
	Aumento da população urbana com acesso à coleta e tratamento de efluentes	Prefeituras, Prestadoras, Comitê
Cuidando dos Nossos Rios	Identificação, por meio do cadastro de outorgas, dos usuários de água com finalidade agropecuária para sensibilização e mobilização dos mesmos quanto à importância da água;	AGUASPARANÁ, IAP, Comitê, Universidades, ONG's
Compreendendo a Maré e seus efeitos	Mobilização das instituições gestoras, Comitês, ONG's e universidades para estudos cooperativos para compreensão da influência marinha nos rios sujeitos à mesma;	AGUASPARANÁ, IAP, Comitê, Universidades, ONG's, APPA
Revitalizando Canais de Drenagem	Mobilização das instituições gestoras, Comitês, ONG's e universidades para estudos de técnicas alternativas de melhoria da qualidade da água aplicados aos canais de drenagem; e	AGUASPARANÁ, IAP, Comitê, Prestadoras, Universidades, ONG's
Acompanhando o Enquadramento	Monitoramento o e acompanhamento dos indicadores de efetivação do Enquadramento	AGUASPARANÁ, IAP, COMITÊ

FONTE: Elaborado pela Consultora.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poucas bacias no Brasil têm Programas para Efetivação do Enquadramento elaborados de forma a abranger de forma conjunta as metas progressivas com a modelagem matemática, enquadramentos pro

De acordo com a Resolução CNRH nº 91/2008 o Programa para Efetivação do Enquadramento deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso relacionados. A Resolução enumera cinco pontos principais para serem atendidos no que diz respeito à efetivação, sendo eles:

I. Recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente que possam subsidiar a implementação, integração ou adequação de seus respectivos instrumentos de gestão, de acordo com as metas estabelecidas, especialmente a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o licenciamento ambiental;

II. Recomendações de ações educativas, preventivas e corretivas, de mobilização social e de gestão, identificando-se os custos e as principais fontes de financiamento;

III. Recomendações aos agentes públicos e privados envolvidos, para viabilizar o alcance das metas e os mecanismos de formalização, indicando as atribuições e compromissos a serem assumidos;

IV. Propostas a serem apresentadas aos poderes públicos, federal, estadual e municipal para adequação dos respectivos planos, programas e projetos de desenvolvimento e dos planos de uso e ocupação do solo às metas estabelecidas na proposta de enquadramento; e,

V. Subsídios técnicos e recomendações para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica.

Uma vez que o Enquadramento e o Plano de Recursos Hídricos estão sendo elaborados simultaneamente na Bacia Litorânea, no Plano para Efetivação do Enquadramento buscou-se dar ênfase às recomendações e ações que influenciam de forma direta nas cargas poluentes que chegam aos rios, deixando as demais para serem abordadas no Programa de Intervenções. Este, por sua vez, irá apresentar um conjunto amplo de ações para fortalecer a gestão de recursos hídricos como um todo e que, por isso, apoiam direta ou indiretamente a implementação da proposta de enquadramento.

8. REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional da Água. **Tomo III Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**. In: *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba*. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília. DF, 2013.

ANA. Agência Nacional da Água. **Atlas Esgotos**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília. DF, 2017.

COSTA, C.C.; GUILHOTO, J.J.M. **Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. Edição Especial. 2014. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v19nspe/1413-4152-esa-19-spe-0051.pdf>>. Último acesso em julho de 2018.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio. **Terras indígenas**. *Shapefile* disponível em < <http://www.funai.gov.br/index.php/2013-11-06-16-22-33>>. Último acesso em dezembro de 2017.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Plano Nacional de Saneamento Rural**. Disponível em < <http://pnsr.desa.ufmg.br/pnsr/>>. Último acesso em junho de 2018.

Mcidades - MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico Mais Saúde com Qualidade de Vida**. Brasília, 2014.

MMA – Ministério de Meio Ambiente. **Dados Georreferenciados**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados>>. Último acesso em dezembro de 2017.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Pontos de Lançamento**. Curitiba, 2016a.

APÊNDICE I – EMISSÁRIOS PROPOSTOS

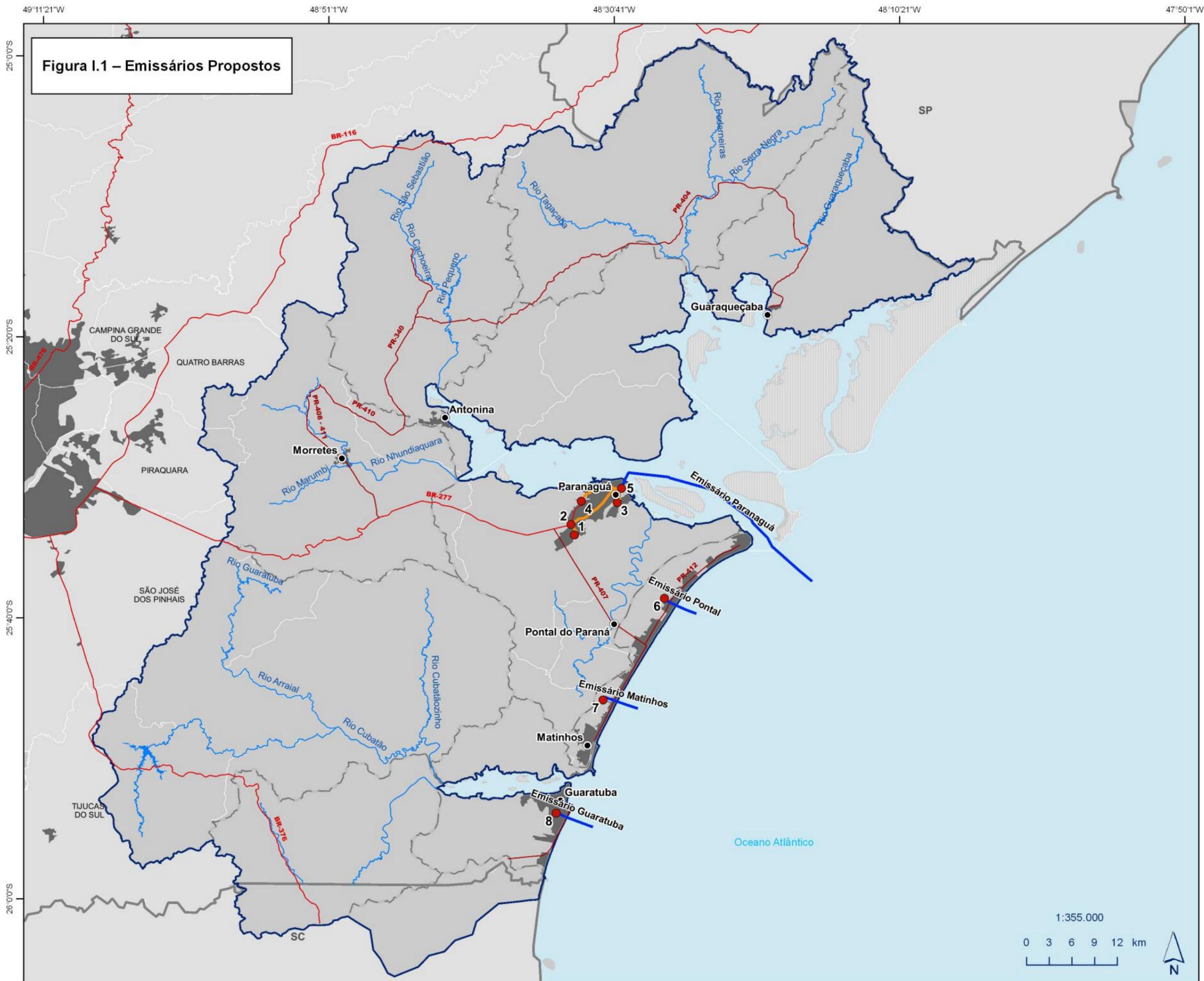


Figura I.1 – Emissários Propostos

Legenda

- Emissários de Lançamento
- Linha de Recalque
- Estação de Tratamento de Efluente
 1. Nilson Neves (Paranaguá)
 2. Samambaia (Paranaguá)
 3. Valadares (Paranaguá)
 4. Emboguaçu
 5. Costeira
 6. Pontal
 7. Matinhos
 8. Guaratuba

Emissários	Extensão (Km)	Diâmetro (mm)
Guaratuba	4,5	500
Matinhos	4,5	500
Paranaguá	24,3	900
Pontal do Paraná	4	350

Linha de Recalque	Extensão (Km)	Diâmetro (mm)
ETE Nilson Neves	1,5	400
ETE Samambaia	7,7	500
ETE Valadares	2,5	400
ETE Emboguaçu	7	400

Fonte: Elaboração Própria, 2018.

Convenções Cartográficas

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Hidrografia Principal
- Rodovias
- Reservatórios
- Área Urbana
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

ANEXO A

METODODOLOGIA DE ESTIMATIVA DE CUSTO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

1.A. INTRODUÇÃO

Este anexo apresenta o texto da metodologia utilizada no Atlas Brasil de Despoluição de Bacias Hidrográficas: Esgotos Urbanos desenvolvida para a Agência Nacional de Águas na íntegra, com o intuito de dar um maior embasamento teórico nas alternativas propostas.

2.A. PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES PARA SES

A proposição de soluções para os sistemas de esgotamento sanitário (SES) no âmbito do Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas passou por duas abordagens principais: (i) identificação/verificação do planejamento existente do SES; e, (ii) proposição de alternativas para adequação do SES.

Do ponto de vista da primeira abordagem, que envolve a apreciação do planejamento existente, o primeiro passo foi a identificação de obras já programadas e em andamento, projetos e estudos de novos sistemas ou ampliações de sistemas existentes, a partir da consulta às Concessionárias Estaduais, Sistemas Autônomos, Empresas Privadas e Prefeituras Municipais, além dos órgãos federais e estaduais que poderiam dispor de informações sobre sistemas de esgotamento sanitário, como o Ministério das Cidades e as superintendências estaduais da FUNASA.

Para a apreciação do planejamento existente, de forma a assegurar uma análise sistêmica dos dados e aspectos envolvidos na identificação da necessidade de alternativas técnicas, foi utilizado um modelo de qualidade da água para realizar um diagnóstico dos sistemas de esgotamento sanitário e da capacidade de assimilação dos respectivos efluentes desses SES pelos corpos receptores.

Nessa ação foi dada atenção especial à adequação dos processos de tratamento de efluentes existentes ao atendimento dos padrões de lançamento previstos na legislação atual e critérios de lançamento preconizados pela entidade competente, bem como em compatibilidade às exigências necessárias ao enquadramento à classe do corpo receptor. Foi considerado, como mínimo a ser atendido na definição das alternativas técnicas, as metas de coleta e tratamento de esgotos previstas no Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB e os padrões de lançamento de efluentes em corpos receptores preconizados pela resolução CONAMA 430/2011 ou legislações estaduais, quando houver.

De modo a contribuir com a análise preliminar dos municípios que necessitariam da proposição de alternativas técnicas, foi estabelecida uma classificação de todos os municípios brasileiros em tipologias de recursos hídricos, definidas a partir da localização geográfica do município cujas características regionais indicam a disponibilidade ou não de condições favoráveis à diluição do esgoto gerado no município.

2.a.1 Alternativas Técnicas

As alternativas técnicas foram definidas a partir da avaliação das principais características dos municípios, dos corpos receptores próximos da sede urbana e dos sistemas de esgotamento sanitário atuais, onde as propriedades dos efluentes estão diretamente ligadas à disponibilidade hídrica dos corpos receptores e presença de reservatórios ou mananciais.

As principais características que têm influência sobre a concepção do sistema de tratamento e lançamento do esgoto sanitário são:

- Disponibilidade hídrica do corpo receptor

A disponibilidade hídrica foi considerada como sendo o Q95 e no caso da existência de reservatório, a disponibilidade hídrica consiste da vazão defluente do reservatório acrescida do incremental do Q95 à jusante do reservatório. A vazão disponível para diluição é uma questão importante no momento da avaliação da alternativa técnica, pois determina o grau de tratamento a ser necessário.

- Corpos receptores com baixa capacidade de diluição

Quando a capacidade de diluição do esgoto tratado é muito baixa, as condições para o lançamento tornam-se bastante restritivas. Mesmo quando se avalia apenas em termos da remoção de matéria orgânica biodegradável, expressa em termos da DBO, pode ocorrer demanda por processos biológicos mais eficientes em relação a este quesito, levando à opção de tratamento mais oneroso e complexo operacionalmente. Em casos mais extremos, pode também exigir a remoção de sólidos, através de processos de filtração ou flotação, do efluente dos processos biológicos, assistida quimicamente ou não, dificultando ainda mais a operação do sistema. Como alternativa, pode ser avaliada a existência de outros corpos receptores mais distantes da sede urbana, mesmo que a solução possa exigir a construção de emissários mais longos. Em uma última análise, pode-se avaliar a necessidade de propor um enquadramento do corpo receptor mais flexível.

Outra questão importante relacionada a capacidade de diluição dos corpos receptores é a existência de rios intermitentes, em que o lançamento de efluentes nos mesmos pode não estar de acordo com as legislações vigente.

- Existência de reservatório a jusante

Nos casos de existência de reservatório a jusante, ocorre a necessidade de remoção complementar de fósforo, demandando tratamento físico-químico adicional ao biológico, ou ainda, flotação com ar dissolvido. Com isso, para obtenção de níveis

elevados de restrição para o lançamento de fósforo, um dos recursos a ser utilizado é a coagulação seguida da floculação química, com posterior separação de sólidos em decantadores, flutuadores ou filtros. Além da complexidade operacional, este tipo de tratamento final resulta em custo operacional elevado devido ao alto consumo de coagulante e grande produção de lodo químico. A outra alternativa refere-se à utilização da flotação com ar dissolvido, que atualmente é a mais usada, por conta de sua viabilidade em função da menor complexidade operacional.

- Existência de manancial a jusante

Dentre as principais preocupações a respeito do lançamento do esgoto tratado em mananciais se relaciona com a presença de nitrato. Este íon tóxico é resultante da oxidação biológica da amônia e traz grave problema ao abastecimento público de água, razão pela qual sua concentração é limitada por padrão de potabilidade. Portanto, quando é previsto que não há capacidade de diluição suficiente no corpo receptor, a desnitrificação, redução biológica do nitrato a nitrogênio gasoso, é necessária. Essa necessidade torna o tratamento do esgoto mais complexo operacionalmente, inviabilizando o emprego de tecnologias mais simples.

A avaliação dos SES, a partir da aplicação do modelo de qualidade da água, é realizada a partir da consideração de sua eficiência na remoção de DBO, fósforo e nitrogênio. Por conta disso, foi necessária a definição de um conjunto de alternativas técnicas que variassem sua eficiência desde 60% (equivalente ao lançamento de 120 mg/L de DBO) até 97% (equivalente ao lançamento de 10 mg/L de DBO), passando por alternativas que envolvessem o tratamento terciário, necessários para remoção de fósforo e/ou nitrogênio no sistema.

Algumas premissas gerais foram adotadas durante a definição das alternativas técnicas que seriam consideradas pelo estudo, as quais são pontuadas a seguir:

- (i) Em relação ao pré-tratamento, foi estabelecido o tratamento preliminar mecanizado nos sistemas de maior porte e com tratamento biológico de alto grau de mecanização e o tratamento preliminar manual nos sistemas de pequeno porte e baixo grau de mecanização.
- (ii) A Remoção de Nitrogênio, quando necessária, poderá ser feita pelo processo de lodo ativado de fluxo contínuo, ou batelada, com nitrificação e desnitrificação. Nessa opção, o tratamento anaeróbio não poderá ser utilizado como unidade inicial de tratamento, em função da necessidade de carbono rapidamente biodegradável para desnitrificação.

- (iii) A Remoção de Fósforo, quando necessária, poderá ser feita por processo físico-químico, através da adição de coagulantes, sais de alumínio (sulfato de alumínio) ou ferro (cloreto férrico), e processos para remoção dos flocos formados, tais como, sedimentação, flotação ou filtração. Alternativamente, poderá ser considerada a remoção biológica de fósforo conjuntamente com ou sem polimento final através do físico-químico. Nessa opção, o tratamento anaeróbio não poderá ser utilizado como unidade inicial de tratamento, em função da necessidade de carbono rapidamente biodegradável.
- (iv) Foi considerada a necessidade de aplicação de produtos químicos (coagulação) seguida de remoção de sólidos (filtração/flotação) aplicado ao efluente de lodos ativados, nos casos em que se deseja efluentes com DBO igual ou menor que 10 mg/L.
- (v) A desinfecção é considerada principalmente quando a solução para os efluentes sanitários for a disposição no mar com objetivo de atender aos padrões de balneabilidade. A desinfecção poderá ser feita através da cloração ou por radiação Ultravioleta, sempre considerando as condições do efluente previamente tratado. No caso de rios com baixa capacidade de diluição, como os situados na região do Semiárido, a remoção de microrganismos patogênicos poderá ser atingida através de lagoas de maturação, utilizadas como etapa final do processo de tratamento.

Ainda sobre a desinfecção, abordada no item anterior, é desejável em qualquer situação de lançamento, mas a sua aplicação deve ser planejada adequadamente para que seja garantida uma eficiência elevada na inativação de patógenos, sem a formação de subprodutos indesejáveis. Inicialmente, deve ser considerado que a desinfecção não leva à esterilização do esgoto e que as resistências dos diversos grupos de microrganismos aos diversos agentes desinfetantes são diferentes. Cistos de protozoários e ovos de helmintos são resistentes à ação do cloro e à radiação ultravioleta, podendo ser apenas separados do esgoto e não inativados. Nos sistemas de lagoas de estabilização, dada a baixa velocidade do escoamento, estes organismos são 100% separados por sedimentação. Nas estações de água para abastecimento e nas estações de tratamento de esgoto por outros processos que não pelo emprego de lagoas, há a necessidade de filtração do efluente final para a remoção destes grupos de patógenos para obtenção de eficiência elevada. Sob esta ótica, no caso do semiárido, o emprego de sistemas de lagoas é primordial. Quanto maior o tempo de detenção do esgoto no sistema, aumenta também o decaimento de coliformes

termotolerantes, propiciando condições inclusive para o lançamento em águas classe 2 em situação de baixa capacidade de diluição.

No caso dos demais processos de tratamento de esgoto que não as lagoas de estabilização, a cloração é o processo mais usado e tem contra si sua própria ação residual tóxica, além da possibilidade de formação de subprodutos tóxicos. Inclusive, em determinadas situações, pode até ser considerado mais conveniente prescindir da desinfecção do esgoto na ETE para aplicação na fase da ETA, onde a água se encontra mais limpa e, portanto, menos propensa às reações paralelas de formação de trialometanos e ácidos haloacéticos. Por esta razão e também pela competitividade econômica, os processos à base de aplicação de radiação ultravioleta por meio de lâmpadas artificiais são alternativos, porém, de uso ainda restrito em nosso país. No caso das regiões costeiras, onde há possibilidade de disposição oceânica, a cloração tem sido o recurso mais utilizado. Além do vasto conhecimento de sua aplicação, neste caso o objetivo é garantir a balneabilidade, pois não há uso da água salgada para abastecimento público.

Com a definição das premissas e a avaliação dos tipos de tratamento das ETEs identificadas durante o desenvolvimento do Atlas, foi estabelecido um conjunto de alternativas técnicas que serão utilizadas como referência para o estabelecimento das soluções de tratamento para os municípios que não possuem planejamento.

O *Quadro 2.a.1* apresenta a relação de alternativas técnicas definida, levando-se em consideração a eficiência na remoção de DBO.

Quadro 2.a.1. Eficiências de remoção de DBO das alternativas técnicas

Remoção de DBO (%)	Opções de Tratamento
60	Fossa Séptica + Filtro
	Primário + Químico
	Reator Anaeróbio
	Lagoa Facultativa
80	Reator Anaeróbio + Filtro Biológico Percolador (sem Decantador)
	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa
	Reator Anaeróbio + Lagoa Facultativa
	Lagoa Aerada
90	Reator Anaeróbio + Lodo ativado
	Reator Anaeróbio + Filtro Biológico Percolador + Decantador
	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação + Flotação com polímero
91	Lodo ativado convencional

Remoção de DBO (%)	Opções de Tratamento
93	Reator Anaeróbio + Lodo Ativado de Aeração Prolongada
	Reator Anaeróbio + Filtro Biológico Percolador + Decantador
	Lodo Ativado em Bateladas + Hipoclorito de Sódio
95	Reator anaeróbio + Lodo ativado de aeração prolongada + Químico
97	Reator Anaeróbio + Filtro Biológico Percolador + Filtro Rápido de Gravidade
	Lodo Ativado com Membrana
	Reator Anaeróbio + Lodo Ativado com Aeração Prolongada + Filtro Rápido por Gravidade

FONTE: ANA (2017).

Como se pode notar no *Quadro 2.a.1* foram selecionadas alternativas técnicas para remoção de DBO de acordo com o nível de remoção requerido utilizando processos biológicos e/ou alternativas mais complexas envolvendo os processos físico-químicos. Processos adicionais deverão ser considerados quando houver a necessidade de remoção de nutrientes e microrganismos, conforme premissas já apresentadas neste item. Com isso, é possível selecionar uma das alternativas que atenda aos requisitos de qualidade do corpo receptor.

2.a.2 Estimativas dos Custos de Implantação para SES

No Brasil, ainda há uma carência de informações, no que diz respeito os custos de implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Isto não significa que eles não existam, como atestam Brudeki e Aisse (2007); ANA (2008), Lucca, Samways e Aisse (2011), Salazar e Von Sperling (2011), incluindo os custos de tratamento.

Portanto, no Brasil não é comum a divulgação de informações de custos de obras de saneamento e menos ainda, a compilação destes dados para que representem os valores financeiros realizados (COBRAPE-ENGEORPS-GEOAMBIENTE, 2009). É necessário reunir uma base de dados sólida e suficiente para elaborar estimativas de custo para implantação de Sistemas de Esgotamento Sanitário, no contexto de planejamento de soluções integradas, visando soluções viáveis e sustentáveis.

O objetivo desta metodologia é apresentar estimativas de custos de implantação para a coleta, o transporte e o tratamento de esgoto, fornecendo subsídio às tomadas de decisões e no auxílio de planejamento (PACHECO, 2011).

Sabe-se que os custos de operação (incluindo mão-de-obra, energia, insumos e manutenção) podem fazer diferença na escolha de alternativas de transporte e de tratamento. Entretanto, entende-se que para obter estes custos seria necessário desenvolver diversos estudos econômicos, para cada município, fazendo o seus respectivos pré-dimensionamentos das unidades para determinar os custos de

operação para um determinado período (normalmente para 20 anos), trazendo os custos para o valor presente.

2.a.2.1 Custos para a Coleta e Transporte de Esgoto

- **Redes Coletoras de Esgoto**

Na obtenção dos custos de implantação da rede coletora de esgoto foram realizados orçamentos, considerando algumas condições que podem ser encontradas in loco, fato que possibilitou desenvolver uma matriz de orçamentos, de acordo em que os parâmetros são alterados (PACHECO, 2011). Para este estudo foram considerados uma rede coletora com solo favorável com urbanização (presença de calçadas e asfaltos para recomposição e interferências na implantação da rede).

Para as redes coletoras de esgoto foi adotado o tubo de PVC. Desta forma, este estudo considerou apenas o (ii) diâmetro do tubo que poderá ser determinado através do número de habitantes (dado de entrada) da área a ser esgotada, utilizando-se o *Quadro 2.a.2* (COBRAPE-ENGEORPS-GEOAMBIENTE, 2009).

Quadro 2.a.2. Distribuição da composição dos diâmetros da rede de transporte de esgotos por faixas de população de saturação

População (hab)	Diâmetros Nominais (mm)						
	150	200	250	350	500	800	1000
1 - 5.000	100%						
5.001 - 10.000	80,00%	20,00%					
10.001 - 20.000	72,73%	18,18%	9,09%				
20.001 - 50.000	69,57%	17,39%	8,70%	4,35%			
50.001 - 100.000	68,09%	17,02%	8,51%	4,26%	2,13%		
100.001 - 200.000	67,37%	16,84%	8,42%	4,21%	2,11%	1,05%	
200.001 - 500.000	67,02%	16,75%	8,38%	4,19%	2,09%	1,05%	0,52%

FONTE: Agência Nacional de Águas - ANA (2008).

Quanto à profundidade, foi necessário classificar as redes em relação ao tipo de escoramento. As profundidades dos tubos estão diretamente correlacionadas com a declividade do terreno. O *Quadro 2.a.3* apresenta os tipos de escoramentos comuns utilizados como parâmetro de projeto e obra, com suas respectivas faixas de profundidade.

Quadro 2.a.3. Tipo de escoramento por profundidade de escavação

Profundidade (m)	Tipo de Escoramento
Até 1,50	Sem escoramento
1,50 – 1,70	Pontaletes
1,70 – 2,30	Descontínuo
2,30 – 3,00	Contínuo
3,00 – 4,00	Especial
4,00 – 10,00	Metálico e Madeira

FONTE: Agência Nacional de Águas - ANA (2008).

Para determinar as profundidades, foram atribuídos percentuais de escoramento. Neste caso, foram utilizadas as informações contidas nas planilhas de dimensionamento das redes coletoras de 70 sub-bacias do Projeto de SES Porto Velho (HAGAPLAN-COBRAPE, 2008), como estudo de caso. Estas informações foram organizadas, classificadas e parametrizadas (de acordo com os parâmetros da *Quadro 2.a.3*), conforme apresentado no *Quadro 2.a.4*.

Quadro 2.a.4. Distribuição da composição do tipo de escoramento por nível de declividade terreno

Nível de declividade	Sem Escoramento	Pontaletes	Descontínuo	Contínuo	Especial	Metálico e Madeira
1	81%	5%	11%	3%		
2	66%	8%	16%	9%	1%	0%
3	57%	7%	16%	14%	5%	1%
4	48%	6%	15%	15%	11%	5%
5	23%	3%	18%	21%	20%	15%

FONTE: ANA (2017).

Neste estudo foram utilizados os índices do nível de terrenos 3, em destaque no quadro anterior. Os cálculos das porcentagens por nível de terreno foram considerados e adotados os seguintes parâmetros:

- Porcentagens das extensões nas faixas de escoramentos para cada sub-bacia de acordo com o *Quadro 2.a.4*;
- Pesos para cada faixa de escoramento, proporcionais aos custos de implantação (preço SABESP) da respectiva faixa de escoramento;
- Classificação das sub-bacias por ordem crescente em relação à soma dos pesos;
- Foram adotados cinco níveis para classificação crescente das sub-bacias da média aritmética dos escoramentos sendo, de 0 a 10% para o nível 1, de 10 a

30% para o nível 2, de 30 a 60% para o nível 3, de 60 a 90% para o nível 4 e de 90 a 100% para o nível 5;

O grau de urbanização também é um fator que pode ter influência direta nos custos das redes, ou seja, quanto mais urbanizada é área de implantação (ou sub-bacia), maior é a chance de encontrar interferências, tais como: redes de distribuição de água, redes de drenagem, redes elétrica e telefônica e travessias (de córregos, rodovias e ferrovias) entre outros casos particulares, além dos custos adicionais de recomposição de calçadas e asfalto (PACHECO, 2011).

Outro fator determinante é o tipo do solo onde as redes serão implantadas. Para diferentes tipos de solo existem diferentes tecnologias de execução que possuem influência direta nos custos. O resultado dos custos das redes coletoras de esgoto, por diâmetro, pode ser observado no *Quadro 2.a.5*.

Quadro 2.a.5 Custo da RCE (R\$/m) para solo favorável e alta urbanização

DN 150 mm (R\$/m)	DN 200 mm (R\$/m)	DN 250 mm (R\$/m)	DN 300 mm (R\$/m)	DN 350 mm (R\$/m)
211,83	238,77	282,74	336,73	379,14

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Estes custos apresentam um solo favorável, mas com certa urbanização, interferências e recomposição de pavimento maior. Para se determinar o custo final da rede de uma área é necessário utilizar-se de taxas de implantação de rede, como por exemplo, de 180 m/ha, conforme o sistema viário.

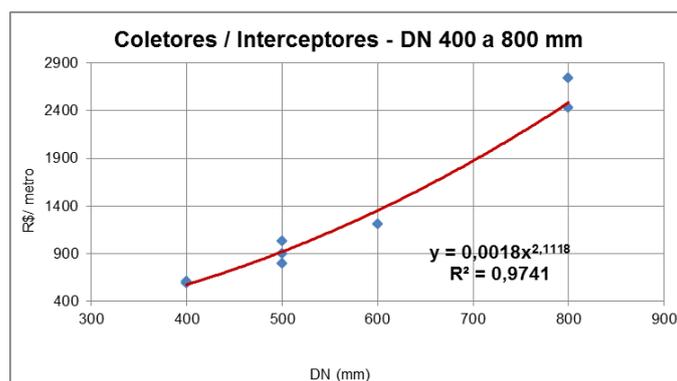
- **Coletores e Interceptores**

Para a obtenção das equações para os custos de coletores e interceptores foram utilizados 55 orçamentos de projetos, atualizados através do Índice Nacional da Construção Civil - INCC da Fundação Getúlio Vargas – FGV. Destes orçamentos 5 são do Estado de Espírito Santo, 9 do Paraná, 10 de Rondônia e 31 de São Paulo. Foram classificados por diâmetro, material e o resultado final para os custos dos coletores e interceptores apresentados em R\$/m.

A seguir estão apresentados os resultados dos custos dos Coletores e Interceptores por faixa de diâmetro nominal – DN. O dado de entrada das equações de potência está em função de “x”, diâmetro nominal – DN (em mm) do tubo.

Para classificar os diferentes DNs no mesmo coletor e interceptor foi escolhido um DN', de acordo com melhor relação R\$/m. A *Figura 2.a.1* apresenta a curva e equação para os custos de coletores e interceptores de DN 400 a 800 mm.

Figura 2.a.1. Custo dos Coletores/ Interceptores – DN 400 a 800 mm



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Para se determinar o custo final destas obras lineares é necessário estimar a sua extensão e DN, de acordo com o estudo de concepção ou alternativas de projeto a ser avaliadas. Outra opção é utilizar-se das relações de DN e população da tabela 1, sendo um pré-requisito conhecer a população correspondente do esgoto a ser transportado.

- **Estações Elevatórias de Esgoto**

Inicialmente foram realizadas atualizações de 105 orçamentos de elevatórias de esgoto através do Índice Nacional da Construção Civil - INCC da Fundação Getúlio Vargas – FGV. Os orçamentos são 11 do Estado do Espírito Santo, 8 do Maranhão, 15 do Paraná, 23 de Rondônia e 48 de São Paulo.

Na obtenção dos custos de elevatórias de esgoto foi comum observar diferentes custos para mesma vazão de recalque, por influência dos seguintes fatores:

- Altura manométrica da linha de recalque;
- Tipo do conjunto bomba utilizado (submersível (96%), autoescorvante (2%), deslocamento positivo (2%); e
- Padrão construtivo da estrutura civil da EEE (profundidade do poço, tanque de acúmulo, guindaste, entrada, gerador de energia etc.).

Como a maioria das EEE apresentadas (96%) eram do tipo submersível, para este estudo, propõe-se a seguinte classificação, de acordo com o *Quadro 2.a.6* que é baseada apenas nas diferentes alturas manométricas.

Quadro 2.a.6. Classificação das alturas manométricas para conjuntos moto bombas das EEEs

Altura Manométrica	Classificação
Até 15 m.c.a.	Baixa
De 15 a 30 m.c.a.	Média Baixa
De 30 a 45 m.c.a.	Média Alta
Maior que 45 m.c.a.	Alta

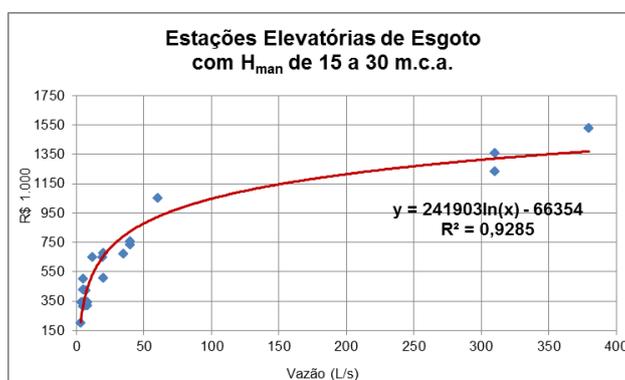
FONTE: Elaborado pela Consultora.

Então, os dados de entrada visando determinar o custo de implantação da EEE são: vazão (L/s) e altura manométrica (m.c.a). Neste estudo foram considerados conjuntos bombas de 15 a 30 m.c.a. (média baixa).

A seguir está apresentado o resultado para as estações elevatórias de esgoto – EEEs, considerando as diferentes classificações das alturas manométricas, sendo a vazão (em L/s) adotada como a variável “x” da equação.

As estações elevatórias de esgoto na faixa de altura manométrica de 15 até 30 m.c.a possuem uma vazão maior, variando de 3,1 L/s a 380,0 L/s, como é apresentado na *Figura 2.a.2*.

Figura 2.a.2. Custo de EEE com H_{man} de 15 a 30 m.c.a.



FONTE: Elaborado pela Consultora.

A linha de tendência que melhor representou os custos das estações elevatórias de esgoto H_{man} até 15 a 30 m.c.a. foi a logarítmica, pois, o acréscimo de vazão faz o custo inicial da unidade pode ser diluído com o ganho em escala.

- **Linhas de Recalque (Emissários)**

Inicialmente foram realizadas atualizações dos custos das linhas de recalque através do Índice Nacional da Construção Civil - INCC da Fundação Getúlio Vargas – FGV. Foram utilizados 137 orçamentos, sendo 11 do Estado do Espírito Santo, 37 do Maranhão, 12 do Paraná, 24 de Rondônia e 43 de São Paulo.

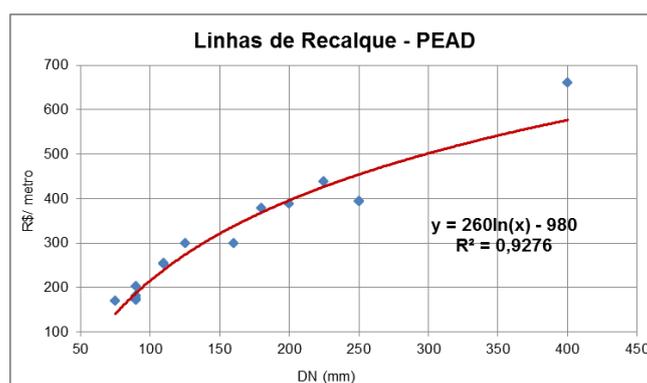
Após a atualização dos custos das linhas de recalque, foi necessário classificá-las de acordo com os materiais, pois, percebeu-se uma grande dispersão dos valores dos materiais (PEAD, PVC, PVC DeFoFo, FoFo, FD, PRFV e RPVC) para o mesmo diâmetro nominal.

O dado de entrada da equação para se determinar os custos das linhas de recalque é o DN. Desta forma, a equação obtida pelo gráfico do tipo custo por vazão foi expressa em função DN e apresenta o resultado em R\$/m.

A *Figura 2.3* apresenta o resultado dos custos para as linhas de recalque, também denominadas como emissários.

A equação que melhor pode exprimir os custos para as linhas de recalque para o material PEAD foi a equação do tipo potência, *Figura 2.a.3*. A entrada da equação é dada em função de “x” que é o diâmetro nominal – DN (em mm) da linha de recalque.

Figura 2.a.3. Custo de Linhas de Recalque – PEAD



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Para se obter o custo final da linha é necessário conhecer a extensão total. Neste caso, para as extensões, pode se utilizar os dados do estudo de concepção ou da alternativa a ser avaliada.

A partir das curvas, custos de coleta e transporte apresentados, foram realizadas simulações de vários tamanhos de sub-bacias, com um acréscimo proporcional de população, de acordo com o tamanho delas. O objetivo desta simulação é calcular um custo médio per capita para coleta e transporte de esgoto.

Os parâmetros adotados para o cálculo das unidades de coleta e transporte, considerando sub-bacias de esgotamento, são os seguintes:

- Esgoto *per capita* = 180 L/hab.dia
- Taxa de rede = 180 m/ha
- Densidade populacional = 40 hab./ha

- Taxa de Linha de Recalque = 0,25 m/hab.
- Taxa de Coletor-tronco = 1,00 m/hab
- Velocidade no tubo (LR) = 1,50 m/s

Os resultados das simulações dos custos de coleta e transporte de esgoto podem ser observados nos quadros a seguir (*Quadros 2.a.7 a 2.a.10*).

Quadro 2.a.7. Custo de Coleta e Transporte para sub-bacias de esgotamento pequenas

Sub-bacia de Esgotamento	Pequena		
	1.500	2.500	4.000
Habitantes			
Rede Coletora	1.429.842,90	2.383.071,50	3.812.914,40
EEE	-	332.848,82	893.088,22
LR	-	166.381,11	306.186,22
Coletor	-		
Custo total (R\$)	1.429.842,90	2.882.301,43	5.012.188,84
Custo per capita (R\$/ hab.)	953,23	1.152,92	1.253,05

FONTE: ANA (2017).

Quadro 2.a.8. Custo de Coleta e Transporte para sub-bacias de esgotamento médias-pequenas

Sub-bacia de Esgotamento	Médias/pequenas		
	5.000	7.000	10.000
Habitantes			
Rede Coletora	4.766.143,00	6.842.361,04	9.774.801,49
EEE	500.523,20	1.163.833,70	2.004.592,76
LR	396.847,57	607.357,81	929.561,54
Coletor			
Custo total (R\$)	5.663.513,77	8.613.552,55	12.708.955,79
Custo per capita (R\$/ hab.)	1.132,70	1.230,51	1.270,90

FONTE: ANA (2017).

Quadro 2.a.9. Custo de Coleta e Transporte para sub-bacias de esgotamento médias

Sub-bacia de Esgotamento	Média		
	15.000	20.000	30.000
Habitantes			
Rede Coletora	15.064.219,37	20.085.625,83	31.047.748,74
EEE	1.532.561,63	2.507.615,91	3.735.820,78
LR	1.498.518,57	2.115.464,46	3.428.199,56
Coletor		489.578,17	734.367,26
Custo total (R\$)	18.095.299,57	25.198.284,37	38.946.136,34
Custo per capita (R\$/ hab.)	1.206,35	1.259,91	1.298,20

FONTE: ANA (2017).

Quadro 2.a.10. Custo de Coleta e Transporte para sub-bacias de esgotamento grandes

Sub-bacia de Esgotamento	Grande		
	45.000	70.000	90.000
Habitantes			
Rede Coletora	46.571.623,10	70.902.202,19	91.159.974,25
EEE	3.096.115,26	4.555.676,36	5.998.564,02
LR	5.454.828,12	9.105.569,72	12.132.453,86
Coletor	1.101.550,89	3.022.181,99	3.885.662,55
Custo total (R\$)	56.224.117,38	87.585.630,25	113.176.654,68
Custo per capita (R\$/ hab.)	1.249,42	1.251,22	1.257,52

FONTE: ANA (2017).

O custo médio per capita para coleta e transporte do esgoto encontrado, considerando os diferentes tamanhos de sub-bacias de esgotamento (conforme demonstrado nos quadros anteriores), é de **R\$ 1.210,00/ hab.**

2.a.2.2 Tratamento de Esgoto

A metodologia para os custos de tratamento das ETEs consistiu, primeiramente, na classificação dos tipos de processos, conforme descrito adiante. Posteriormente, os custos das ETEs foram atualizados e também classificados por vazão.

Em geral, os custos de tratamento de esgoto são fornecidos por gráfico do tipo custo por vazão – que tem relação direta com a população, determinado pelo consumo per capita de água, taxa de retorno e coeficientes (k1, k2 e k3).

Desta forma, as estações de tratamento de esgoto foram analisadas observando a capacidade nominal de projeto e não para o atendimento inicial de plano da

população, pois, no início de plano, geralmente as estações se encontram parcialmente ociosas – o que resultaria num custo específico maior para o tratamento.

Os processos de tratamento mais encontrados, na base de dados, foram classificados, como proposição, da seguinte forma:

- (i) Lagoa Facultativa + Maturação;
- (ii) Lagoa Anaeróbia + Facultativa;
- (iii) Reatores Anaeróbios do tipo RALF ou UASB;
- (iv) Reatores Anaeróbios do tipo UASB com filtro biológico e decantadores;
- (v) Reatores Anaeróbios do tipo UASB com lodos ativados; e,
- (vi) Reatores Aeróbios – Lodos Ativados (lodos ativados convencional, lodos ativados por aeração prolongada e lodos ativados de fluxo intermitente).

Então, foram desenvolvidas oito equações de base para se determinar os custos de cada processo e variações. O dado de entrada para as ETEs é a vazão (L/s).

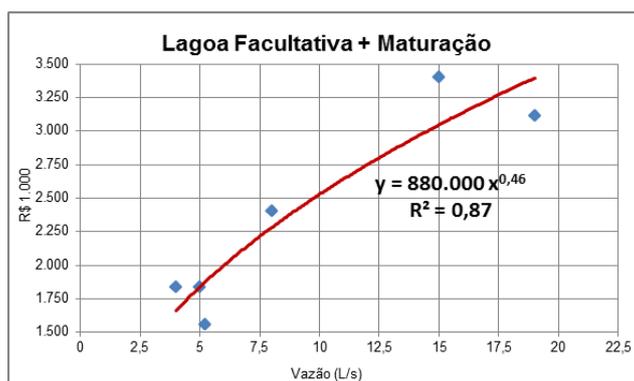
Apesar dos custos das ETEs dependerem diretamente da tecnologia aplicada, quem dita a regra de qual a melhor tecnologia é o corpo receptor. É ele quem demanda uma determinada eficiência de remoção de carga orgânica, de acordo com as suas características, observando as diretrizes da resolução CONAMA 357/05 (PACHECO, 2011).

Desta forma, sem um estudo aprofundado, recomenda-se cautela na escolha do sistema de tratamento mais adequado, com outros subsídios de escolha além do custo de implantação, inclusive considerando os custos de operação e custos para compra do terreno – não apresentados neste estudo (PACHECO, 2011).

A seguir estão apresentados os resultados das estações de tratamento de esgoto – ETEs, por processo de tratamento, conforme proposto. Nos eixos das ordenadas (y) está representado o custo da ETE (R\$ 1.000) e nos eixos das abscissas (x) representada a vazão média da ETE em L/s, conforme é apresentado nas figuras a seguir.

Para determinar a curva de custos das Lagoas Facultativas + Maturação (*ver figura 2.a.4*) foram utilizados os custos atualizados de projetos destes tipos de lagoas. Ressalta-se que o uso desta curva está restrito para pequenas vazões (população de até 10 mil habitantes).

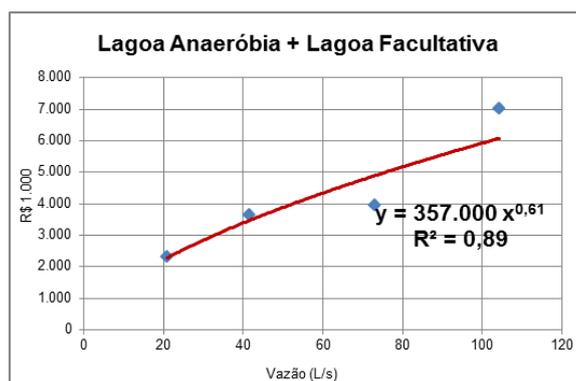
Figura 2.a.4. Custo de Lagoa Facultativa + Maturação



FONTE: ANA (2017).

Para determinar a curva de custos das Lagoas Anaeróbias mais Facultativas foram utilizados custos atualizados de curvas e per capita existentes (Curvas Atlas Regiões Metropolitanas e Nunes *et al*, 2005) destes processos de tratamentos (*Figura 2.a.5*). O custo *per capita* deste tratamento ficou em R\$ 166/ hab.

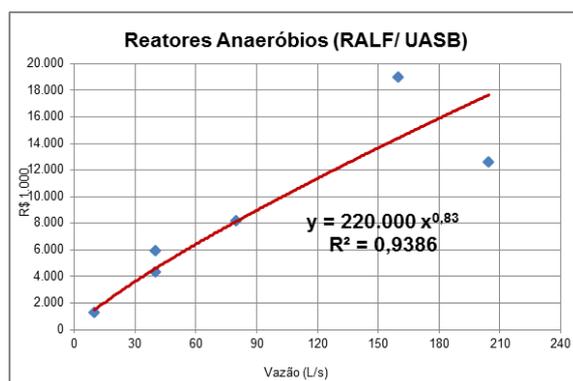
Figura 2.a.5. Custo de Lagoa Anaeróbia + Facultativa



FONTE: ANA (2017).

Para obter os custos apenas dos Reatores Anaeróbios do tipo RALF e UASB, foram considerados os custos de RALFs com filtros anaeróbios e UASBs com filtros biológicos e com decantadores. Depois, os custos dos filtros e decantadores foram subtraídos para resultar na seguinte curva (*Figura 2.a.6*).

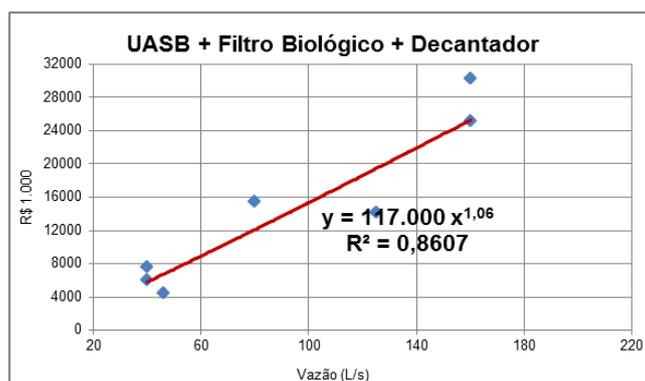
Figura 2.a.6. Custo de Reator Anaeróbio (RALF/ UASB)



FONTE: ANA (2017).

Os custos de RALF/ UASB com filtro biológico seguidos de decantadores secundários foram determinados através de custos atualizados deste tipo de processo, o resultado pode ser observado conforme a *Figura 2.a.7*.

Figura 2.a.7. Custo de UASB + Filtro Biológico + Decantador

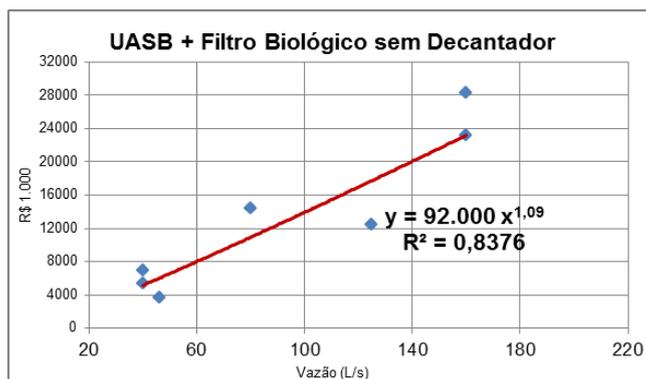


FONTE: ANA (2017).

O custo médio *per capita* de implantação para os RALFs/UASBs com filtros biológicos seguidos de decantadores secundários é de R\$ 308/ hab.

Para se determinar os custos de RALF/UASB com filtro biológico, sem os decantadores secundários, foram subtraídos os custos dos decantadores da equação anterior. O resultado pode ser observado conforme a *Figura 2.a.8*.

Figura 2.a.8. Custo de UASB + Filtro Biológico sem Decantador

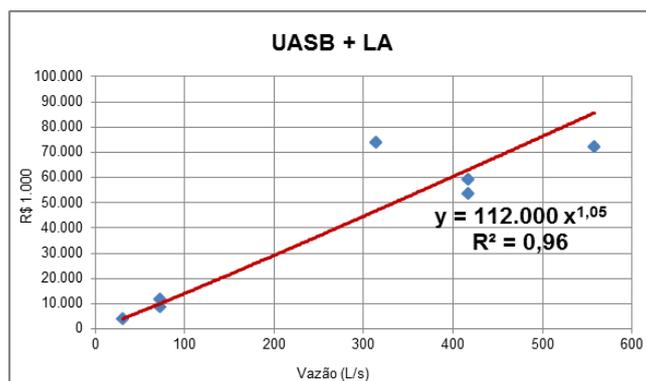


FONTE: ANA (2017).

O custo médio *per capita* de implantação para os RALFs/ UASBs com filtros biológicos sem os decantadores secundários é de R\$ 288/ hab.

Os custos de UASB mais lodos ativados foram determinados através de custos de projetos deste tipo de processo e custos *per capita*s (Nunes *et al*, 2005), ambos atualizados. O resultado da curva pode ser observado conforme a *Figura 2.a.9*.

Figura 2.a.9. Custo de UASB + Lodos Ativados

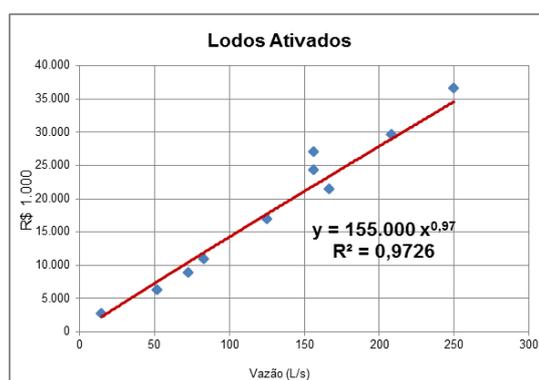


FONTE: ANA (2017).

O custo médio *per capita* de implantação para os UASB mais lodos ativados é de R\$ 294/ hab.

Para determinar a curva de custos das ETEs do tipo Lodos Ativados foram utilizados custos atualizados de curvas e *per capita*s existentes (Curvas Atlas Regiões Metropolitanas e Nunes *et al*, 2005) destes processos de tratamentos (*Figura 2.a.10*).

Figura 2.a.10. Custo de Lodos Ativados

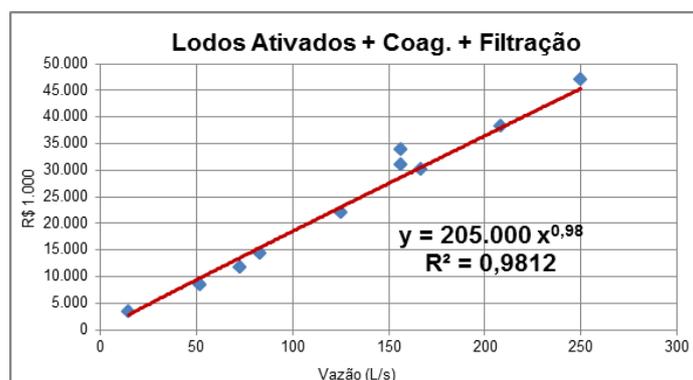


FONTE: ANA (2017).

O custo médio *per capita* de implantação deste tratamento ficou em R\$ 296/ hab.

A partir dos custos da *Figura 2.a.20* foram determinados os custos de lodos ativados com coagulação (Fe) mais filtração. Para isto, foi acrescido 10% dos custos da ETE Lodos ativados, além da adição da equação do tratamento terciário ($y = 27.000 x$), resultando nos custos apresentados na *Figura 2.a.11*.

Figura 2.a.11. Custo de Lodos Ativados + Coagulação + Filtração



FONTE: Elaborado pela Consultora.

O custo médio *per capita* de implantação da ETE de lodos ativados com coagulação (Fe) mais filtração ficou em R\$ 385/ hab.

Ressalta-se que para obter os custos de implantação das Estações de Tratamento do tipo Grade Mecanizada + Hipoclorito de Sódio + Lançamento em Emissário Submarino e/ ou Grade Mecanizada + Hipoclorito de Sódio + Lançamento em Emissário Submarino serão necessários realizar um estudo mais aprofundado caso-a-caso. Entretanto, entende-se o número desta solução particularizada para os municípios do Brasil não será muito utilizada, pois, são poucos municípios da região costeira que se enquadrarão nela.

2.a.2.3 Emissários para lançamento em corpos receptores

A partir dos resultados da modelagem para a determinação das cargas de DBO de um determinado município versus as tipologias dos processos de tratamentos, visando o abatimento destas cargas de acordo com as disponibilidades hídricas para a diluição, foi possível incluir no modelo a implantação de emissários para conduzir os esgotos tratados até o lançamento final, sendo a escolha da implantação dos emissários responsabilidade da modelagem.

Para as Elevatórias e condutos forçados (linhas de recalque) foram consideradas as vazões médias. Os pré-dimensionamentos dos DN's das linhas de recalque utilizaram a equação de Bresse:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Onde:

D é o diâmetro nominal (m);

Q é a vazão (m³/s); e,

V é velocidade no tubo (foi adotado 1,2 m/s).

Para os condutos livres (interceptores) foram consideradas as vazões de máxima horária.

Os interceptores foram pré-dimensionados de forma a garantir uma tensão trativa média não inferior a 1,5 Pa para a autolimpeza da tubulação. A declividade que satisfaz esta condição para o coeficiente de Manning $n = 0,013$ é dada pela seguinte expressão:

$$I_{min} = 0,00035 * Q_i^{-0,47}$$

Onde:

I_{min} = declividade mínima do interceptor em m/m; e,

Q_i = vazão inicial em m³/s.

As tubulações foram projetadas para funcionar com lâmina igual ou inferior a 75% do diâmetro, ou seja, a uma condição de $Y/D = 0,75$, que pode ser calculado a partir da seguinte equação:

$$D = \left(0,0463 \cdot \frac{Q_f}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Onde:

D = diâmetro em m;

Q_f = vazão final em m³/s; e,

I = declividade em m/s.

A equação para determinar os custos das Estações Elevatórias de Esgoto foi para Hman de 15 a 30 mca, sendo a vazão (em L/s) adotada como a variável “x” e “y” o valor expresso em R\$ da equação:

$$y = 241.903 * \ln(x) - 66.354$$

A equação para determinar os custos das Linhas de Recalque foi para o material em PEAD. A entrada da equação é dada em função de “x” que é o diâmetro nominal – DN (em mm) e “y” o valor expresso em R\$/m da equação:

$$y = 152,37 * \ln(x) - 435,48$$

A equação para determinar os custos dos Interceptores foi para DN de 400 a 800 em Concreto Armado (CA). A entrada da equação é dada em função de “x” que é o diâmetro nominal – DN (em mm) e “y” o valor expresso em R\$/m da equação:

$$y = 0,0018 * x^{2,1118}$$

A modelagem considerou, quando necessário, a implantação de emissários de 6, 10, 15 e 21 km de extensão. Para que seja possível a implantação de emissários desses comprimentos foram considerados sistemas com Estações Elevatórias, linhas de recalque e interceptores, seguindo esta configuração.

Quadro 2.a.11. Custo de emissários por extensão (km)

Extensão (km)	Estação Elevatória	Linha de Recalque	Interceptor
6	100%	40%	60%
10	100%	50%	50%
15	100%	50%	50%
21	100%	50%	50%

FONTE: ANA (2017).

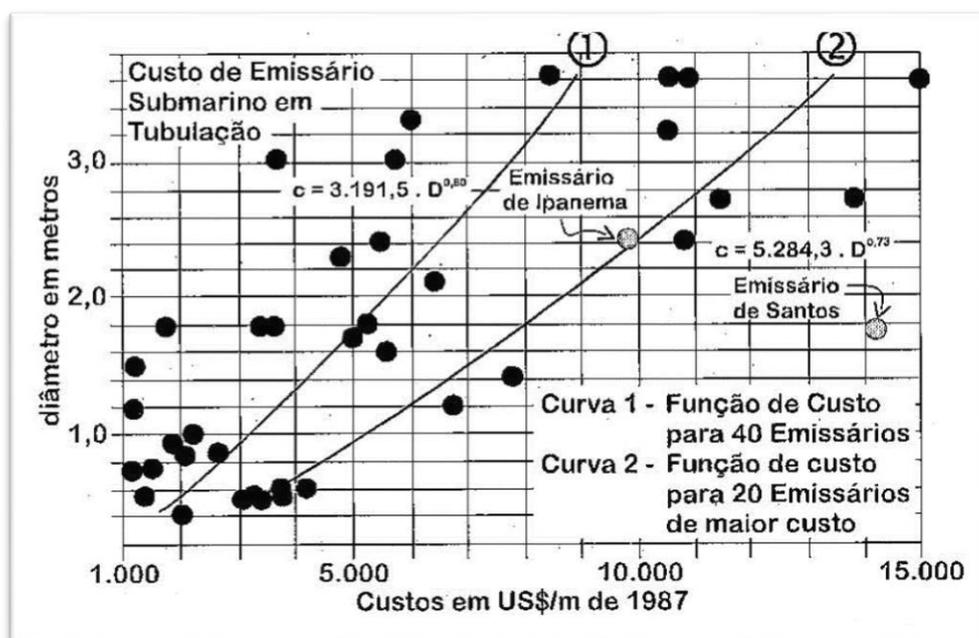
O custo final do emissário é a soma dos custos da Elevatória, Linha de recalque e Interceptor, de acordo com os parâmetros do quadro anterior apresentado.

2.a.2.4 Emissários Submarinos para disposição oceânica

Segundo Gonçalves (1997), ao contrário dos emissários terrestres, os custos de implantação de emissários submarinos são extraordinariamente dependentes das especificidades da obra e características da área costeira local. Isto é possível de observar na próxima figura que apresenta o custo por metro (em dólar) de 40 emissários submarinos implantados em vários locais do globo.

No entanto, para uma determinada obra a ser licitada, em um dado local, poderá ser possível pesquisar-se de forma mais aprofundada a forma da função de custo baseada nos critérios de avaliação dos custos mais próximos, inclusive para diferentes diâmetros, obtendo-se assim uma função específica para um determinado local e para determinados métodos construtivos.

Figura 2.a.12. Custo de Emissários Submarinos



FONTE: Gonçalves (1997).

O quadro a seguir apresenta a tradução da figura para os custos por metro de implantação de emissários submarinos, de acordo com o diâmetro da tubulação (mm) e valores ajustados para a moeda em real (a partir da cotação do dólar R\$3,90 – jul/18).

Quadro 2.a.12. Custo de emissários submarinos por metro em real

DN	Curva 1 = $3192 x^{0,80}$	Curva 2 = $5284 x^{0,73}$
300	4.751,43	8.557,09
400	5.981,02	10.556,77
500	7.149,96	12.424,40
600	8.272,72	14.193,12

DN	Curva 1= $3192 x^{0,80}$	Curva 2 = $5284 x^{0,73}$
700	9.358,49	15.883,60
800	10.413,57	17.509,88
900	11.442,52	19.082,02
1000	12.448,80	20.607,60

FONTE: Adaptado de Gonçalves (1997).

Os custos de implantação para as alternativas que contém emissários submarinos consideraram a Curva 1 (40 emissários), que apresentam custos mais amenos que a Curva 2.

3.A REFERÊNCIAS

BRUDEKI, N.; AISSE, M. M.; **Custos Estruturais por Habitante em Saneamento Básico no Estado do Paraná.** 24.o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais. Belo Horizonte - MG, 2007.

GONÇALVES, F.B.; SOUZA, A.P.; **Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários: História, Teoria e Prática.** ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1997.

LUCCA, V. P.; SAMWAYS, G.; AISSE, M. M.; **Estudo dos Custos de Implantação e Operação de Sistemas de Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários para Pequenas Comunidades.** Anais. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS, 2011.

NUNES, M. T. et al.; **Custos Unitários de Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos** – PRODES – 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Joinville – SC, 2003.

PACHECO, R. P.; **Custos para Implantação de Sistemas de Esgotamento Sanitário.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, 2011.

SALAZAR, B. L.; VON SPERLING, M.; **Desenvolvimento de Funções de Custos de Implantação para Redes Coletoras e Interceptores.** Anais. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS, 2011.