

JULIO CESAR ALI
GANEM:304752
44672

Assinado de forma digital por JULIO
CESAR ALI GANEM:30475244672
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Certificado
Digital, ou=05334890000191,
ou=Secretaria da Receita Federal do
Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(em
branco), cn=JULIO CESAR ALI
GANEM:30475244672
Dados: 2022.12.20 16:44:18 -03'00'



CESAN
qualidade em saneamento



CONTRATO 226/2021
AS N°035/2022

MUNICÍPIO DE GUARAPARI
DISTRITO MEAÍPE

AMPLIAÇÃO DO SAA DE GUARAPARI -
MORRO ALTO E MORRINHOS

VOLUME II – ANÁLISE OPERACIONAL

TOMO A – RELATÓRIO TÉCNICO

B-052-000-00-5-RT-0001

GANEM
Engenharia Ltda

NOVEMBRO/2022
REVISÃO 0

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato nº 226/2021, celebrado entre a **GANEM Engenharia Ltda EPP** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**, em 21 de setembro de 2021.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência de Projetos (E-GPJ)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**.

A **GANEM Engenharia Ltda EPP**, apresenta a seguir a avaliação hidráulica da ampliação do SAA de Guarapari, com acréscimo de futuras de vazões e a inclusão das localidades de Morro Alto e Morrinhos.

O projeto completo da ampliação do sistema de abastecimento de água de Guarapari no distrito de Meaípe é apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Topografia:
 - Tomo A – Caderneta topográfica (D-052-004-80-1-CT-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume II – Análise Operacional:
 - Tomo A – Relatório Técnico (B-052-000-00-5-RT-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume III – Sondagem: Relatório técnico (B-052-000-80-3-SD-0001);
- Volume IV – Orçamento:
 - Planilha Orçamentária.

Seguem listados abaixo os modelos matemáticos produzidos nesta análise operacional e apresentados no Tomo A desse volume.

Número da CESAN	Referência do modelo
01 B-052-000-00-5-SC-0002	Sistema De Abastecimento De Água De Morro Alto E Morrinhos - Análise Operacional - Modelo Matemático - Cenário Atual
02 B-052-000-00-5-SC-0003	Sistema De Abastecimento De Água De Morro Alto E Morrinhos - Análise Operacional - Modelo Matemático - Cenário Futuro Com Macros

Seguem listados abaixo os desenhos produzidos neste projeto e apresentados no Tomo B:

Número da CESAN	Referência do desenho
01 B-052-000-80-5-XX-0085	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 01
02 B-052-000-80-5-XX-0068	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 02
03 B-052-000-80-5-XX-0069	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 03
04 B-052-000-80-5-XX-0070	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 04
05 B-052-000-80-5-XX-0071	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 05
06 B-052-000-80-5-XX-0072	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 06
07 B-052-000-80-5-XX-0073	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 07
08 B-052-000-80-5-XX-0074	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 08
09 B-052-000-80-5-XX-0075	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 09
10 B-052-000-80-5-XX-0076	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 10
11 B-052-000-80-5-XX-0077	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Detalhes de Nós 1/2 e Lista de Materiais
12 B-052-000-80-5-XX-0078	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Detalhes de Nós 2/2
13 B-052-000-80-5-XX-0079	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Macromedidor 01 (DN150) - Planta, Cortes AA e BB
14 B-052-000-80-5-XX-0080	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Macromedidor 02 (DN250) - Planta, Cortes AA e BB
15 B-052-000-80-5-XX-0081	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Macromedidor 03 (DN200) - Planta, Cortes AA e BB
16 B-052-000-80-5-XX-0082	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Travessia 01 - ES060 KM 66,27 - Morro Alto - Plantas e Cortes
17 B-052-000-80-5-XX-0083	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Rede de distribuição de água - Planta Geral
18 B-052-000-80-5-XX-0084	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Seções Transversais na ES-010 e Detalhes Da Seção Tipo
19 B-052-000-80-5-XX-0086	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Seções Transversais na ES-060 e Detalhes de Seção Tipo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
1.2 DESCRIÇÃO SISTEMA EXISTENTE	10
1.2.1 Reservatório Meaípe:.....	10
1.2.2 Booster Meaípe 1:.....	11
1.2.3 Booster Meaípe 2:.....	12
2 DADOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO	13
2.1 PADRÕES DE CONSUMO E PRESSÃO	15
2.2 EVOLUÇÃO POPULACIONAL E DA DEMANDA	18
2.2.1 Projeção da população	18
2.2.2 Estimativa do crescimento populacional	19
2.3 PROJEÇÃO DA DEMANDA NA ÁREA ATENDIDA PELO BOOSTER MEAÍPE 1.....	23
2.4 PROJEÇÃO DA DEMANDA NA ÁREA ATENDIDA PELO BOOSTER MEAÍPE 2.....	26
3 AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO	30
3.1 INTRODUÇÃO.....	30
3.2 MODELO HIDRÁULICO DO CENÁRIO ATUAL.....	30
3.3 MODELO HIDRÁULICO DO CENÁRIO FUTURO	35
3.4 DISTRITOS DE MACROMEDIDAÇÃO E CONTROLE	42
3.4.1 Macromedidor DMC 1:	43
3.4.2 Macromedidor DMC 2:	43
3.4.3 Macromedidor DMC 3:	44
4 PROJETOS DAS TRAVESSIAS SOBRE A ES-060.....	46
4.1 TRAVESSIA PARA CONDADOS.....	46
4.2 CAMINHAMENTO SOB A RODOVIA 060	47
5 CONCLUSÃO	48

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização das áreas de interesse (Booster Meaípe 1, ponto de interligação, reservatório Meaípe e áreas de abastecimento).	9
Figura 2 – Localização das áreas de interesse do Booster Meaípe 2.	10
Figura 3 – Imagens do RAT Meaípe.	11
Figura 4 – Imagens dos boosters Meaípe 1 e Meaípe 2.	12
Figura 5 – Vazão de recalque do Booster Meaípe 1.	13
Figura 6 – Vazão de recalque do Booster Meaípe 2.	14
Figura 7 – Variação de pressão na adutora existente DN300.	15
Figura 8 - Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 1	18
Figura 9 - Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 2	18
Figura 10 - Padrão pressão no ponto de interligação	18
Figura 11 – População de Guarapari e curva de crescimento ajustada para polinômio de segundo grau.	20
Figura 12 – População de Guarapari e curva de crescimento ajustada para polinômio de primeiro grau.	21
Figura 13 – Vazão no trecho inicial da adutora DN150.	31
Figura 14 – Perda de carga no trecho inicial da adutora DN150.	32
Figura 15 – Pressões no nó de maior cota (cota 45 m).	32
Figura 16 – Mapa de perda de carga da rede para o cenário atual.	33
Figura 17 – Perda de carga na linha DN200.	34
Figura 18 – Pressões em Maembá.	34
Figura 19 – Pressões no nó de maior cota (cota 45 m).	36
Figura 20 – Vazões nas linhas principais de distribuição.	37
Figura 21 – Perda de carga nas principais linhas de distribuição.	37
Figura 22 – Mapa do sistema durante o horário de pressão disponível mais desfavorável.	38
Figura 23 – Pressões na região de Maembá no cenário de vazão futura.	39
Figura 24 – Vazão no trecho entre Porto Grande e Maembá (DN150).	40
Figura 25 – Perda de carga no trecho entre Porto Grande e Maembá (DN150).	40
Figura 26 – Pressões na região de Maembá com a utilização de booster.	41
Figura 27 – Distritos de medição e controle da área de estudo.	42

Figura 28 – Viaduto onde será realizada a travessia para abastecimento da região de Condados.	46
Figura 29 – Localização do trecho de intervenção da rodovia ES-060.	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 1	16
Tabela 2 – Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 2	16
Tabela 3 – Padrão pressão no ponto de interligação	17
Tabela 4 - População urbana de Guarapari (Censo do IBGE).....	19
Tabela 5 - População de Guarapari (Censo do IBGE), equação de segundo grau.....	20
Tabela 6 - População de Guarapari (Censo do IBGE), equação de primeiro grau.....	22
Tabela 7 – Viabilidades e suas respectivas vazões.....	23
Tabela 8 – Projeção da demanda de água para o sistema.....	24
Tabela 9 – Projeção da demanda de água para o sistema.....	27

RELATÓRIO TÉCNICO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações gerais

O contrato nº 226/2021 celebrado entre a CESAN e a GANEM Engenharia Ltda EPP prevê o desenvolvimento de estudos dos sistemas de abastecimento de água na Grande Vitória e no interior do estado do Espírito Santo.

Este estudo prevê a elaboração da avaliação técnica da ampliação do SAA de Guarapari, em função das melhorias na distribuição da região de Meaípe e Condados e a inclusão das regiões de Morro Alto e Morrinhos. Esta avaliação foi feita com o uso do software EPANET, que demonstrará o funcionamento de cada unidade relacionada.

Essas alterações afetarão diretamente as redes existentes de distribuição (que necessitarão de reforços) e a fonte de abastecimento, que hoje é abastecido exclusivamente pelo reservatório Meaípe. Na nova concepção proposta, parte desta região continuará sendo abastecida por ele e a outra parte pela adutora de DN300 vinda diretamente da ETA Guarapari.

O reservatório Meaípe será responsável pelo abastecimento da região baixa, através da linha de DN200 que hoje abastece o Booster Meaípe 1. A ponta dessa linha será capeada e serão previstas interligações onde for necessária a alimentação da rede de distribuição. As linhas laterais que hoje estão ligadas, também serão capeadas, isolando assim a região e a tornando uma zona de macromedição e controle separada.

O restante da região será abastecido por uma nova linha DN300 que será interligada as margens da Rodovia do Sol, próximo à saída que leva ao reservatório de Meaípe. Essa linha será levada até o ponto onde hoje está localizado o booster Meaípe. Será preciso interligar com a linha de DN150 existente e também instalar em paralelo nova rede de DN250 de reforço, que será projetada.

A Figura 1 indica a localização das áreas de interesse citadas anteriormente.



Figura 1 – Localização das áreas de interesse (Booster Meaípe 1, ponto de interligação, reservatório Meaípe e áreas de abastecimento).

A região abastecida pelo booster Meaípe 2 também foi analisada. As áreas abastecidas estão ao sul da Rodovia do Sol em relação a localização do booster. São elas principalmente a região de Porto Grande e Maembá.

O abastecimento dessas regiões poderá ser feito exclusivamente por gravidade com a ligação pela adutora DN300 que será projetada, contando que haja uma substituição do atual DN150 que hoje segue para esta região, por uma nova adutora DN200, entre o booster Maembá 2 e a região de Porto Grande.

Essa nova configuração permitirá a desativação do booster Meaípe 2, até próximo ao ano 2038. A partir daí, considerando o crescimento populacional para a região, não será possível o abastecimento pleno da região exclusivamente por gravidade. Assim, será preciso a reativação do booster Meaípe 2 para atendimento até o ano de 2052.

A Figura 2 apresenta as áreas de interesse do booster Meaípe 2.



Figura 2 – Localização das áreas de interesse do Booster Meaípe 2.

1.2 Descrição sistema existente

A área de estudo objeto deste relatório compreende as regiões de Meaípe, Condados, Morro Alto, Morrinhos e Porto Grande no município de Guarapari e Maembá no município de Anchieta. Hoje, as áreas de Morro Alto e Morrinho não são atendidas pelo sistema. As melhorias propostas ao sistema de abastecimento de água de Guarapari, objeto deste estudo, tem como finalidade atender a demanda de final de plano e incorporar as áreas de Morro Alto e Morrinho ao SAA.

O abastecimento da região hoje se dá pelo reservatório Meaípe que abastece dois boosters chamados de Meaípe 1 e Meaípe 2, através de uma linha específica de DN200. O Booster Meaípe 2 abastece a região sul, através de uma adutora DN150 pela Rodovia do Sol, passando por Porto Grande e chegando até Maembá.

Já o Booster Meaípe 1 abastece o restante da área, abrangendo parte da região de Meaípe até a região de Condados, através de uma linha principal de DN150, que se divide em redes de menor diâmetro.

1.2.1 Reservatório Meaípe:

O reservatório Meaípe está localizado na área da antiga ETA Meaípe que está desativada, e é hoje abastecido pela água produzida pela ETA Guarapari, que está

localizada no bairro Sol Nascente. O reservatório atual é um RAT semienterrado que possui capacidade para 600 m³. Sua altura útil e seu diâmetro são de 4.00 m e 14 m respectivamente. A Figura 3 apresenta as imagens desse RAT.



Figura 3 – Imagens do RAT Meaípe.

A CESAN possui um projeto de novo reservatório nesta mesma área, com capacidade de 1400 m³, a fim de garantir a segurança ao sistema na distribuição de água da região.

Esse RAT terá seu funcionamento em conjunto com o RAT existente. A cota admitida de água para o abastecimento pelo reservatório será de 32.75 m.

1.2.2 Booster Meaípe 1:

Esse booster é responsável pelo abastecimento de parte da região de Meaípe e a região de Condados. Nesta região existem partes baixas dentro da área de influência do booster, o que leva a crer que haja possibilidade de ocorrência de pressões elevadas na rede de distribuição.

Entretanto, durante a visita do dia 26/08/2022 ao local, foi informado pela equipe de operação da CESAN que há também problemas de abastecimento em alguns pontos altos da região.

O atual conjunto que opera tem as seguintes características:

- Marca: KSB;
- Modelo: 80-50-315;
- Rotação: 1784 rpm;
- Potência: 20 cv.

1.2.3 Booster Meaípe 2:

O segundo booster está instalado no mesmo local que o booster Meaípe 1, porém é responsável pelo abastecimento da parte sul da península, passando por Porto Grande até Maembá. Esse abastecimento é realizado atualmente por uma linha de DN150. Porém, segundo a operação da CESAN, essa linha está instalada sob a pista da Rodovia do Sol e em uma profundidade grande. Por isso, há planejamento da CESAN em substituir parte dessa linha de recalque por uma nova linha, em uma profundidade mais rasa e provavelmente com maior diâmetro.

O atual conjunto que opera tem as seguintes características:

- Marca: KSB;
- Modelo: 80-50-315;
- Rotação: 1750 rpm;
- Potência: 20 cv.

A Figura 4 a seguir apresenta as imagens dos boosters.



Figura 4 – Imagens dos boosters Meaípe 1 e Meaípe 2.

2 DADOS UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO

Como toda a população dentro da área de estudo é abastecida pelos boosters, podemos concluir que a vazão distribuída na área é exatamente aquela recalçada pelo booster que lhe atende.

Com os dados recebidos do Centro de Controle e Operação (CCO) da CESAN, é possível quantificar a variação da vazão distribuída e propor um padrão de consumo ao longo do dia. Esses dados são apresentados integralmente no Anexo 01, porém a Figura 5 e a Figura 6 a seguir apresentam os gráficos compilados desses dados.

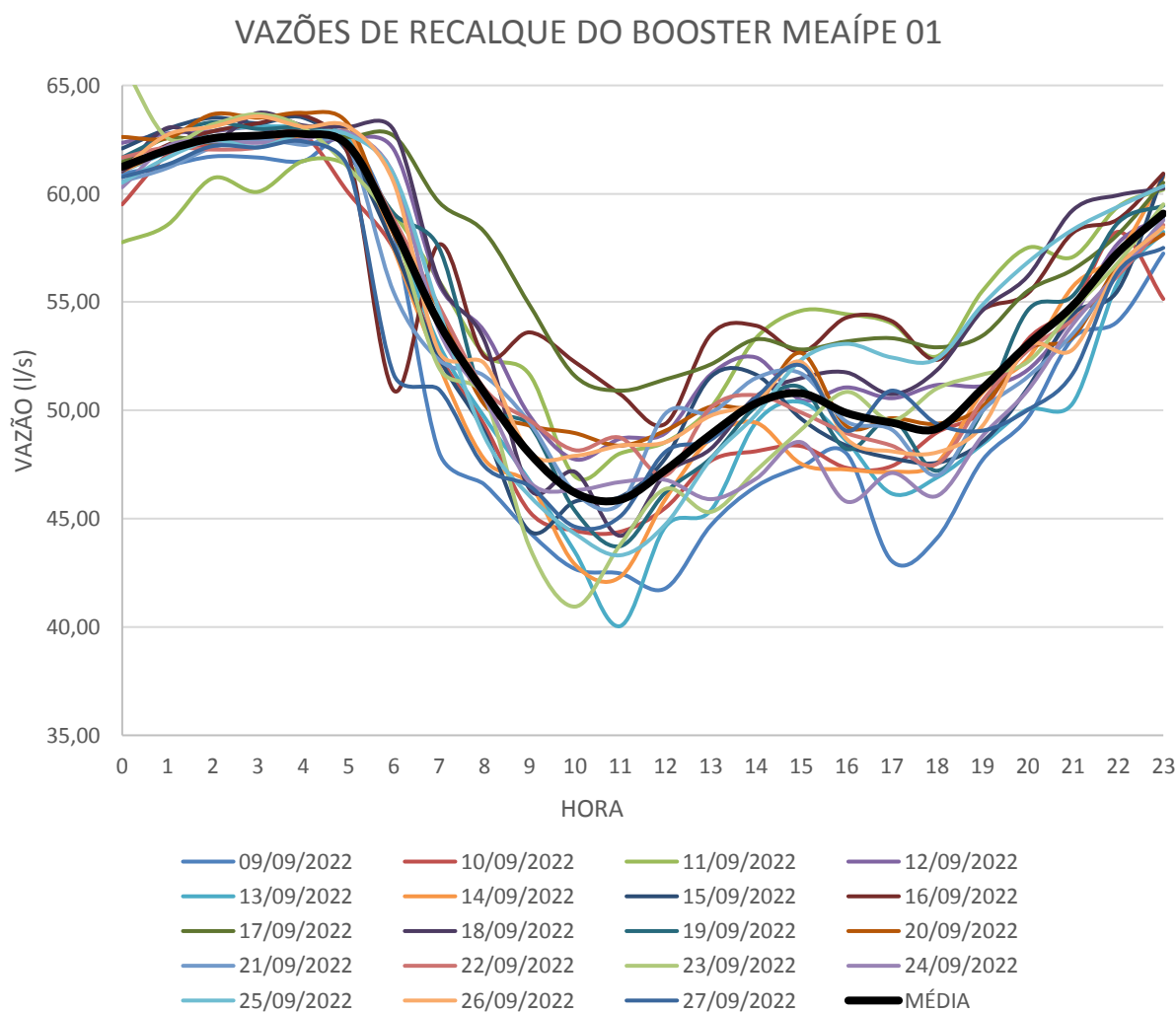


Figura 5 – Vazão de recalque do Booster Meaípe 1.

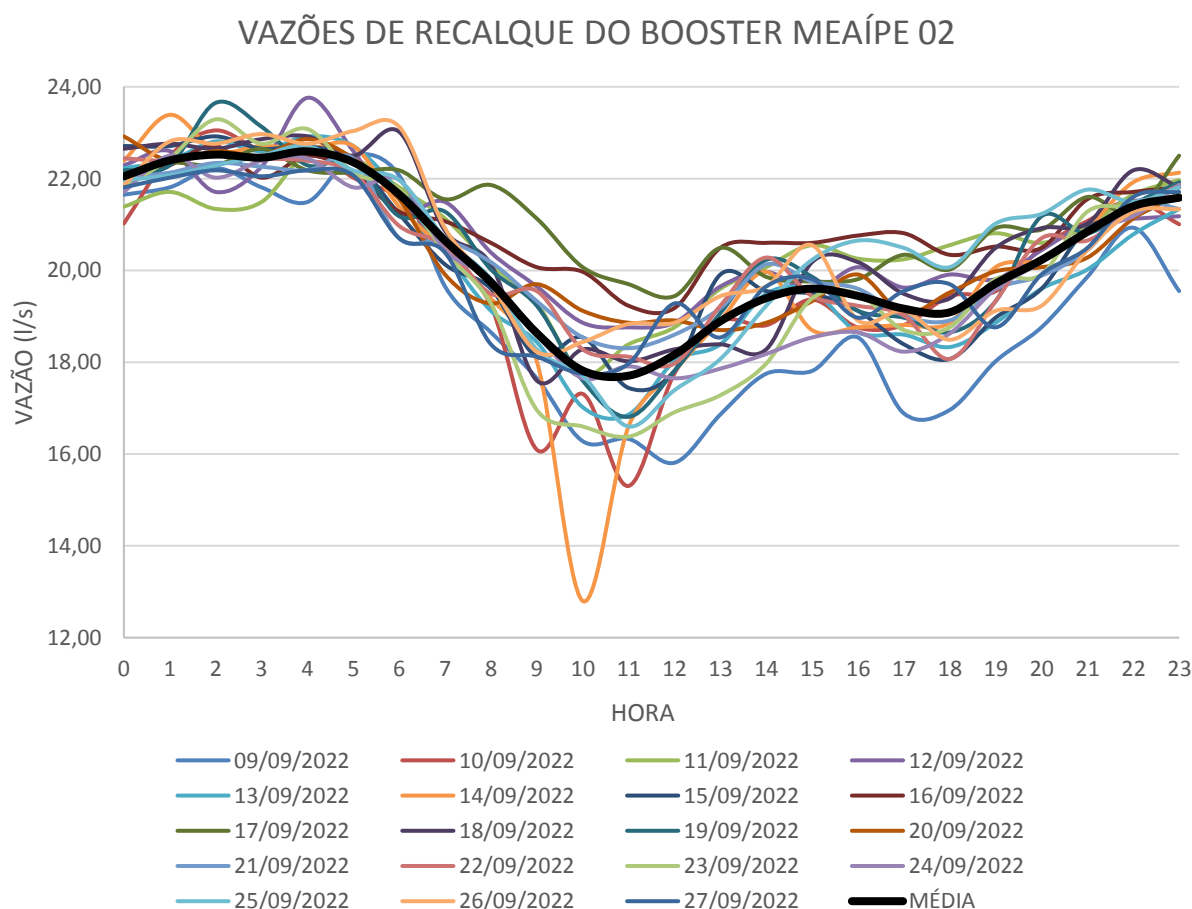


Figura 6 – Vazão de recalque do Booster Meaípe 2.

Da mesma maneira, foi possível compilar os dados do CCO de pressão de um macromedidor instalado próximo do ponto previsto de interligação. Este é um dado importante, pois para a modelagem no EPANET esse ponto de interligação deverá ser convertido em um reservatório de nível fixo e essa variação da pressão será o comportamento que a linha alimentadora apresentará ao longo do dia.

A Figura 7 a seguir apresenta o gráfico compilado desses dados, que também são apresentados integralmente no Anexo 01.

PRESSÕES NA INTERLIGAÇÃO

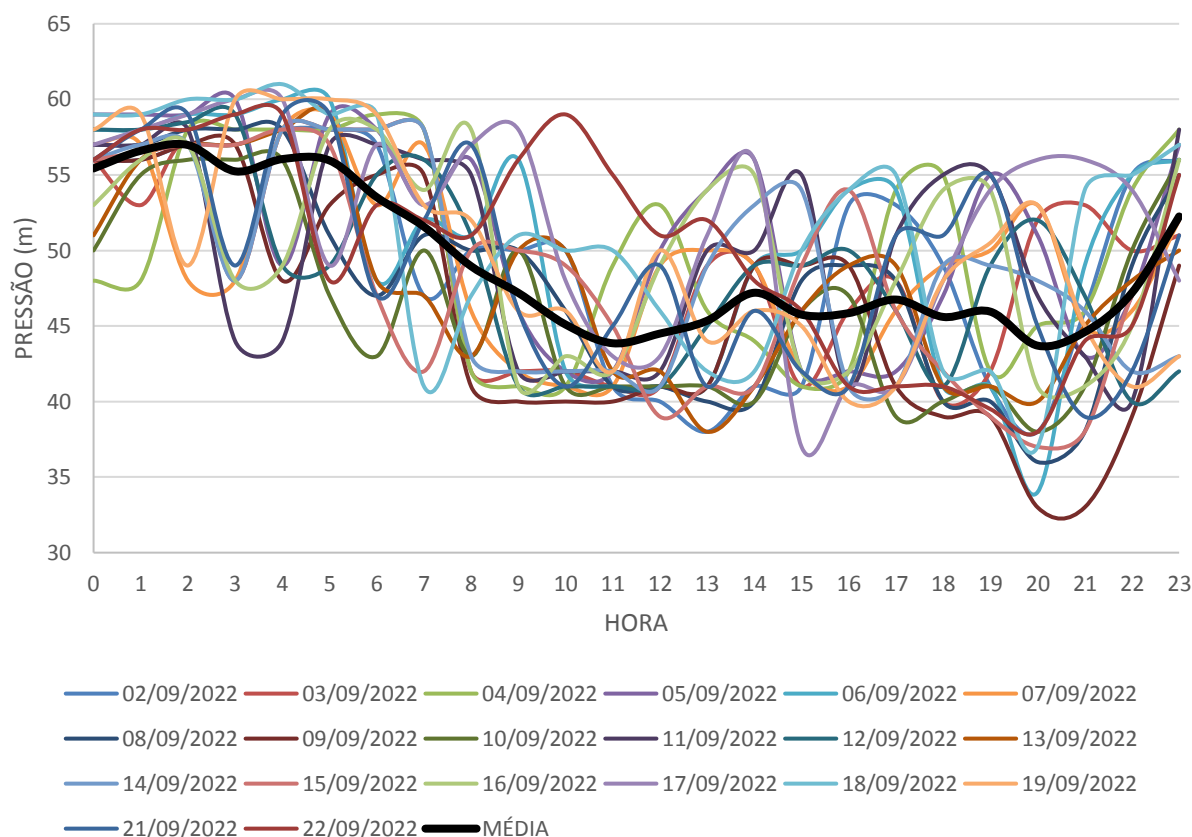


Figura 7 – Variação de pressão na adutora existente DN300.

2.1 Padrões de consumo e pressão

Os padrões de vazões recalçadas e as pressões aferidas durante o período analisado geraram um padrão horário que pode ser convertido e inserido dentro da modelagem do EPANET.

Dependendo do interesse do projeto, pode ser seguida como padrão qualquer linha apresentada pelos dados, dependendo do interesse e segurança do projeto, como limite superior ou inferior, mas nesse caso, como o sistema será dimensionado para um horizonte futuro de 30 anos, optou-se por admitir a linha média.

Os padrões de consumo para cada uma das áreas atendidas pelos boosters e o padrão de pressão no ponto de interligação foram convertidos pelos dados apresentados pelas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, e ilustrados pela Figura 8 pela Figura 9 e pela Figura 10.

Tabela 1 – Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 1

HORA/DATA	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
0	61.24	1.13
1	62.01	1.15
2	62.56	1.16
3	62.68	1.16
4	62.76	1.16
5	62.21	1.15
6	58.43	1.08
7	54.02	1.00
8	50.81	0.94
9	48.01	0.89
10	46.20	0.85
11	45.87	0.85
12	47.24	0.87
13	48.89	0.90
14	50.32	0.93
15	50.79	0.94
16	49.88	0.92
17	49.43	0.91
18	49.15	0.91
19	50.99	0.94
20	53.02	0.98
21	54.83	1.01
22	57.28	1.06
23	59.08	1.09
MÉDIA	54.07	

Tabela 2 – Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 2

HORA/DATA	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
0	22.05	1.08
1	22.40	1.10
2	22.52	1.11
3	22.46	1.10
4	22.59	1.11
5	22.36	1.10
6	21.66	1.06
7	20.65	1.02
8	19.74	0.97
9	18.63	0.92
10	17.82	0.88
11	17.71	0.87

HORA/DATA	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
12	18.16	0.89
13	18.89	0.93
14	19.40	0.95
15	19.60	0.96
16	19.44	0.96
17	19.17	0.94
18	19.09	0.94
19	19.71	0.97
20	20.23	0.99
21	20.84	1.02
22	21.40	1.05
23	21.58	1.06
MÉDIA	20.34	

Tabela 3 – Padrão pressão no ponto de interligação

HORA/DATA	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
0	55.43	1.13
1	56.60	1.15
2	56.98	1.16
3	55.24	1.12
4	56.05	1.14
5	55.95	1.14
6	53.52	1.09
7	51.57	1.05
8	48.95	0.99
9	47.19	0.96
10	45.10	0.92
11	43.86	0.89
12	44.50	0.90
13	45.35	0.92
14	47.20	0.96
15	45.75	0.93
16	45.85	0.93
17	46.75	0.95
18	45.60	0.93
19	45.95	0.93
20	43.70	0.89
21	44.60	0.91
22	47.20	0.96
23	52.25	1.06
MÉDIA	49.21	

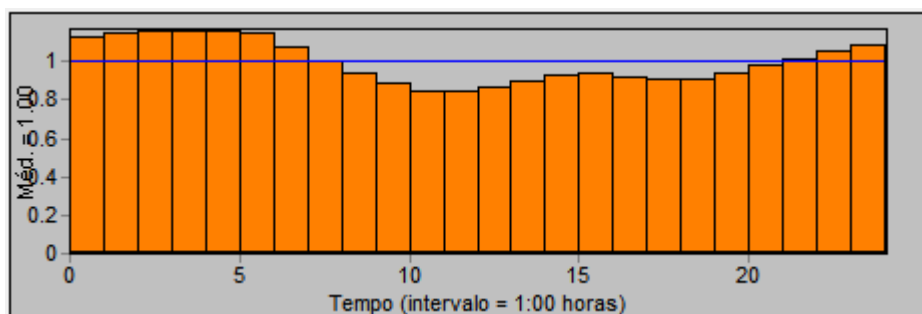


Figura 8 - Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 1

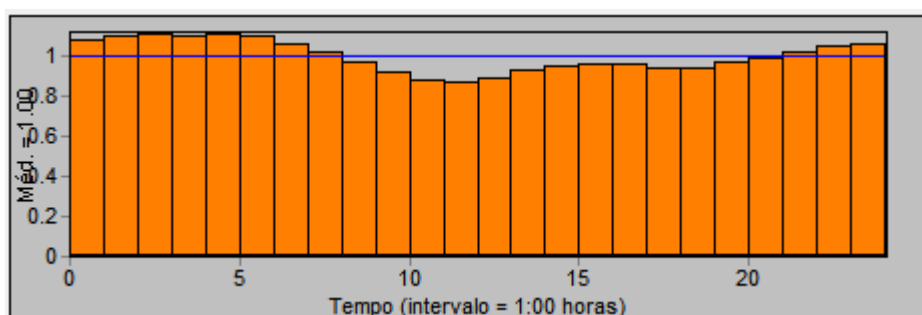


Figura 9 - Padrão de consumo da área atendida pelo Booster Meaípe 2

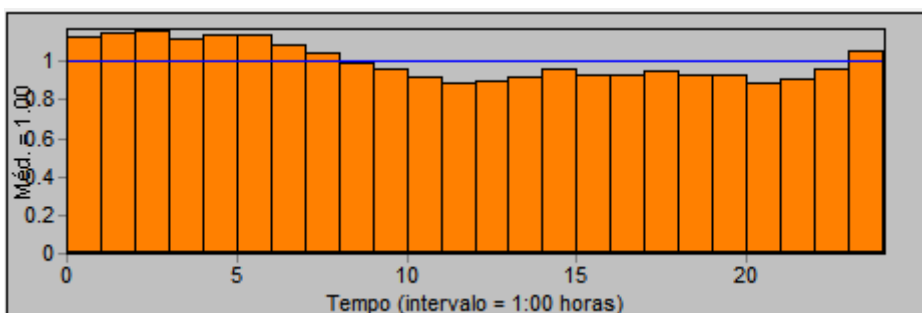


Figura 10 - Padrão pressão no ponto de interligação

2.2 EVOLUÇÃO POPULACIONAL E DA DEMANDA

2.2.1 Projeção da população

A população residente na área de estudo foi determinada com base nos dados de operação fornecidos pela CESAN do ano de 2022.

Esses dados nos mostram a vazão de água distribuída dentro da área de interesse, através do que é recalcado por cada um dos boosters, obtidos através do CCO da CESAN.

Foram adotados esses valores de partida, pois são o que se aproximam mais da realidade atual do sistema. Utilizando dados populacionais dos censos do IBGE como projeção da população de partida, poderíamos chegar a uma população em 2022 maior ou menor que a população com a qual o sistema conta atualmente.

Apesar disso, serão utilizados os dados dos censos do IBGE para encontrarmos uma tendência de projeção futura para a população de fim de plano, em um horizonte de projeto de 30 anos.

2.2.2 Estimativa do crescimento populacional

Nesta metodologia, optou-se pela utilização de dois tipos diferentes de projeção geométrica da população: de primeiro e de segundo grau. Estas projeções se diferem em taxas de crescimento mais ou menos conservadoras. Avaliando os resultados obtidos por cada uma das duas projeções, será adotada a metodologia que for julgada como mais próxima à realidade local.

As populações do município de Guarapari, que foram base para as projeções, podem ser descritas pela Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - População urbana de Guarapari (Censo do IBGE).

Ano	1970	1980	1991	2000	2010
População (hab)	24.105	38.500	61.719	88.400	105.286

Dessa forma, foi possível criar uma linha de tendência da curva de crescimento da população do município, cuja equação pode ser dada por um polinômio de segundo grau, como apresentado na Figura 11.

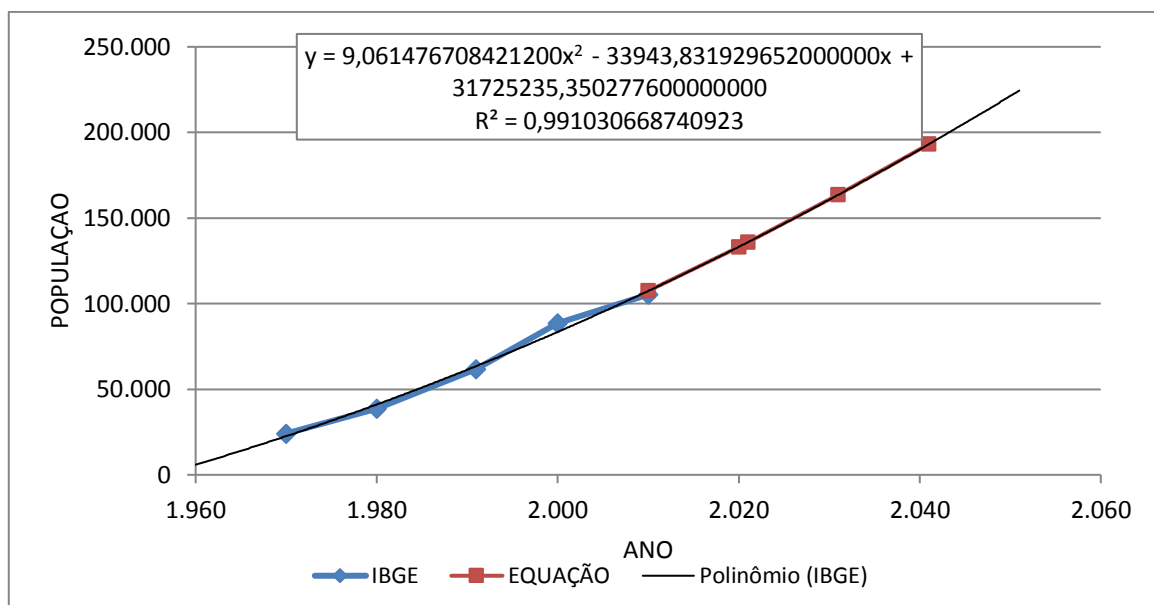


Figura 11 – População de Guarapari e curva de crescimento ajustada para polinômio de segundo grau.

Partindo da população total de Guarapari no atual ano de 2022, obtida como descrito anteriormente e utilizando a equação apresentada na Figura 11, foi possível projetar a população até o horizonte de projeto, que é o ano 2052. A Tabela 5 apresenta os valores obtidos.

Tabela 5 - População de Guarapari (Censo do IBGE), equação de segundo grau.

Ano	Taxa de crescimento	População total
2022		138510
2023	1.96%	141220
2024	1.93%	143948
2025	1.91%	146694
2026	1.88%	149458
2027	1.86%	152240
2028	1.84%	155041
2029	1.82%	157859
2030	1.80%	160696
2031	1.78%	163551
2032	1.76%	166424
2033	1.74%	169315
2034	1.72%	172224
2035	1.70%	175151
2036	1.68%	178097
2037	1.66%	181060
2038	1.65%	184042
2039	1.63%	187042

Ano	Taxa de crescimento	População total
2040	1.61%	190060
2041	1.60%	193096
2042	1.58%	196150
2043	1.57%	199222
2044	1.55%	202313
2045	1.54%	205421
2046	1.52%	208548
2047	1.51%	211693
2048	1.49%	214856
2049	1.48%	218037
2050	1.47%	221236
2051	1.45%	224453
2052	1.44%	227688

Dessa forma, a população estimada de Guarapari para o ano 2052 é de 227688 habitantes, que reflete um crescimento médio de 1.67% a.a. para o período avaliado.

Paralelamente, também foi possível estabelecer uma curva de tendência que representa o crescimento populacional entre os anos de 1970 e 2010, e cuja equação pode ser dada por um polinômio de primeiro grau, como apresentado na Figura 12.

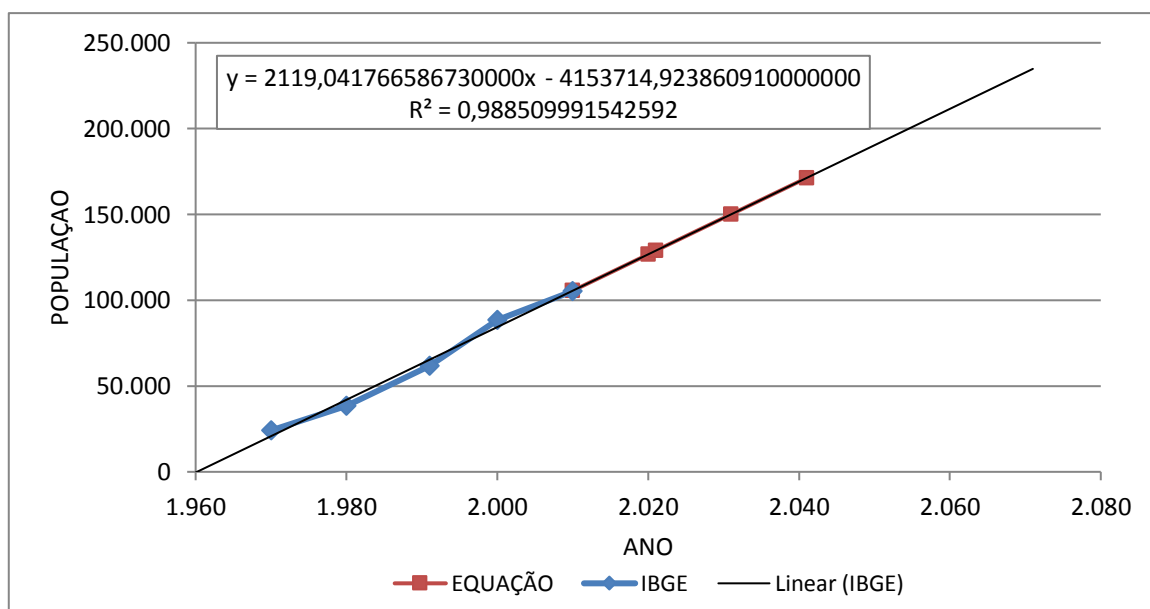


Figura 12 – População de Guarapari e curva de crescimento ajustada para polinômio de primeiro grau.

Partindo da população total de Guarapari, obtida como descrita anteriormente e utilizando a equação apresentada na Figura 12, foi possível projetar a população total de Guarapari até o horizonte de projeto, que é o ano 2052. A Tabela 6 apresenta os valores obtidos.

Tabela 6 - População de Guarapari (Censo do IBGE), equação de primeiro grau.

Ano	Taxa de crescimento	População atendida (Sede)
2022		130988
2023	1.62%	133107
2024	1.59%	135226
2025	1.57%	137345
2026	1.54%	139464
2027	1.52%	141583
2028	1.50%	143702
2029	1.47%	145821
2030	1.45%	147940
2031	1.43%	150059
2032	1.41%	152178
2033	1.39%	154297
2034	1.37%	156416
2035	1.35%	158535
2036	1.34%	160654
2037	1.32%	162773
2038	1.30%	164892
2039	1.29%	167011
2040	1.27%	169130
2041	1.25%	171249
2042	1.24%	173368
2043	1.22%	175487
2044	1.21%	177606
2045	1.19%	179725
2046	1.18%	181845
2047	1.17%	183964
2048	1.15%	186083
2049	1.14%	188202
2050	1.13%	190321
2051	1.11%	192440
2052	1.10%	194559

Sendo assim, a população estimada de Guarapari para o ano 2052 é de 194559 habitantes, que reflete um crescimento médio de 1.33% a.a. para o período avaliado.

Tendo em vista que a área estudada já há um adensamento avançado, não há sinais de crescimento vertical e não tem o apelo turístico como em outras áreas do município, optou-se por adotar o crescimento dado pela equação de primeiro grau, que apesar de

menor, ainda assim se mostra um crescimento bastante significativo em relação a outros municípios do estado.

2.3 Projeção da demanda na área atendida pelo Booster Meaípe 1

Baseado nos dados de viabilidade da região, fornecidos pela CESAN, adotou-se um consumo per capita de água para a região de estudo, com valor de 200 l/hab.dia e uma perda na distribuição de 24%.

Para os coeficientes do dia e hora de maior consumo, como não existem dados locais comprovados oriundos de pesquisas, utilizaram-se os valores recomendados pela NBR 9649/1986, conforme listados a seguir:

- Coeficiente de máxima vazão diária (K_1): 1.2;
- Coeficiente de máxima vazão horária (K_2): 1.5.

Além da população estimada e conseqüentemente a sua vazão de consumo, existem também viabilidades dentro da área de estudo, onde é possível prever vazões pontuais em um futuro próximo. A Tabela 7 apresenta os empreendimentos que foram considerados pela CESAN, e as suas respectivas vazões.

Tabela 7 – Viabilidades e suas respectivas vazões.

EMPREENHIMENTO	POPULAÇÃO DO EMPREENHIMENTO (hab.)	VAZÃO (l/s)
ALDEIA MEAÍPE	535	1.24
TAQUARA DO REINO	1208	2.80
TOTAL	1743	4.03

Porém, essas viabilidades são empreendimentos que ainda não foram iniciados ou completamente implantados. Devido a isso, não é correto estabelecer a vazão plena das viabilidades já no início de plano.

Todavia, não é possível prever a velocidade de ocupação desses empreendimentos, além de que, os empreendimentos têm um tempo de ocupação diferente uns dos outros.

Por isso, foi considerado para os cálculos de vazão final de projeto 10% da vazão total das viabilidades no ano inicial e um acréscimo de 10% ao ano, até atingir a saturação no ano de 2032.

Com essas considerações, a Tabela 8 a seguir, apresenta a projeção da demanda de água para o sistema atendido.

Tabela 8 – Projeção da demanda de água para o sistema.

Ano	População total de Guarapari	Taxa crescimento	Vazão média de abastecimento de Condados (l/s)	Vazão média de água dos empreendimentos (l/s)	Vazão média de abastecimento (l/s)	Vazão média de perdas (distribuição - 24%) (l/s)	Vazão máxima diária de água com perdas - 24% (K1) (l/s)	Vazão máxima horária de água com perdas - 24% (K1, K2) (l/s)
2022	130,988		53.69	0.40	54.09	12.89	62.33	87.06
2023	133,107	1.62%	54.56	0.81	55.36	13.09	63.82	89.18
2024	135,226	1.59%	55.43	1.21	56.64	13.30	65.30	91.30
2025	137,345	1.57%	56.30	1.61	57.91	13.51	66.79	93.43
2026	139,464	1.54%	57.16	2.02	59.18	13.72	68.27	95.55
2027	141,583	1.52%	58.03	2.42	60.45	13.93	69.76	97.67
2028	143,702	1.50%	58.90	2.82	61.72	14.14	71.24	99.79
2029	145,821	1.47%	59.77	3.22	62.99	14.34	72.72	101.91
2030	147,940	1.45%	60.64	3.63	64.27	14.55	74.21	104.04
2031	150,059	1.43%	61.51	3.83	65.34	14.76	75.45	105.79
2032	152,178	1.41%	62.38	4.03	66.41	14.97	76.69	107.55
2033	154,297	1.39%	63.24	4.03	67.27	15.18	77.69	108.95
2034	156,416	1.37%	64.11	4.03	68.14	15.39	78.69	110.35
2035	158,535	1.35%	64.98	4.03	69.01	15.60	79.69	111.74
2036	160,654	1.34%	65.85	4.03	69.88	15.80	80.70	113.14
2037	162,773	1.32%	66.72	4.03	70.75	16.01	81.70	114.54
2038	164,892	1.30%	67.59	4.03	71.62	16.22	82.70	115.93
2039	167,011	1.29%	68.46	4.03	72.49	16.43	83.70	117.33
2040	169,130	1.27%	69.32	4.03	73.35	16.64	84.70	118.73
2041	171,249	1.25%	70.19	4.03	74.22	16.85	85.70	120.12

Ano	População total de Guarapari	Taxa crescimento	Vazão média de abastecimento de Condados (l/s)	Vazão média de água dos empreendimentos (l/s)	Vazão média de abastecimento (l/s)	Vazão média de perdas (distribuição - 24%) (l/s)	Vazão máxima diária de água com perdas - 24% (K1) (l/s)	Vazão máxima horária de água com perdas - 24% (K1, K2) (l/s)
2042	173,368	1.24%	71.06	4.03	75.09	17.05	86.70	121.52
2043	175,487	1.22%	71.93	4.03	75.96	17.26	87.70	122.92
2044	177,606	1.21%	72.80	4.03	76.83	17.47	88.70	124.31
2045	179,725	1.19%	73.67	4.03	77.70	17.68	89.70	125.71
2046	181,845	1.18%	74.54	4.03	78.57	17.89	90.70	127.11
2047	183,964	1.17%	75.40	4.03	79.43	18.10	91.70	128.50
2048	186,083	1.15%	76.27	4.03	80.30	18.31	92.70	129.90
2049	188,202	1.14%	77.14	4.03	81.17	18.51	93.70	131.30
2050	190,321	1.13%	78.01	4.03	82.04	18.72	94.70	132.69
2051	192,440	1.11%	78.88	4.03	82.91	18.93	95.70	134.09
2052	194,559	1.10%	79.75	4.03	83.78	19.14	96.70	135.49

A projeção populacional como descrita no item anterior, apresentou uma demanda máxima diária com perdas de 96.70 l/s, e uma vazão máxima horária com perdas de 135.49 l/s.

De forma prática, o padrão de consumo estipulado no item anterior, fará o papel da variação do consumo ao longo do dia, portanto é necessário alimentar o modelo matemático apenas com o consumo da vazão média de 83.78 l/s.

Para alimentar o modelo matemático, essa vazão será dividida entre os nós instalados, que somam um total de 221 dentro da área de interesse. Portanto, cada nó contribuirá com uma vazão de 0.38 l/s, com exceção dos nós N255 e N254 que representarão os empreendimentos Aldeia Meaípe e Taquara do Reino, respectivamente, e, portanto, terão consumos base diferenciados.

2.4 Projeção da demanda na área atendida pelo Booster Meaípe 2

Para a área de atendimento do Booster Meaípe 2 não houve a informação de implantação de novas viabilidades, porém, manteve-se a adoção do consumo per capita de água na região de estudo de 200 l/hab.dia e uma perda na distribuição de 24%.

Para os coeficientes do dia e hora de maior consumo, como não existem dados locais comprovados oriundos de pesquisas, utilizaram-se os valores recomendados pela NBR 9649/1986, conforme listados a seguir:

- Coeficiente de máxima vazão diária (K_1): 1.2;
- Coeficiente de máxima vazão horária (K_2): 1.5.

Com essas considerações, a Tabela 9 a seguir, apresenta a projeção da demanda de água para o sistema atendido.

Tabela 9 – Projeção da demanda de água para o sistema.

Ano	População total de Guarapari	Taxa crescimento	Vazão média de abastecimento de Maembá e Porto Grande (l/s)	Vazão média de perdas (distribuição - 24%) (l/s)	Vazão máxima diária de água com perdas - 24% (K1) (l/s)	Vazão máxima horária de água com perdas - 24% (K1, K2) (l/s)
2022	130,988		20.34	4.88	23.43	32.71
2023	133,107	1.62%	20.67	4.96	23.81	33.24
2024	135,226	1.59%	21.00	5.04	24.19	33.76
2025	137,345	1.57%	21.33	5.12	24.57	34.29
2026	139,464	1.54%	21.66	5.20	24.95	34.82
2027	141,583	1.52%	21.99	5.28	25.33	35.35
2028	143,702	1.50%	22.31	5.36	25.71	35.88
2029	145,821	1.47%	22.64	5.43	26.09	36.41
2030	147,940	1.45%	22.97	5.51	26.46	36.94
2031	150,059	1.43%	23.30	5.59	26.84	37.47
2032	152,178	1.41%	23.63	5.67	27.22	38.00
2033	154,297	1.39%	23.96	5.75	27.60	38.53
2034	156,416	1.37%	24.29	5.83	27.98	39.06
2035	158,535	1.35%	24.62	5.91	28.36	39.59
2036	160,654	1.34%	24.95	5.99	28.74	40.11
2037	162,773	1.32%	25.28	6.07	29.12	40.64
2038	164,892	1.30%	25.60	6.15	29.50	41.17
2039	167,011	1.29%	25.93	6.22	29.88	41.70
2040	169,130	1.27%	26.26	6.30	30.25	42.23
2041	171,249	1.25%	26.59	6.38	30.63	42.76
2042	173,368	1.24%	26.92	6.46	31.01	43.29

Ano	População total de Guarapari	Taxa crescimento	Vazão média de abastecimento de Maembá e Porto Grande (l/s)	Vazão média de perdas (distribuição - 24%) (l/s)	Vazão máxima diária de água com perdas - 24% (K1) (l/s)	Vazão máxima horária de água com perdas - 24% (K1, K2) (l/s)
2043	175,487	1.22%	27.25	6.54	31.39	43.82
2044	177,606	1.21%	27.58	6.62	31.77	44.35
2045	179,725	1.19%	27.91	6.70	32.15	44.88
2046	181,845	1.18%	28.24	6.78	32.53	45.41
2047	183,964	1.17%	28.57	6.86	32.91	45.93
2048	186,083	1.15%	28.90	6.93	33.29	46.46
2049	188,202	1.14%	29.22	7.01	33.67	46.99
2050	190,321	1.13%	29.55	7.09	34.05	47.52
2051	192,440	1.11%	29.88	7.17	34.42	48.05
2052	194,559	1.10%	30.21	7.25	34.80	48.58

A projeção populacional como descrita no item anterior, apresentou uma demanda máxima diária com perdas de 34.80 l/s, e uma vazão máxima horária com perdas de 48.58 l/s.

De forma prática, o padrão de consumo estipulado anteriormente, fará o papel da variação do consumo ao longo do dia, portanto é necessário alimentar o modelo matemático apenas com o consumo da vazão média de 30.21 l/s.

Para alimentar o modelo matemático, essa vazão será dividida entre os nós instalados, que serão os nós N215 que representa Porto Grande e o nó N216 que representa Maembá. Seguindo as proporções de consumo, o nó N215 de Porto Grande contará com um consumo de 12.07 l/s e o nó N216 de Maembá contará com um consumo base de 18.12 l/s.

3 AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO

3.1 Introdução

Para a avaliação hidráulica do desempenho do sistema nas condições pretendidas, foram criados dois cenários com cada um deles em um modelo matemático específico.

O primeiro modelo foi criado a partir do sistema com as redes atuais, a fim de prever o impacto imediato nas redes de distribuição com a ligação de parte da rede de distribuição diretamente na rede DN300 e pelo reservatório Meaípe, sem a utilização de boosters.

Também nesse primeiro cenário foi verificado o abastecimento das áreas de Porto Grande e Maembá na situação da implantação da nova adutora DN200, desde o booster Meaípe 2 até Porto Grande. Essa nova adutora foi simulada, pois já há a intenção da CESAN de realizar essa substituição.

Um segundo cenário foi criado com a intenção de analisar o cenário futuro, no fim do horizonte de projeto, em 30 anos. Esse cenário estabelece a vazão de final de plano demandada, além de apresentar as intervenções necessárias para a implantação do sistema de forma hidraulicamente satisfatória.

3.2 Modelo hidráulico do cenário atual

Para esse cenário foi implantada a nova linha DN300 do ponto de interligação na rodovia do Sol próxima à derivação para o reservatório Meaípe, até o nó N213, onde hoje estão localizados os boosters. Essa linha se ligará tanto na atual adutora DN150 na avenida Guarapari que abastece grande parte da rede que é hoje atendida pelo Booster Meaípe 1, quanto na nova linha de DN200, a ser implantada na Rodovia do Sol que abastecerá as áreas atendidas pelo Booster Meaípe 2.

Neste cenário também foi realizada a setorização em que a zona de cotas mais baixas passa a ser atendida diretamente pelo reservatório Meaípe. Isso foi feito através da linha DN200 que hoje alimenta os boosters. Alguns trechos foram capeados, tais como: as ligações da Avenida Guarapari com as ruas Mariano de Souza, Argentina Baiense Vailant, Iúna, Alegre e Itaguaçu. A linha de DN200 vinda do reservatório Meaípe passa então a abastecer exclusivamente pelas ligações com as redes da rua Públio Nolasco e avenida Donário Francisco de Jesus.

A vazão de consumo base foi distribuída dentro do modelo da seguinte forma:

- A vazão da área de abastecimento do Booster Meaípe 1 foi dividida igualmente entre os 210 nós de consumo, sendo 0.2557 l/s, correspondente à vazão média de início de plano de 53.69 l/s;

- A vazão da área de abastecimento do Booster Meaípe 2 foi dividida entre os dois nós que representam Porto Grande e Maembá, respectivamente nó N215 e N216, com vazões também respectivamente de 8.13 l/s e 12.20 l/s, totalizando a vazão média de início de plano de 20.34 l/s.

Nessas configurações apresentadas, o modelo apresenta inconsistências e não funciona adequadamente. Existem alguns problemas de ordem técnica que foram observados e que podem explicar os problemas ocorridos.

O primeiro problema está no trecho inicial de distribuição da linha DN150 que está transportando vazões acima de 40 l/s, o que torna inviável para uma rede desse diâmetro, como mostra a Figura 13.

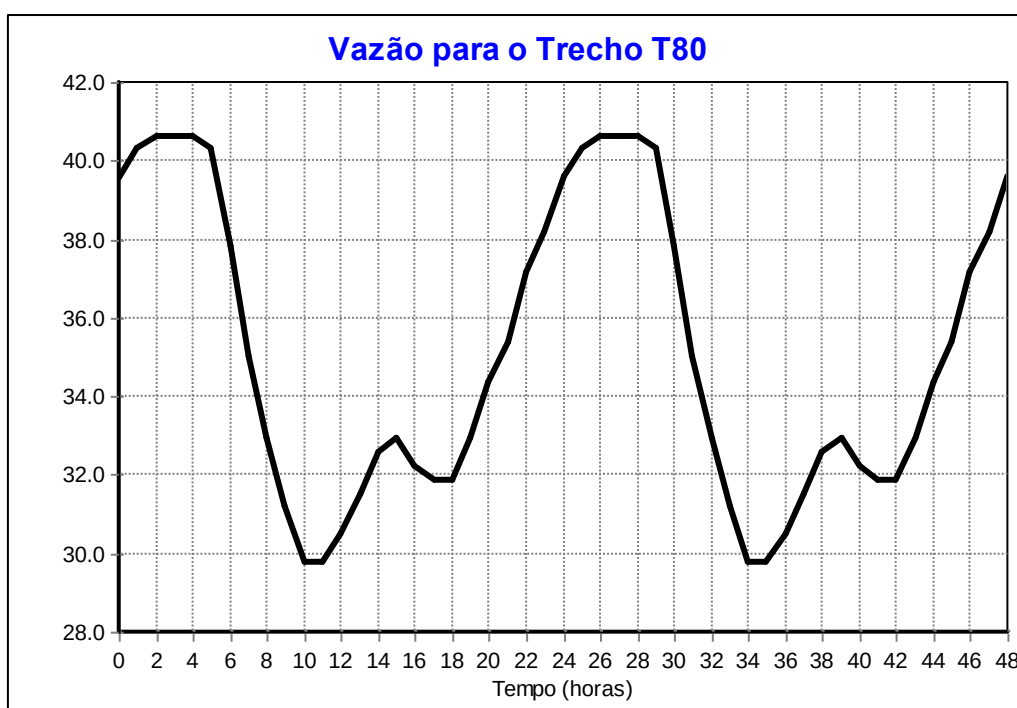


Figura 13 – Vazão no trecho inicial da adutora DN150.

Como resultado dessa vazão tão grande para um diâmetro incompatível, está uma perda de carga muito elevada, acima de 22 m/km, como apresentado na Figura 14.

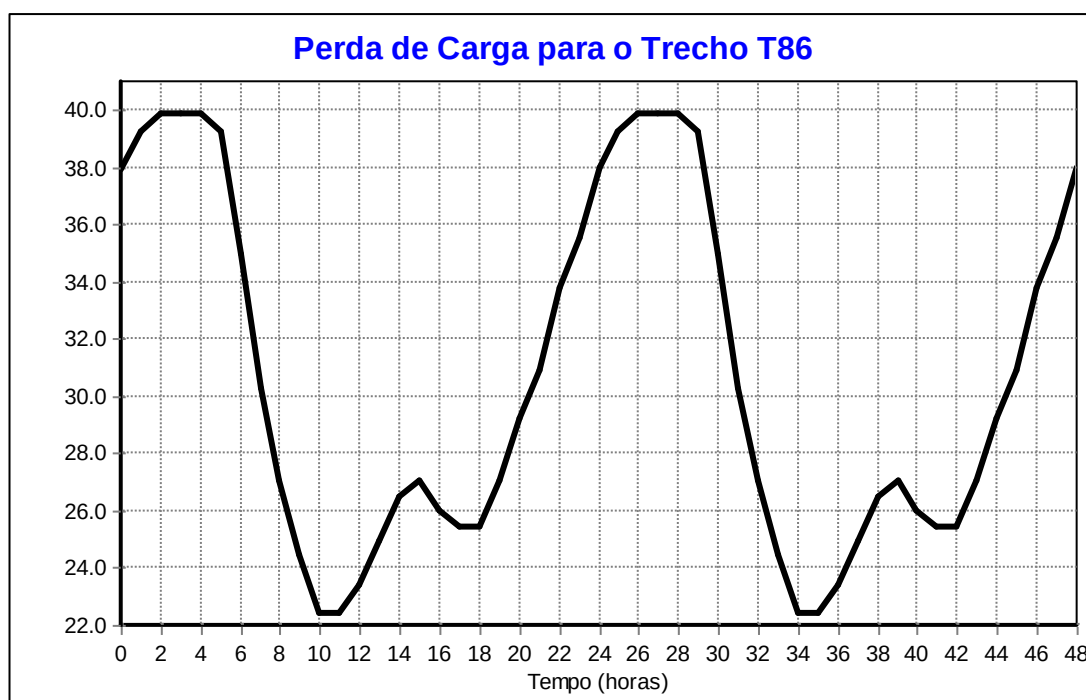


Figura 14 – Perda de carga no trecho inicial da adutora DN150.

Com uma perda de carga tão grande, mesmo com a carga hidráulica disponível no ponto de interligação, não é possível transportar a vazão necessária para o abastecimento, o que reflete na ocorrência de pressões negativas nos trechos de cota mais elevada, conforme apresentado na Figura 15 a seguir.

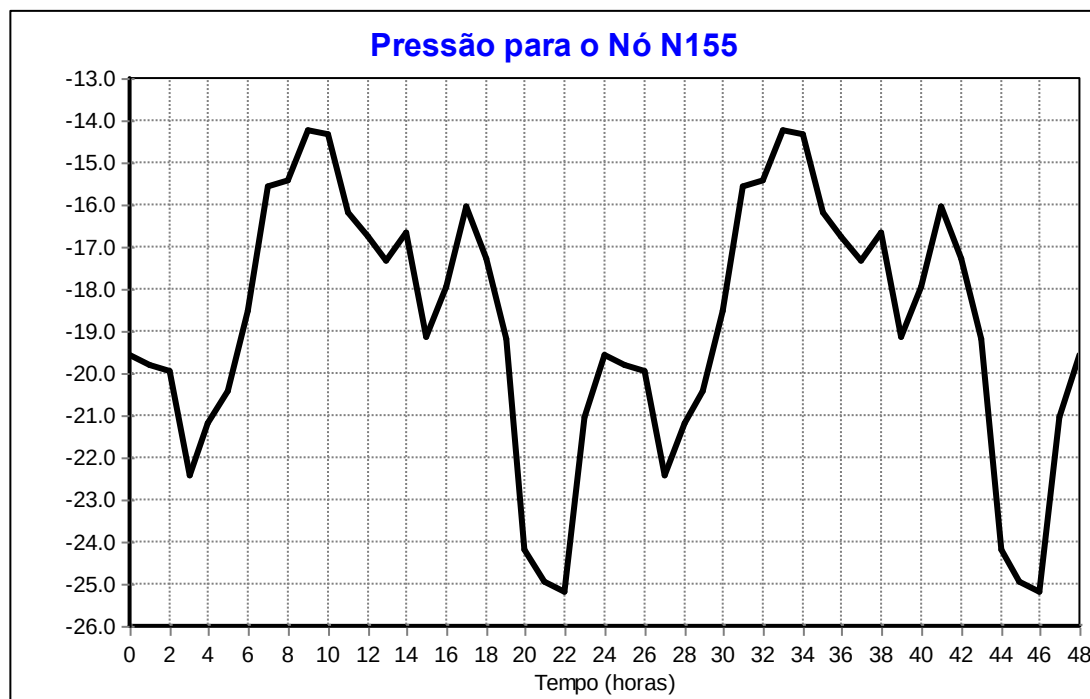


Figura 15 – Pressões no nó de maior cota (cota 45 m).

Essa realidade de perda de carga elevada é constante por grande parte da rede, o que nos mostra que mesmo para um cenário atual de menor vazão, são necessários reforços de rede para que seja possível o abastecimento por gravidade como é desejado.

A Figura 16 a seguir apresenta o mapa de perda de carga da rede que mostra essa realidade.

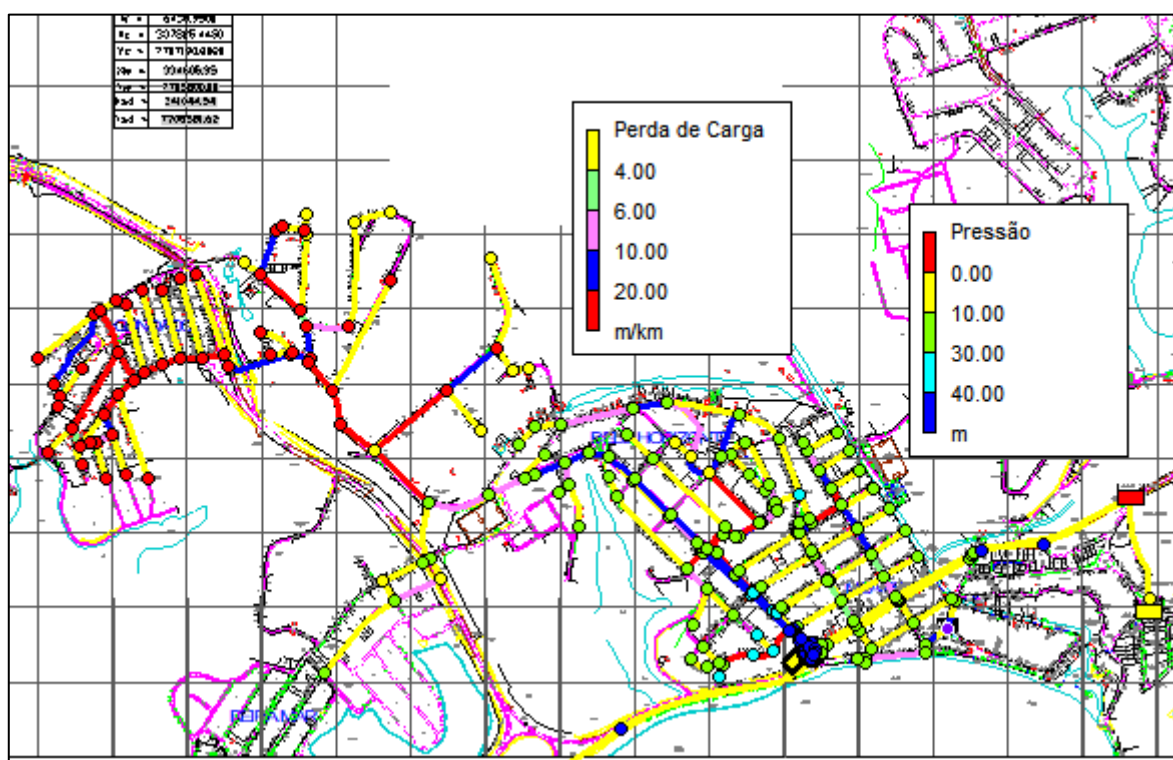


Figura 16 – Mapa de perda de carga da rede para o cenário atual.

Entretanto as melhorias que serão propostas visam o cenário futuro, pois é mais viável a execução de obras que já atendam o cenário futuro.

Por outro lado, esse cenário atual se mostrou satisfatório para as áreas atendidas pelo Booster Meaípe 2 com a substituição do trecho do booster até Porto Grande pelo diâmetro de 200 mm.

Com essa alteração a perda de carga ficou dentro de patamares aceitáveis, as vazões dentro de faixas compatíveis para esse diâmetro e as pressões na ponta da linha (região de Maembá) dentro da faixa que a CESAN costuma trabalhar. As Figura 17 e Figura 18 apresentam a perda de carga na linha de DN200 e as pressões em Maembá.

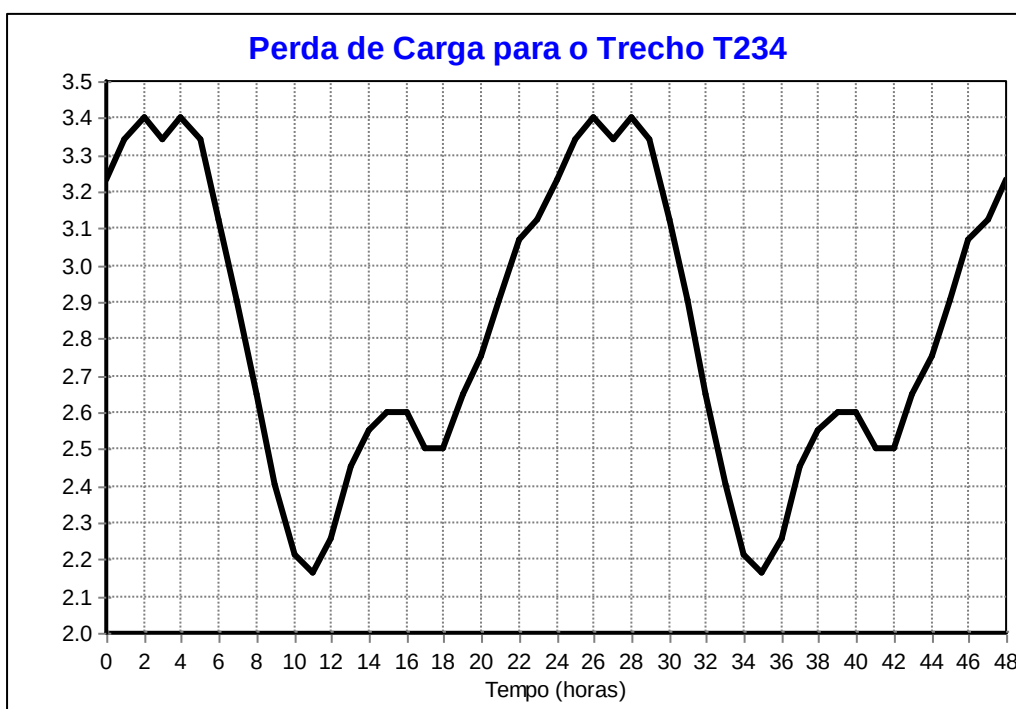


Figura 17 – Perda de carga na linha DN200.

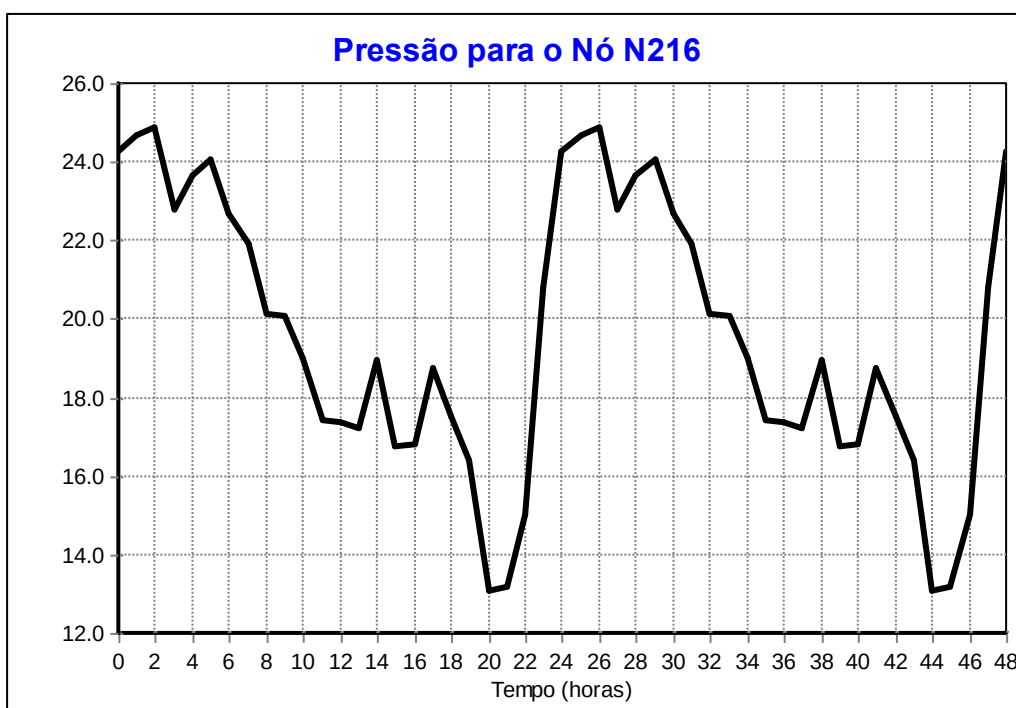


Figura 18 – Pressões em Maembá.

3.3 Modelo hidráulico do cenário futuro

Para esse cenário, foram incluídos os atendimentos nas áreas de Morro Alto e Morrinhos, da maneira conforme descrito anteriormente. Além disso, foi realizado um incremento de consumo nos nós para que a vazão distribuída atingisse a vazão de projeto, conforme descrito pelos itens 2.3 e 2.4.

Além das implantações das ligações já citadas pelo modelo do item anterior, foram inseridos reforços na rede a fim de fazer com que o sistema funcionasse sem os problemas apresentados no cenário atual.

Os principais reforços de rede adicionadas nesse modelo foi a inclusão de uma nova linha DN250 paralela a linha existente DN150, que saí do Booster Meaípe 1, seguindo pela Avenida Guarapari até o cruzamento com a Avenida Brasília.

Neste ponto (nó N103) a rede existente reduz para o DN100 e a nova linha projetada também faz uma redução para DN200, até próximo a travessia sob a Rodovia do Sol, onde há novamente uma redução para o DN150, com o objetivo de abastecer a região de Condados.

Na região de Condados também houve um reforço na linha principal de abastecimento na Rua Duque de Caxias em DN100, substituindo a rede existente DN40. Houve mais alguns pontos de substituição e reforço de rede, que serão detalhados no projeto hidráulico da rede de distribuição.

Por orientação da CESAN, todas as redes com diâmetros menores que DN50 deverão ser substituídos por tubulações com DN50, uma vez que há uma dificuldade de manutenção e substituição de peças com diâmetros menores.

Analisando os resultados apresentados pelo modelo matemático na área atendida pelo Booster Meaípe 1, conclui-se que com as alterações propostas pelo projeto hidráulico, o sistema terá comportamento satisfatório, com plena distribuição de água e pressões dentro da faixa de trabalho.

Um ponto chave de análise do bom funcionamento do sistema é o nó de maior cota altimétrica (nó N155), cuja cota é de 45.0 m. Pela análise operacional, fica evidente que mesmo com a vazão de final de plano e na hora de maior consumo, não há ocorrência de pressão negativa, com este sistema exclusivamente por gravidade. A Figura 19 a seguir apresenta o comportamento de pressão desse nó.

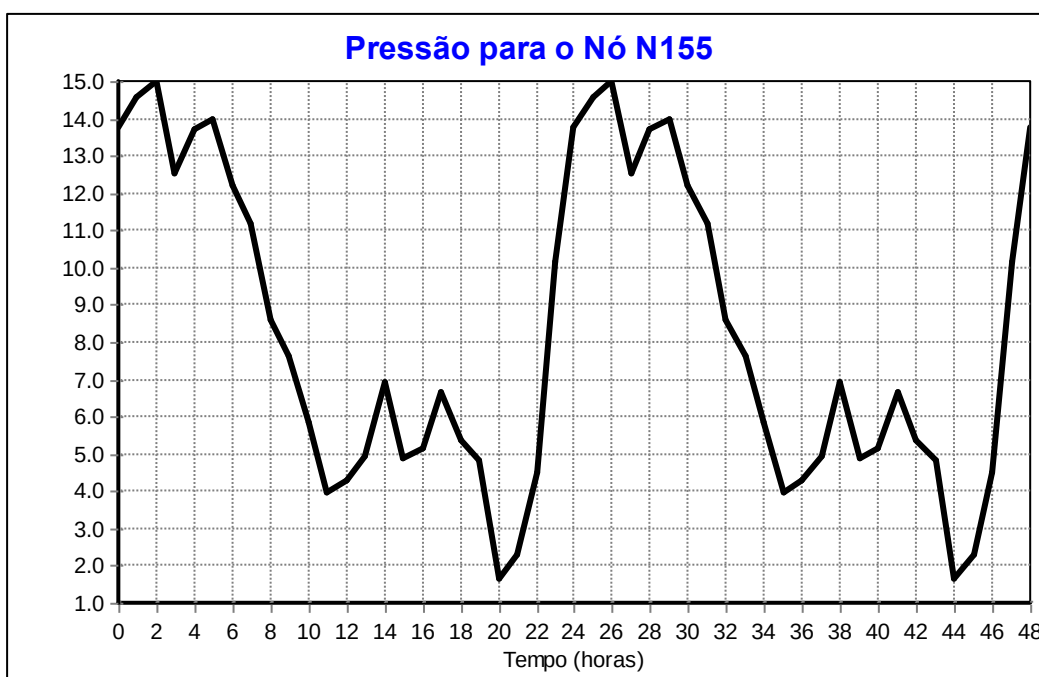


Figura 19 – Pressões no nó de maior cota (cota 45 m).

O resultado nos mostra que neste ponto não há constância de pressão acima de 10 mca, como requerido para abastecimento. Porém, é necessário pontuar que este é o ponto de pior situação, e não necessariamente haverá um cliente sendo atendido nessa cota.

O bom funcionamento do sistema também pode ser observado nas linhas principais de distribuição, a linha DN150 que saía do booster e a nova linha de DN250. A

Figura 20 a seguir apresenta as vazões apresentadas pelas linhas e a Figura 21 apresenta as suas respectivas perdas de carga.

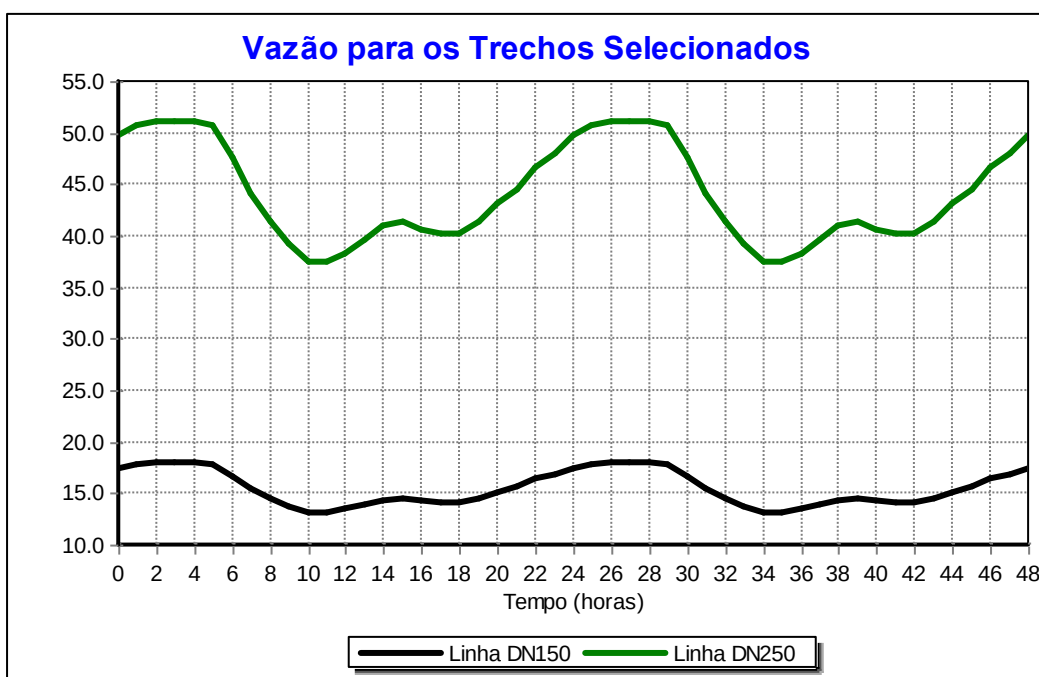


Figura 20 – Vazões nas linhas principais de distribuição.

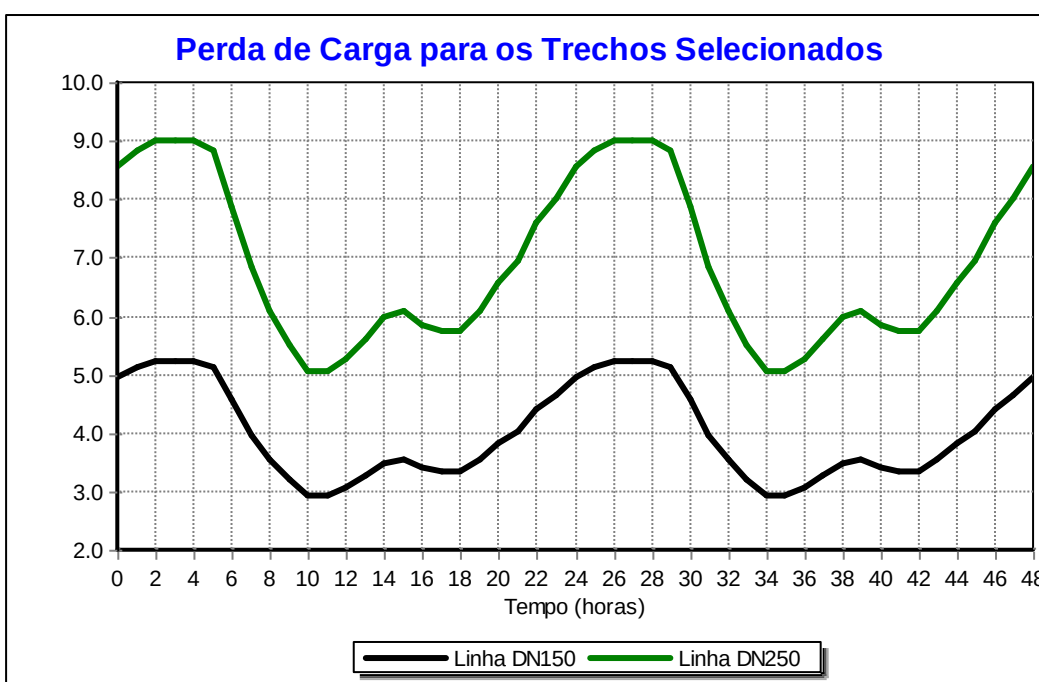


Figura 21 – Perda de carga nas principais linhas de distribuição.

Os resultados apresentados nos mostram o bom comportamento do sistema, dentro dos parâmetros esperados para os diâmetros seleccionados, diferentemente do que ocorreu com os resultados apresentados no modelo do cenário atual.

Da mesma forma ocorre com todo o sistema, analisando o modelo como um todo não há nenhum nó que apresente pressões negativas ou falta de abastecimento nas

condições simuladas. A Figura 22 a seguir apresenta o mapa do sistema no horário de menor pressão disponível, e mesmo assim todos os pontos têm condições de abastecimento favoráveis.

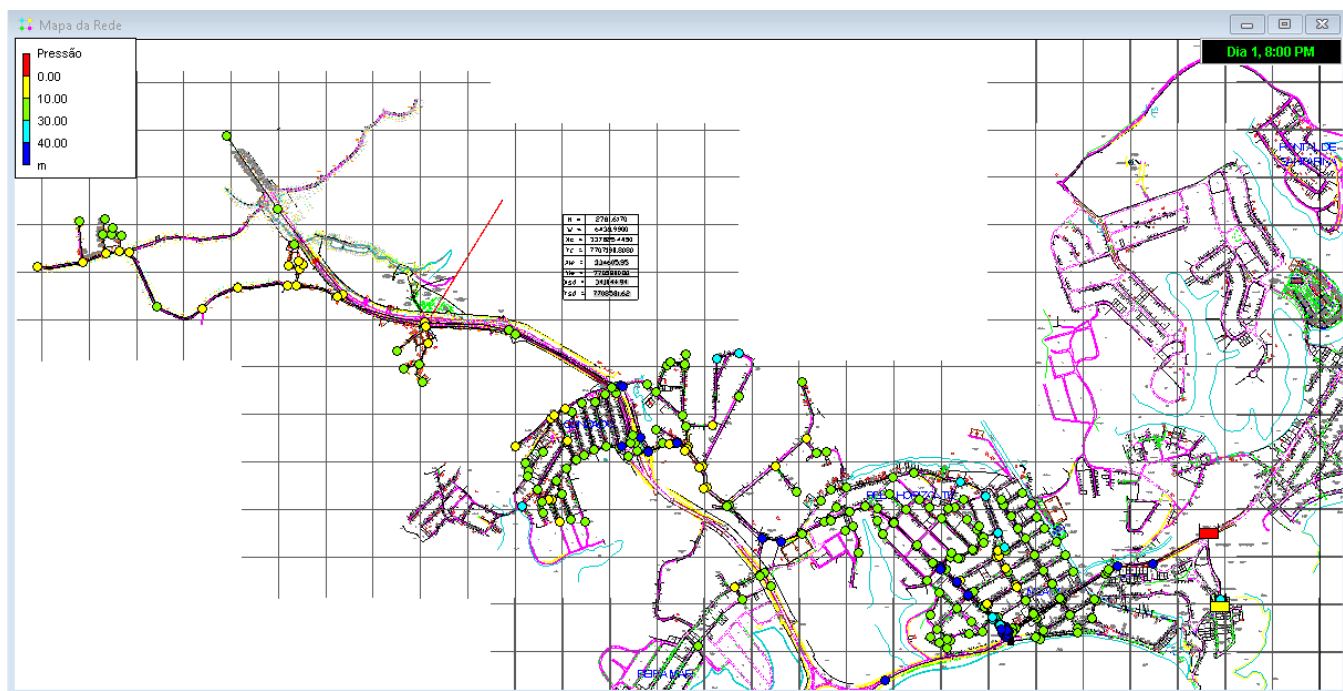


Figura 22 – Mapa do sistema durante o horário de pressão disponível mais desfavorável.

Para a área atendida pelo Booster Meaípe 2, infelizmente foram detectadas pressões negativas na área de Maembá para a vazão de final de plano com o abastecimento exclusivamente por gravidade. A Figura 23 apresenta as pressões resultantes no período avaliado.

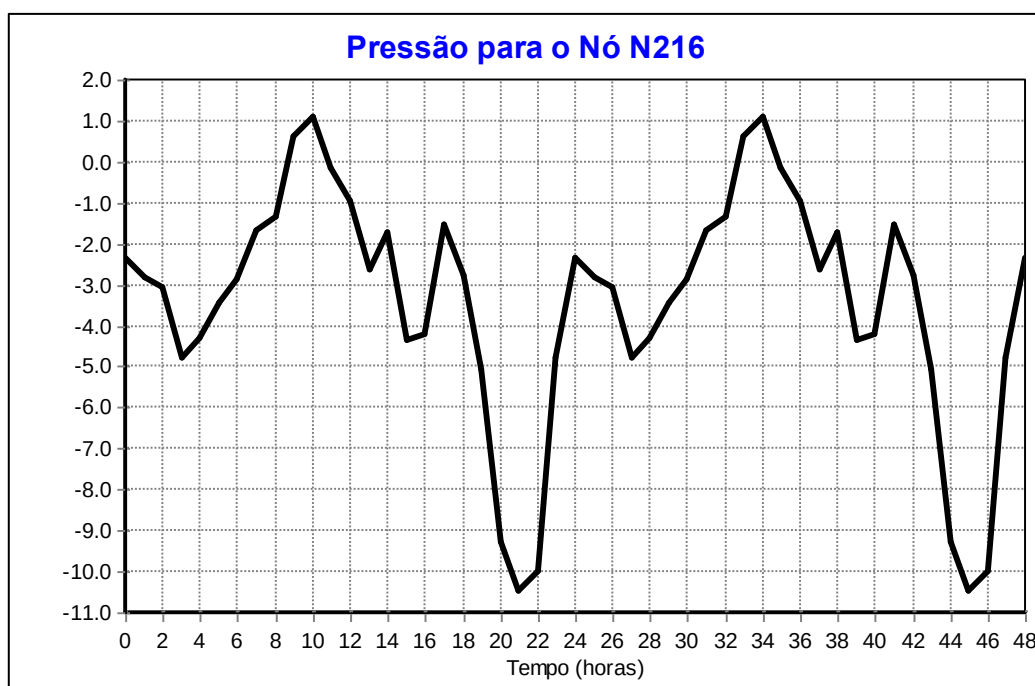


Figura 23 – Pressões na região de Maembá no cenário de vazão futura.

As pressões negativas nesse ponto podem ser explicadas pelo aumento de vazão para o cenário futuro. Como foi ampliado apenas o trecho entre o atual booster e a região de Porto Grande, o trecho final entre Porto Grande e Maembá se manteve com o diâmetro DN150.

O diâmetro atual de 150 mm nesse último trecho não é capaz de transportar a vazão de consumo de Maembá, por causa da perda de carga gerada nesse escoamento, como apresentado nas Figura 24 e Figura 25 a seguir.

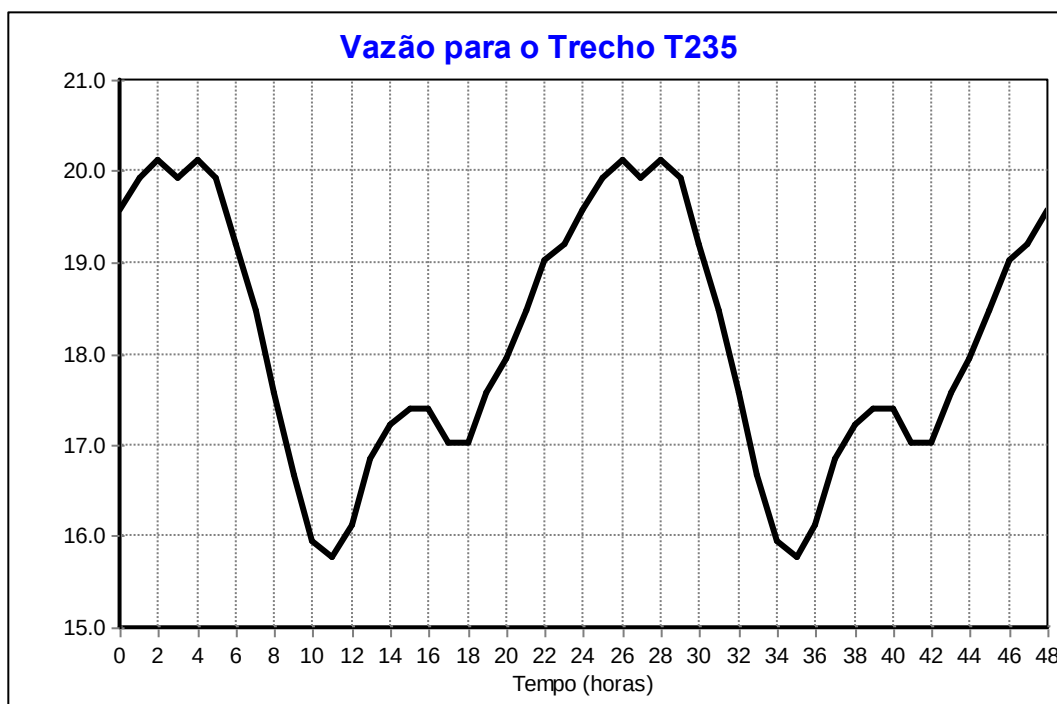


Figura 24 – Vazão no trecho entre Porto Grande e Maembá (DN150).

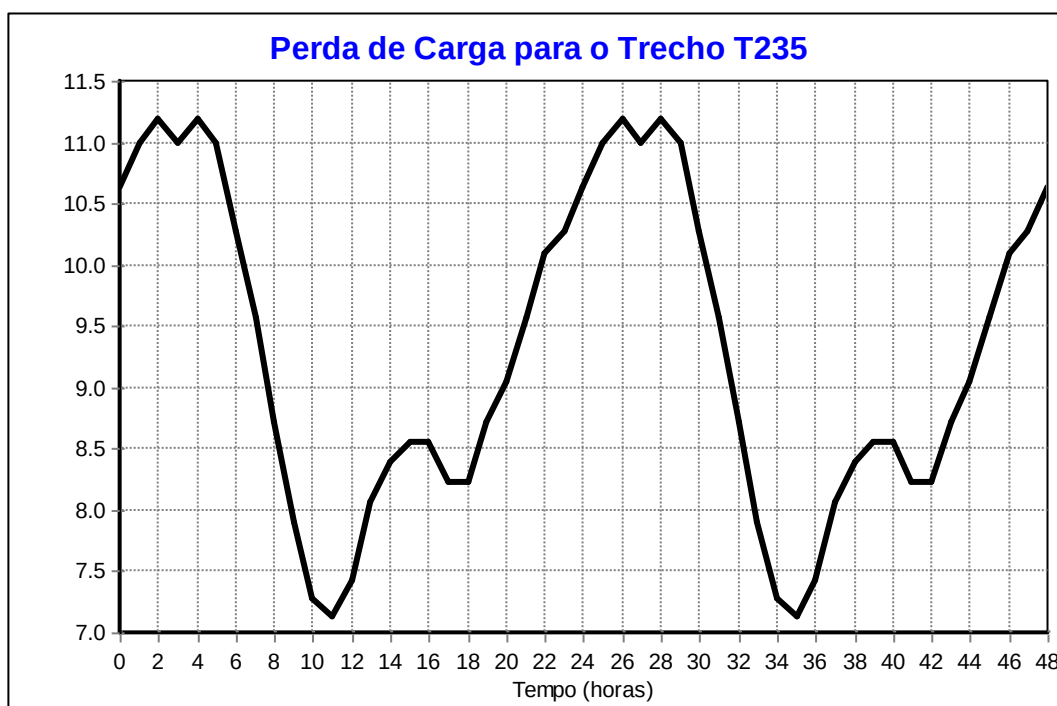


Figura 25 – Perda de carga no trecho entre Porto Grande e Maembá (DN150).

A solução mais viável para a solução desse problema é a adição de um booster nessa linha, uma vez que a troca do trecho entre Porto Grande e Maembá para um diâmetro

maior ou a implantação de uma linha de reforço seria dispendioso do ponto de vista financeiro por se tratar de um trecho longo e burocrático na Rodovia do Sol.

Portanto, para a avaliação hidráulica dessa solução, foi escolhido como referência um conjunto de bomba centrífuga da marca KSB, modelo Meganorm 80-315, com rotação de 1750 rpm, rotor de 259 mm e motor de 25 cv.

Como resultados, podemos verificar as pressões estabelecidas na região de Maembá através da Figura 26 a seguir.

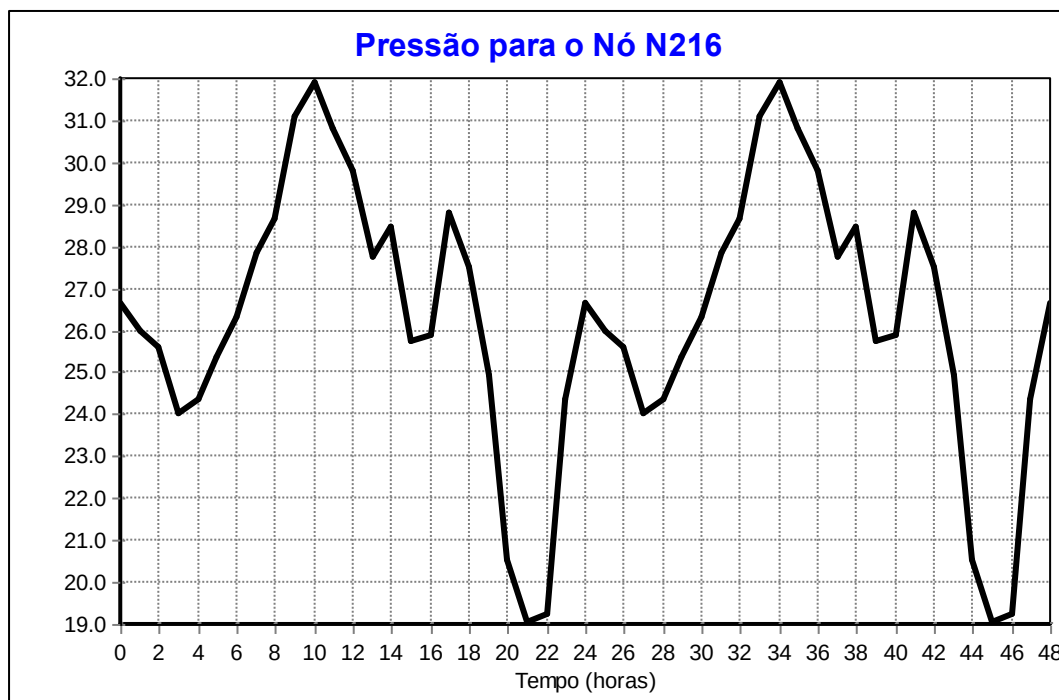


Figura 26 – Pressões na região de Maembá com a utilização de booster.

Entretanto, em decisão conjunta com a CESAN, na reunião do dia 20/10/2022, ficou decidido que não seria necessário o projeto desse booster, uma vez que, pela análise dos modelos estudados, só haverá a necessidade da sua implantação próximo ao ano 2033.

Esse cenário deve se concretizar daqui a muitos anos, e o projeto, caso fosse realizado agora, poderia se tornar obsoleto por vários motivos na época da sua real necessidade de implantação.

Portanto, para o atendimento das áreas atendidas pelo Booster Meaípe 2, será escopo desse projeto apenas a interligação com a nova adutora DN300 e a implantação da nova adutora DN200 entre o booster e a região de Porto Grande.

3.4 Distritos de Macromedição e Controle

Os distritos de macromedição e controle, ou DMCs, são áreas que são abastecidas de forma isolada, a fim de haja um controle operacional do que está sendo abastecido dentro daquela área.

Para este projeto, a área de estudo foi dividida em 3 DMCs, o DMC 1 é a área baixa que será abastecida pelo reservatório Meaípe; O DMC 2 é a área restante que era abastecida pelo Booster Meaípe 1; e o DMC 3 é a área que era abastecida pelo Booster Meaípe 2. A Figura 27 apresenta essas áreas.



Figura 27 – Distritos de medição e controle da área de estudo.

O macromedidor é uma ferramenta importante para a operação, por possibilitar o controle da vazão distribuída em cada um dos distritos de macromedição e controle. Estão previstos as instalações desses dispositivos na linha principal de entrada de cada um dos DMCs estabelecidos. Optou-se do modelo eletromagnético pela robustez e pela precisão de suas medições.

Para o bom funcionamento do macromedidor, é necessária uma velocidade mínima do fluido de, aproximadamente, 0.4 m/s, e não maior que 2.0 m/s. O dimensionamento macromedidor se baseia nos valores da vazão máxima e da vazão mínima do seu ponto de instalação, obtidos pelos resultados da simulação, conforme metodologia apresentada a seguir.

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times V \rightarrow D = \sqrt{\frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times V}}$$

3.4.1 Macromedidor DMC 1:

O macromedidor do DMC 1 será instalado na área do Reservatório Meaípe, na linha DN200 que será responsável pelo abastecimento daquela área (cotas altimétricas mais baixas).

Aplicando a equação anterior, têm-se os seguintes resultados:

$$D = \sqrt{\frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times V}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{0.0165 \times 4}{\pi \times 2}} \rightarrow D = 0.102 \text{ m}$$

Sabendo que diâmetro ideal para o macromedidor seria de 102 mm, foi adotada um equipamento de diâmetro comercial imediatamente superior, ou seja, de DN150. Dessa forma, também foram verificadas as velocidades considerando este diâmetro, tanto para vazão máxima como para vazão mínima:

$$V_{max} = \frac{Q_{max} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{max} = \frac{0.022 \times 4}{\pi \times 0.15^2} \rightarrow V_{max} = 1.24 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = \frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{min} = \frac{0.0165 \times 4}{\pi \times 0.15^2} \rightarrow V_{min} = 0.93 \text{ m/s}$$

Com esses resultados, sabemos que a velocidade no macromedidor irá variar de 0.93 m/s a 1.24 m/s, velocidades aceitáveis para as condições de trabalho em que ela será submetida, garantindo assim o bom funcionamento do macromedidor.

3.4.2 Macromedidor DMC 2:

O macromedidor do DMC 2 será instalado na área atual dos Booster Meaípe, na linha DN300 que vem da interligação.

Aplicando a equação anterior, tem-se os seguintes resultados:

$$D = \sqrt{\frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times V}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{0.0527 \times 4}{\pi \times 2}} \rightarrow D = 0.183 \text{ m}$$

Sabendo que diâmetro ideal para o macromedidor seria de 183 mm, foi adotada uma válvula de diâmetro comercial imediatamente superior, ou seja, de 200 mm. Dessa forma, também foram verificadas as velocidades considerando este diâmetro, tanto para vazão máxima como para vazão mínima:

$$V_{max} = \frac{Q_{max} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{max} = \frac{0.0719 \times 4}{\pi \times 0.20^2} \rightarrow V_{max} = 2.29 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = \frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{min} = \frac{0.0527 \times 4}{\pi \times 0.20^2} \rightarrow V_{min} = 1.68 \text{ m/s}$$

Verificando estes resultados, é possível perceber que a velocidade máxima será maior que a 2.0 m/s, mostrando que o diâmetro de 200 mm não é o mais adequado. Tendo isso em vista, foi testado o diâmetro comercial imediatamente maior, que é 250 mm:

$$V_{max} = \frac{Q_{max} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{max} = \frac{0.0719 \times 4}{\pi \times 0.25^2} \rightarrow V_{max} = 1.47 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = \frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{min} = \frac{0.0527 \times 4}{\pi \times 0.25^2} \rightarrow V_{min} = 1.07 \text{ m/s}$$

Com esses resultados, sabemos que a velocidade no macromedidor irá variar de 1.07 m/s a 1.47 m/s, velocidades aceitáveis para as condições de trabalho em que ela será submetida, garantindo assim o bom funcionamento do macromedidor.

3.4.3 Macromedidor DMC 3:

O macromedidor do DMC 3 também será instalado na área atual dos Booster Meaípe, na nova linha DN200 responsável pelo abastecimento deste DMC.

Aplicando a equação anterior, têm-se os seguintes resultados:

$$D = \sqrt{\frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times V}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{0.0263 \times 4}{\pi \times 2}} \rightarrow D = 0.129 \text{ m}$$

Sabendo que diâmetro ideal para o macromedidor seria de 129 mm, foi adotada uma válvula de diâmetro comercial imediatamente superior, ou seja, de 150 mm. Dessa forma, também foram verificadas as velocidades considerando este diâmetro, tanto para vazão máxima como para vazão mínima:

$$V_{max} = \frac{Q_{max} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{max} = \frac{0.0335 \times 4}{\pi \times 0.15^2} \rightarrow V_{max} = 1.90 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = \frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{min} = \frac{0.0263 \times 4}{\pi \times 0.15^2} \rightarrow V_{min} = 1.49 \text{ m/s}$$

Verificando estes resultados, é possível perceber que as velocidades estão dentro da faixa estabelecida por norma, porém a velocidade máxima está muito próxima do limite superior, mostrando que o diâmetro de 150 mm não é o mais adequado. Tendo isso em vista, foi testado o diâmetro comercial imediatamente maior, que é 200 mm:

$$V_{max} = \frac{Q_{max} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{max} = \frac{0.0335 \times 4}{\pi \times 0.25^2} \rightarrow V_{max} = 1.07 \text{ m/s}$$

$$V_{min} = \frac{Q_{min} \times 4}{\pi \times D^2} \rightarrow V_{min} = \frac{0.0263 \times 4}{\pi \times 0.25^2} \rightarrow V_{min} = 0.84 \text{ m/s}$$

Com esses resultados, sabemos que a velocidade no macromedidor irá variar de 0.84 m/s a 1.07 m/s, velocidades aceitáveis para as condições de trabalho em que ela será submetida, garantindo assim o bom funcionamento do macromedidor.

4 Projetos das Travessias sobre a ES-060

As adutoras de distribuição precisarão atravessar e transitar sob a rodovia ES-060 para realizar o abastecimento das regiões de Condados e do DMC 3.

Para o atendimento da região de Condados é necessária uma travessia que corta a ES-060 no sentido transversal. Porém, como essa passagem é projetada sob um viaduto de acesso, a tubulação seguirá em sentido longitudinal ao sentido da pista.

Para a adutora que seguirá para a região de Porto Grande, a adutora seguirá no sentido da pista (longitudinal).

4.1 Travessia para Condados

A travessia para o abastecimento de Condados será realizada por sob o viaduto, no KM 66,27 da ES-060, no sentido longitudinal da pista inferior, no trecho rural. Foi adotada a utilização do método destrutivo, pelo fato da travessia ser possível por uma das faixas da via anterior, longitudinalmente e possibilitar a interdição de apenas uma faixa durante a obra.

Se fosse utilizado o método não destrutivo, seria necessária a interdição de ambas as faixas no período em que ocorresse a obra e ainda assim haverá necessidade de intervenção direta na pista para instalação de equipamentos e das caixas de passagem. Ressalta-se que o custo da travessia não destrutiva é bem superior, se comparado ao custo da travessia destrutiva. A Figura 28 a seguir apresenta as imagens do local.



Figura 28 – Viaduto onde será realizada a travessia para abastecimento da região de Condados.

4.2 Caminhamento sob a Rodovia 060

Conforme explicado anteriormente neste relatório, será necessário um reforço de rede ampliando o diâmetro, em relação à adutora existente, para o atendimento da região que hoje é abastecida pelo booster Meaípe 02, além da interligação na adutora DN300 próximo ao acesso do reservatório Meaípe.

Para realizar ambas as intervenções, serão necessárias as implantações de uma adutora DN300 entre o acesso ao reservatório Meaípe até o local onde hoje está implantado o booster Meaípe e de uma nova adutora entre o local atual do booster e a Região de Porto Grande, ambas seguindo pela rodovia ES-060, no sentido longitudinal.

Essas intervenções serão realizadas pelo método destrutivo na margem da pista que segue sentido Anchieta, pois é o caminhamento possível de se realizar.

A adutora de interligação de DN300 terá cerca de 1 km na rodovia, se iniciando no KM 67,80 e indo até o KM 69,20. Já o reforço que atenderá o DMC 3 só será necessário até a região de Porto Grande, conforme apresentado pelo estudo de análise operacional. Portanto, o trecho da rodovia que sofrerá essa intervenção é cerca de 2.50 km entre os KM 67,80 e KM 2,03 (Ramo). Esse caminhamento pela ES-060 trafega em trechos tanto urbanos quanto rurais. A Figura 29 a seguir apresenta essa localização.

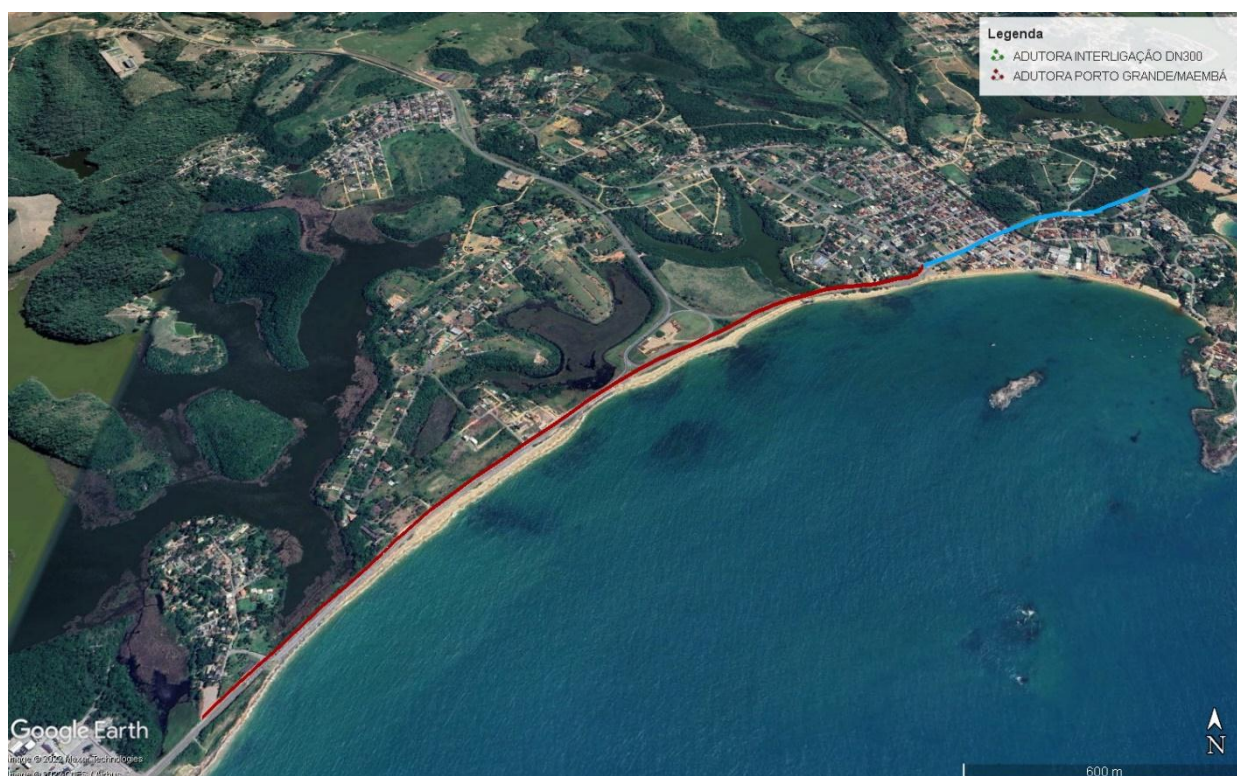


Figura 29 – Localização do trecho de intervenção da rodovia ES-060.

5 CONCLUSÃO

Este estudo prevê a expansão da rede de abastecimento de água do SAA Guarapari, ampliando o atendimento nas áreas já atendidas de Meaípe, Condados, Porto Grande, Maembá e atendendo novas localidades que até então não são atendidas, como Morro Alto e Morrinhos.

O projeto contempla o a ampliação do sistema de abastecimento, porém sua concepção retira a utilização dos booster que são utilizados atualmente, o que vislumbra uma operação menos onerosa à CESAN.

Essa concepção se dá pelo fato de que grande parte do abastecimento será realizada pela ligação com a adutora DN300, vinda da ETA Guarapari e outra parte pelo reservatório Meaípe, que já tem projeto elaborado para sua ampliação.

Para a parte baixa da área que é hoje atendida pelo Booster Meaípe 1, chamada de DMC 1, não serão necessárias grandes intervenções, apenas isolar a área para seja atendida exclusivamente pela adutora DN200, que hoje alimenta o booster.

Para a área alta que hoje é atendida pelo Booster Meaípe 1, chamada de DMC 2, o estudo de análise operacional mostrou que não será possível o atendimento do sistema nessa composição sem que haja implantação de redes de reforço, conforme apontado o projeto hidráulico. Essas redes de reforço dividem a vazão, reduzindo a perda de carga unitária e possibilitando o transporte da vazão até o final de plano, sem a necessidade de adição de energia.

Para a área que hoje é atendida pelo Booster Meaípe 2, chamada de DMC 3, o estudo de análise operacional mostrou que a troca do diâmetro da adutora de 150 mm no trecho entre o booster e Porto Grande para o diâmetro de 200 mm possibilitará a operação de toda a zona por muitos anos até próximo o horizonte de projeto.

Porém, para as vazões do final de plano, a perda de carga na tubulação no trecho final entre Porto Grande e Maembá tornará o atendimento à área de Maembá inviável, com constantes pressões negativas e desabastecimento, sendo possível o atendimento apenas com a instalação de um booster específico.

Contudo, em decisão conjunta com a CESAN, ficou definido que não há a necessidade de projeto deste booster neste momento já que o atendimento somente por gravidade ocorrerá, aproximadamente até o ano 2033.

ANEXOS

ANEXO 01 – DADOS AJUSTADOS DO CCO

Dados ajustados do CCO para a vazão de recalque do Booster Meaípe 01.

HORA/DATA	09/09/2022	10/09/2022	11/09/2022	12/09/2022	13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022	19/09/2022
0	60.93	59.51	57.76	62.35	61.04	61.04	62.09	61.04	61.46	61.04	61.67
1	61.30	61.78	58.56	62.78	61.93	61.98	62.99	62.25	62.57	63.04	62.67
2	61.72	62.30	60.72	62.88	62.88	62.51	63.51	62.88	62.35	62.41	63.30
3	61.67	62.57	60.09	63.04	63.09	62.62	63.25	63.25	62.62	63.73	62.99
4	61.51	62.73	61.51	62.30	63.04	62.62	63.51	63.62	62.78	63.15	63.04
5	62.51	60.04	61.30	62.57	62.51	62.83	61.88	61.77	62.62	63.09	62.30
6	58.13	57.45	59.08	62.04	58.29	57.45	57.55	50.91	62.67	62.93	59.08
7	48.06	52.60	55.97	55.81	53.02	52.07	52.44	57.66	59.61	55.97	57.50
8	46.58	49.33	52.59	53.65	49.69	47.74	49.01	52.49	58.24	53.23	50.43
9	44.37	45.32	51.65	49.75	46.74	46.58	44.42	53.60	54.86	46.37	49.32
10	42.68	44.45	46.95	47.74	43.47	42.89	45.79	52.23	51.59	47.16	45.37
11	42.47	44.40	48.01	48.69	40.04	42.31	46.00	50.75	50.91	44.21	43.73
12	41.78	45.50	48.53	48.95	44.63	45.90	47.79	49.38	51.43	47.06	46.21
13	44.68	47.67	50.12	51.65	45.37	48.69	51.54	53.49	52.12	48.22	47.79
14	46.48	48.11	53.34	52.44	49.43	49.43	51.65	53.91	53.28	50.64	50.17
15	47.40	48.35	54.60	50.48	50.38	47.53	49.61	52.70	52.81	51.49	51.06
16	48.01	47.35	54.44	51.06	48.59	47.27	48.37	54.28	53.18	51.75	48.22
17	43.05	47.43	54.02	50.56	46.16	47.16	47.80	54.12	53.33	50.75	49.59
18	44.10	48.98	52.49	51.17	46.90	47.58	47.58	52.33	52.91	51.86	47.21
19	47.69	49.98	55.50	51.12	48.43	50.80	48.53	54.63	53.44	54.60	49.96
20	49.64	53.26	57.50	51.86	50.04	52.38	51.01	55.39	55.50	56.18	54.60
21	53.33	54.81	57.08	54.34	50.33	55.71	54.44	58.19	56.50	59.24	55.29
22	54.12	58.24	59.40	57.71	55.92	57.24	55.55	58.82	58.13	59.93	58.66
23	57.24	55.14	60.19	58.93	58.24	60.77	60.88	60.93	60.51	60.24	59.45

HORA/DATA	09/09/2022	10/09/2022	11/09/2022	12/09/2022	13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022	19/09/2022
MÉDIA	51.23	52.80	55.47	55.16	52.51	53.05	53.63	56.28	56.89	55.35	54.15

HORA/DATA	20/09/2022	21/09/2022	22/09/2022	23/09/2022	24/09/2022	25/09/2022	26/09/2022	27/09/2022	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
0	62.62	60.56	61.67	66.10	60.30	60.51	61.14	60.77	61.24	1.13
1	62.57	61.19	62.14	62.57	62.20	61.67	62.72	61.35	62.01	1.15
2	63.67	62.14	62.04	63.20	62.41	62.46	63.09	62.20	62.56	1.16
3	63.51	62.51	62.14	63.67	62.35	62.14	63.57	62.14	62.68	1.16
4	63.73	62.25	62.83	63.04	62.51	62.78	63.09	62.41	62.76	1.16
5	63.20	62.14	62.30	61.19	62.83	62.72	63.09	61.19	62.21	1.15
6	58.13	55.44	58.82	58.34	60.88	60.88	60.51	51.65	58.43	1.08
7	54.70	52.33	54.81	51.96	53.70	54.60	52.70	50.96	54.02	1.00
8	50.27	51.59	51.01	50.64	50.59	48.80	52.17	47.42	50.81	0.94
9	49.30	49.43	49.54	43.68	46.69	46.05	48.06	46.50	48.01	0.89
10	48.95	46.21	48.16	40.94	46.32	44.31	47.90	44.63	46.20	0.85
11	48.37	45.69	48.74	43.79	46.69	43.31	48.37	45.10	45.87	0.85
12	49.06	49.85	47.00	46.37	46.79	44.73	48.53	48.09	47.24	0.87
13	50.17	49.90	50.12	45.31	45.90	47.74	49.75	48.64	48.89	0.90
14	50.27	51.49	50.70	47.21	46.84	49.80	50.38	50.59	50.32	0.93
15	52.65	51.70	49.90	49.11	48.53	52.33	52.23	52.07	50.79	0.94
16	49.27	49.48	48.95	50.85	45.79	53.07	48.69	49.06	49.88	0.92
17	49.64	49.11	48.37	49.54	47.11	52.44	48.11	50.91	49.43	0.91
18	49.38	47.00	47.53	51.01	46.05	52.38	48.06	49.38	49.15	0.91
19	50.17	49.96	50.43	51.65	48.80	54.86	49.27	49.06	50.99	0.94
20	52.81	51.54	52.75	52.23	50.91	56.82	52.96	50.01	53.02	0.98
21	53.39	53.54	54.18	54.65	53.97	58.34	52.81	51.70	54.83	1.01
22	56.66	56.29	56.23	56.82	56.34	59.40	56.55	56.39	57.28	1.06

HORA/DATA	20/09/2022	21/09/2022	22/09/2022	23/09/2022	24/09/2022	25/09/2022	26/09/2022	27/09/2022	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
23	58.13	58.82	58.56	59.51	58.77	60.35	58.45	57.50	59.08	1.09
MÉDIA	54.61	53.76	54.12	53.47	53.05	54.69	54.26	52.90	54.07	

Dados ajustados do CCO para a vazão de recalque do Booster Meaípe 02.

HORA/DATA	09/09/2022	10/09/2022	11/09/2022	12/09/2022	13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022	19/09/2022
0	21.65	21.02	21.39	22.29	22.23	22.39	22.71	21.86	22.02	22.65	22.18
1	21.81	22.50	21.71	22.60	22.39	23.39	22.71	22.29	22.34	22.76	22.29
2	22.23	23.05	21.34	21.71	22.81	22.60	22.92	22.71	22.29	22.65	23.65
3	21.81	22.63	21.49	22.26	22.60	22.71	22.65	22.02	22.65	22.86	23.13
4	21.49	22.71	22.55	23.76	22.92	22.65	22.71	22.50	22.18	22.92	22.29
5	22.50	22.02	22.44	22.60	22.71	22.71	22.39	22.13	22.13	22.50	22.39
6	22.07	21.58	21.81	21.28	21.71	21.39	21.23	21.28	22.18	23.02	21.18
7	19.65	20.39	21.13	21.49	20.39	20.44	20.13	21.07	21.55	20.86	21.28
8	18.65	19.23	20.13	20.39	19.12	19.39	19.60	20.60	21.86	20.13	20.02
9	17.65	16.10	19.28	19.65	18.44	18.02	18.12	20.07	21.13	17.60	19.23
10	16.28	17.31	17.75	18.86	17.02	12.80	18.54	19.97	20.07	18.28	17.60
11	16.33	15.31	18.39	18.76	16.86	16.60	17.44	19.23	19.70	18.02	16.81
12	15.81	17.76	18.76	18.86	18.02	17.81	17.81	19.18	19.44	18.28	17.81
13	16.86	18.89	19.60	19.65	18.39	18.91	19.91	20.49	20.49	18.39	19.07
14	17.75	18.81	20.07	19.97	19.49	19.97	19.55	20.60	19.86	18.28	20.23
15	17.81	19.37	20.55	19.55	19.55	18.70	19.49	20.60	19.76	20.18	19.86
16	18.54	18.76	20.26	20.07	18.65	18.76	19.12	20.76	19.81	20.18	19.12
17	16.89	18.81	20.24	19.63	18.60	18.81	18.39	20.81	20.34	19.49	18.97
18	16.96	19.44	20.55	19.91	18.33	18.86	18.07	20.34	20.02	19.39	18.65
19	18.02	19.55	20.81	19.81	18.86	20.07	18.97	20.52	20.92	20.49	19.33
20	18.76	20.50	20.60	20.44	19.60	20.23	19.60	20.49	20.89	20.92	21.18
21	19.86	21.08	20.97	21.02	20.02	20.92	20.92	21.55	21.60	21.02	20.81

HORA/DATA	09/09/2022	10/09/2022	11/09/2022	12/09/2022	13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022	19/09/2022
22	20.93	21.53	21.65	21.13	20.79	21.92	21.18	21.71	21.23	22.18	21.44
23	19.55	21.01	21.97	21.18	21.34	22.13	21.65	21.81	22.50	21.81	21.92
MÉDIA	19.16	19.97	20.64	20.70	20.03	20.09	20.24	21.02	21.12	20.62	20.44

HORA/DATA	20/09/2022	21/09/2022	22/09/2022	23/09/2022	24/09/2022	25/09/2022	26/09/2022	27/09/2022	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
0	22.92	22.02	22.44	21.81	21.71	21.97	21.86	21.81	22.05	1.08
1	22.39	22.13	22.39	22.44	22.50	22.07	22.81	22.02	22.40	1.10
2	22.60	22.34	22.50	23.29	22.02	22.29	22.76	22.18	22.52	1.11
3	22.50	22.26	22.44	22.76	22.39	22.50	22.97	22.05	22.46	1.10
4	22.86	22.18	22.39	23.08	22.44	22.71	22.76	22.18	22.59	1.11
5	22.44	22.44	22.13	22.13	21.81	22.18	23.04	22.07	22.36	1.10
6	21.55	20.70	20.97	21.76	21.97	21.97	23.13	20.70	21.66	1.06
7	19.91	20.65	20.55	20.39	20.44	20.70	20.92	20.39	20.65	1.02
8	19.28	20.18	19.49	19.28	19.81	19.81	19.70	18.39	19.74	0.97
9	19.70	19.33	19.55	16.96	18.60	18.28	18.23	18.12	18.63	0.92
10	19.12	18.54	18.28	16.60	17.65	17.70	18.44	17.75	17.82	0.88
11	18.86	18.31	18.12	16.38	17.91	16.60	18.84	17.97	17.71	0.87
12	18.91	18.60	17.97	16.91	17.65	17.39	18.86	19.28	18.16	0.89
13	18.70	19.18	19.23	17.28	17.86	18.07	19.44	18.54	18.89	0.93
14	18.86	20.13	20.28	17.97	18.18	19.23	19.65	19.65	19.40	0.95
15	19.33	19.76	19.44	19.39	18.54	20.23	20.55	19.81	19.60	0.96
16	19.91	19.60	19.23	19.49	18.65	20.65	18.91	18.97	19.44	0.96
17	19.07	19.02	19.02	18.70	18.23	20.49	19.12	19.55	19.17	0.94
18	19.52	18.91	18.07	18.76	18.63	20.07	18.49	19.70	19.09	0.94
19	19.98	19.60	19.33	19.81	19.60	21.02	19.12	18.76	19.71	0.97
20	20.07	19.89	20.70	19.91	20.18	21.23	19.23	19.91	20.23	0.99

HORA/DATA	20/09/2022	21/09/2022	22/09/2022	23/09/2022	24/09/2022	25/09/2022	26/09/2022	27/09/2022	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
21	20.28	20.44	20.65	21.28	20.86	21.76	20.44	20.49	20.84	1.02
22	21.13	21.49	21.34	21.39	21.18	21.49	21.28	21.60	21.40	1.05
23	21.65	21.34	21.86	21.65	21.86	21.81	21.34	21.71	21.58	1.06
MÉDIA	20.48	20.38	20.35	19.98	20.03	20.51	20.49	20.15	20.34	

Dados ajustados do CCO para a pressão no ponto de interligação.

HORA/DATA	02/09/2022	03/09/2022	04/09/2022	05/09/2022	06/09/2022	07/09/2022	08/09/2022	09/09/2022	10/09/2022	11/09/2022
0	56	56	48	59	58	57	57	56	50	57
1	56	53	48	59	58	57	57	56	55	57
2	57	57	58	59	59	48	58	57	56	58
3	57	48	58	60	59	48	58	57	56	44
4	58	58	58	49	60	58	58	48	56	44
5	58	58	58	59	60	59	51	53	47	57
6	57	58	59	58	48	53	47	55	43	57
7	47	58	58	53	52	57	51	55	50	56
8	50	42	42	56	51	46	50	41	43	55
9	50	42	41	46	56	42	50	40	50	42
10	50	42	41	42	42	41	46	40	41	42
11	41	41	49	42	41	41	41	40	41	42
12	40	41	53	50	41	49	41	41	41	42
13	38	49	46	54	41	50	40	41	41	50
14	41	49	44	56	49	49	40	49	40	50
15	41	41	41	42	50	42	48	49	46	55
16	53	46	42	42	54	41	49	49	47	41
17	53	48	54	42	54	46	48	41	39	51
18	49	40	55	47	41	49	40	39	40	55
19	41	42	42	55	41	50	40	39	41	55
20	38	52	45	51	34	53	36	33	38	47
21	46	53	46	43	49	45	38	33	41	43
22	55	50	54	47	55	46	49	39	50	40
23	56	51	58	57	56	52	55	49	56	58
MÉDIA	49.50	48.96	49.92	51.17	50.38	49.13	47.83	45.83	46.17	49.92

HORA/DATA	12/09/2022	13/09/2022	14/09/2022	15/09/2022	16/09/2022	17/09/2022	18/09/2022	19/09/2022
0	58	51	56	56	53	57	59	58
1	58	56	57	57	56	58	59	59
2	59	57	57	57	57	59	60	49
3	59	57	48	57	48	60	60	60
4	49	58	58	58	49	60	61	60
5	49	59	58	57	58	49	59	60
6	55	48	58	47	58	57	59	59
7	56	47	58	42	54	53	41	53
8	51	43	43	50	58	57	47	52
9	41	50	42	50	41	58	51	46
10	41	50	42	49	43	48	50	46
11	41	42	42	45	42	43	50	42
12	41	42	41	39	49	43	46	50
13	45	38	49	41	54	51	42	44
14	49	41	53	41	55	56	42	46
15	49	46	54	49	42	37	50	45
16	50	49	41	54	42	41	54	40
17	46	49	41	46	48	41	55	41
18	41	41	49	42	54	48	42	48
19	49	41	49	39	54	54	42	51
20	52	40	48	37	41	56	37	53
21	47	45	46	38	41	56	54	45
22	40	48	42	47	45	54	55	41
23	42	50	43	52	56	48	57	43
MÉDIA	48.65	47.83	48.96	47.90	49.92	51.83	51.33	49.60

HORA/DATA	20/09/2022	21/09/2022	22/09/2022	MÉDIA	MULTIPLICADOR PARA PADRÃO EPANET
0	50	56	56	55.43	1.13
1	57	58	58	56.60	1.15
2	58	59	58	56.98	1.16
3	58	49	59	55.24	1.12
4	59	59	59	56.05	1.14
5	59	59	48	55.95	1.14
6	48	47	53	53.52	1.09
7	38	52	52	51.57	1.05
8	43	57	51	48.95	0.99
9	51	46	56	47.19	0.96
10	51	41	59	45.10	0.92
11	55	45	55	43.86	0.89
12	-	49	51	44.50	0.90
13	-	41	52	45.35	0.92
14	-	46	48	47.20	0.96
15	-	42	46	45.75	0.93
16	-	41	41	45.85	0.93
17	-	51	41	46.75	0.95
18	-	51	41	45.60	0.93
19	-	55	40	45.95	0.93
20	-	45	38	43.70	0.89
21	-	39	44	44.60	0.91
22	-	42	45	47.20	0.96
23	-	51	55	52.25	1.06
MÉDIA	52.25	49.21	50.23	49.21	



CONTRATO 226/2021
AS N°035/2022

**MUNICÍPIO DE GUARAPARI
DISTRITO MEAÍPE**

**AMPLIAÇÃO DO SAA DE GUARAPARI -
MORRO ALTO E MORRINHOS**

VOLUME II – ANÁLISE OPERACIONAL

TOMO B – DESENHOS

GANEM
Engenharia Ltda

NOVEMBRO/2022

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do contrato nº 226/2021, celebrado entre a **GANEM Engenharia Ltda EPP** e a **Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN)**, em 21 de setembro de 2021.

Este contrato visa atender as demandas de análise operacional e projetos da **Gerência de Projetos (E-GPJ)**, e está sendo acompanhado pela **Divisão de Projetos Operacionais (E-DPO)**.

A **GANEM Engenharia Ltda EPP**, apresenta a seguir a avaliação hidráulica da ampliação do SAA de Guarapari, com acréscimo de futuras de vazões e a inclusão das localidades de Morro Alto e Morrinhos.

O projeto completo da ampliação do sistema de abastecimento de água de Guarapari no distrito de Meaípe é apresentado conforme descrito abaixo:

- Volume I – Topografia:
 - Tomo A – Caderneta topográfica (D-052-004-80-1-CT-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume II – Análise Operacional:
 - Tomo A – Relatório Técnico (B-052-000-00-5-RT-0001);
 - Tomo B – Desenhos.
- Volume III – Sondagem: Relatório técnico (B-052-000-80-3-SD-0001);
- Volume IV – Orçamento:
 - Planilha Orçamentária.

Seguem listados abaixo os modelos matemáticos produzidos nesta análise operacional e apresentados no Tomo A desse volume.

Número da CESAN	Referência do modelo
01 B-052-000-00-5-SC-0002	Sistema De Abastecimento De Água De Morro Alto E Morrinhos - Análise Operacional - Modelo Matemático - Cenário Atual
02 B-052-000-00-5-SC-0003	Sistema De Abastecimento De Água De Morro Alto E Morrinhos - Análise Operacional - Modelo Matemático - Cenário Futuro Com Macros

Seguem listados abaixo os desenhos produzidos neste projeto e apresentados no Tomo B:

Número da CESAN	Referência do desenho
01 B-052-000-80-5-XX-0085	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 01
02 B-052-000-80-5-XX-0068	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 02
03 B-052-000-80-5-XX-0069	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 03
04 B-052-000-80-5-XX-0070	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 04
05 B-052-000-80-5-XX-0071	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 05
06 B-052-000-80-5-XX-0072	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 06
07 B-052-000-80-5-XX-0073	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 07
08 B-052-000-80-5-XX-0074	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 08
09 B-052-000-80-5-XX-0075	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 09
10 B-052-000-80-5-XX-0076	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Planta - Articulação 10
11 B-052-000-80-5-XX-0077	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Detalhes de Nós 1/2 e Lista de Materiais
12 B-052-000-80-5-XX-0078	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Rede de Distribuição de Água - Detalhes de Nós 2/2
13 B-052-000-80-5-XX-0079	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Macromedidor 01 (DN150) - Planta, Cortes AA e BB
14 B-052-000-80-5-XX-0080	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Macromedidor 02 (DN250) - Planta, Cortes AA e BB
15 B-052-000-80-5-XX-0081	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Macromedidor 03 (DN200) - Planta, Cortes AA e BB
16 B-052-000-80-5-XX-0082	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Travessia 01 - ES060 KM 66,27 - Morro Alto - Plantas e Cortes
17 B-052-000-80-5-XX-0083	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Rede de distribuição de água - Planta Geral
18 B-052-000-80-5-XX-0084	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Seções Transversais na ES-010 e Detalhes Da Seção Tipo
19 B-052-000-80-5-XX-0086	Sistema de Abastecimento de Água de Morro Alto e Morrinhos - Projeto Hidráulico - Projeto Hidráulico - Seções Transversais na ES-060 e Detalhes de Seção Tipo

DESENHOS