

Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente – DEM
Gerência de Projetos e Programas Estratégicos – E-GPP
Divisão de Projetos Operacionais– E-DPO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MUQUI

PROJETO DE EXTENSÃO DE REDE PARA ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DA COMUNIDADE DE MORUBIA

C-092-000-00-5-MD-0002

REV00

VOLUME I

Novembro de 2017.

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO

Responsável Técnico:

- Engenheira Civil Denize N. Sperandio Babilon - CREA 8.531 ES
Matrícula 3331-0

Técnico Projetista:

- Camila Farias Lirio Nascimento
Matrícula 3280-5
-

SUMÁRIO

EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO	2
1. APRESENTAÇÃO	5
VOLUME I	5
VOLUME II	5
2. MEMORIAL DESCRITIVO.....	6
2.1. INTRODUÇÃO.....	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ATUAL.....	7
2.3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EM ESTUDO	9
2.3.1. Localização.....	9
2.4. METODOLOGIA	13
2.4.1. Levantamento topográfico	14
2.4.2. Cadastro	14
2.4.3. Estimativa populacional	14
2.4.4. Medição de pressão.....	14
2.5. DIMENSIONAMENTO	15
2.5.1. Parâmetros Adotados	15
2.5.1.1. Materiais da rede de distribuição	16
2.5.1.2. Velocidades	16
2.5.1.3. Pressões.....	16
2.5.1.4. Diâmetro Mínimo.....	16
2.5.1.5. Projeção Populacional	17
2.5.1.6. Produção e Consumo	17
2.5.1.7. Vazões de Projeto e Reservação.....	18
2.5.2. Dimensionamento de extensão de rede	19
2.5.3. Dimensionamento do Booster.....	21
2.5.3.1. Parâmetros e Dimensionamento.....	22
2.5.3.1.1. Dimensionamento da tubulação de recalque	22
2.5.3.1.1.1. Cálculo do diâmetro econômico.....	22
2.5.3.1.1.2. Velocidade na linha de recalque.....	23
2.5.3.1.1.3. Perda de carga linear.....	23
2.5.3.1.1.4. Perda de carga localizada	23
2.5.3.1.1.5. Perda de carga total	24
2.5.3.1.1.6. Cálculo da altura manométrica	25
2.5.3.1.1.7. Cálculo da potência	25
2.5.3.1.1.8. Cálculo do NPSH.....	25
2.5.3.1.1.9. Seleção do conjunto motobomba	26
2.6. RESULTADOS.....	27
2.7. CONCLUSÃO	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Posição geográfica do município	6
Figura 2– Visão espacial dos bairros	8
Figura 3 – Localização dos bairros.	9
Figura 4 – Imagens da comunidade de Morubia ou Felipe Marques.	11
Figura 5– Arranjo do sistema proposto	13
Figura 6– Localização do ponto de medição pitométrica.	14
Figura 7 – Gráfico de medição de pressão.	15
Figura 8- Extensão de rede proposta	20
Figura 9- Cotas do trecho em estudo.	21
Figura 10 – Área de abrangência do booster projetado.....	27
Figura 11– Pressões disponíveis nos nós às 12:00h.....	28
Figura 12– Rugosidade da tubulação.	29
Figura 13– Vazões disponíveis nos trechos às 12:00h.....	30
Figura 14 – Velocidades disponíveis nos trechos às 12:00h.	31
Figura 15 – Perda de carga nos trechos às 12:00h.	32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1– Projeção Populacional.	17
Tabela 2– Projeção do consumo.	17
Tabela 3 – Projeção da Demanda de Produção de Água.....	17
Tabela 4 – Vazões de Projeto.....	18
Tabela 5 – Projeção dos volumes de reservação.	18
Tabela 6- Relatório do EPANET para os nós às 12:00h (maior consumo).....	33
Tabela 7- Relatório do EPANET para os trechos às 12:00h (maior consumo).....	34

1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido em atendimento à solicitação dos moradores da comunidade de Morubia, também conhecida como Felipe Marques, através de manifestação escrita, com apoio da Câmara Municipal de Muqui e da Central de Associações Comunitárias Rurais de Agricultores Familiares de Muqui - CAMAF, através do processo 2013.032822 e visa atender as necessidades de projeto de extensão de rede de distribuição de água tratada para a comunidade local.

Este volume é composto por um memorial descritivo e desenhos hidráulicos.

VOLUME I

- Projeto Hidráulico
- Memorial Descritivo
- Desenhos

VOLUME II

- Orçamento
- Planilhas de Custos e Memorial de Cálculo

2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1. INTRODUÇÃO

Muqui é um município brasileiro do estado do Espírito Santo, localizado ao sul do estado. Sua população estimada em 14.396 habitantes.

Localiza-se à latitude sul de 20°57'07" e longitude oeste 41°20'45", possui uma área de 327,0 Km². Está distante de Vitória cerca de 172,0 Km. Vide Figura 1.

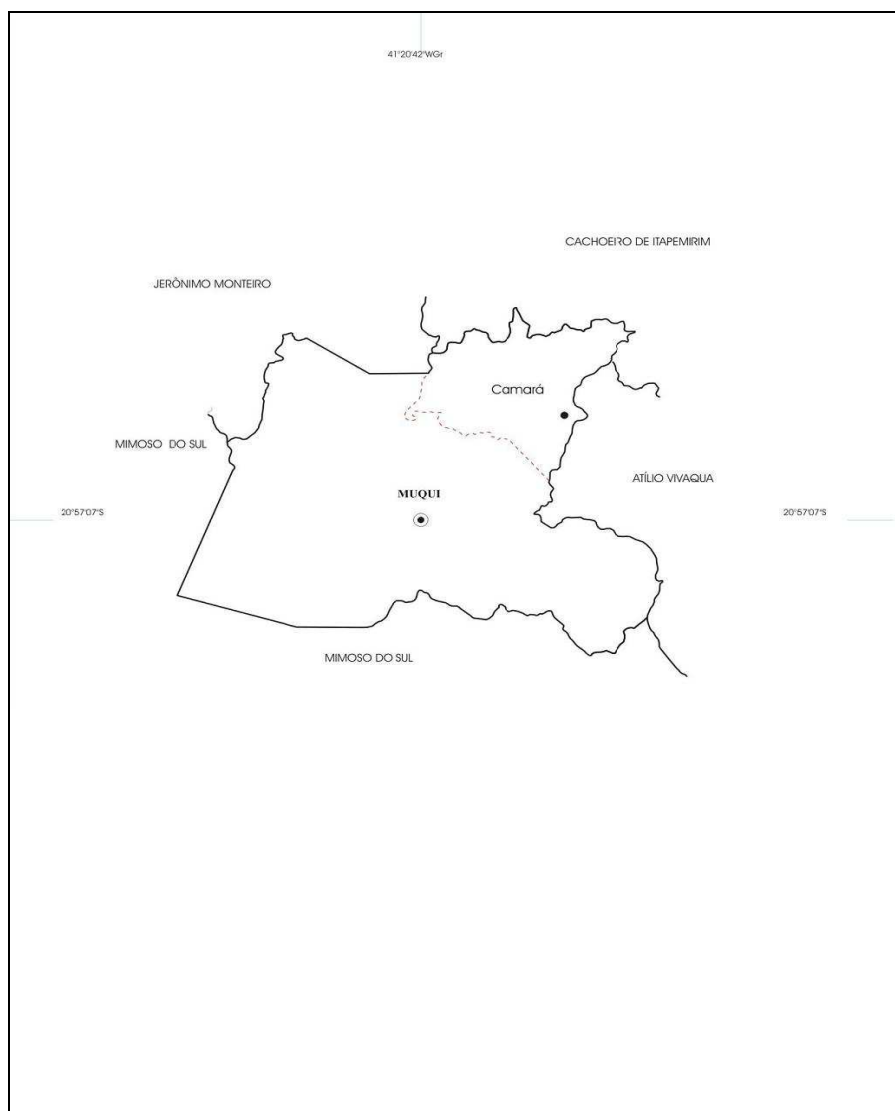


Figura 1– Posição geográfica do município

Fonte: IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

Situado ao sul do Espírito Santo, à beira do Rio Muqui, afluente do Rio Itapemirim, a 239 m acima do nível do mar, o município é rodeado por lindas montanhas de pedra, ricas em granito, e por farta vegetação. Seu rico casario eclético é da década de 1920, época de glória dos senhores do café, hoje patrimônio histórico finamente preservado com 200 casarões tombados na esfera estadual, levando o município a ser incluído no PACH (Plano de Ação das Cidades Históricas) em 2010. Muqui constitui cerca de 60% do conjunto arquitetônico tombado pelo Estado.

2.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ATUAL

A captação de água bruta é do tipo superficial, feita através de três mananciais: Rio Claro, Rio Morubia e Rio José Lima. Porém, relata-se que a captação no Rio Morubia só é feita quando há vazão em épocas de chuvas e a captação no Rio José Lima está desativada. A água bruta é aduzida por recalque até a Estação de Tratamento de Água (E.T.A.) através de uma estação elevatória com dois conjuntos motobomba de 50cv cada (1 + 1 reserva).

O sistema de tratamento de água existente é do tipo convencional, químico completo, opera com vazão média de 63,03 m³/h ou 17,50 l/s, com tempo de operação de 24 h/dia. A vazão nominal de projeto é de 93,60 m³/h (Dados SINCOP data agosto de 2017).

Na área da E.T.A. estão localizados um reservatório semi-enterrado, com capacidade de 538m³, em cota suficiente para o abastecimento da maior parte da cidade por gravidade, um reservatório semi-enterrado, com capacidade de 87m³ que atende às unidades consumidoras no entorno da estação e um reservatório para lavagem de filtros com capacidade de 53m³.

O sistema conta ainda com mais dois reservatórios retangulares, semi-enterrados, com capacidade de 110m³ e 32m³, localizados no bairro San Domingo.

O sistema possui uma estação elevatória de água tratada com dois conjuntos motobomba de 25cv cada (1 + 1 reserva) para atendimento do bairro San Domingo, um booster localizado dentro da área da E.T.A. auxiliar para atendimento do bairro Amarílio Fraga, com um conjunto motobomba de 25cv, um booster localizado à rua Alrelis Rodrigues

Alves, bairro Entremorros, com dois conjuntos motobomba de 2cv cada (1 + 1 reserva) e um booster localizado à Rua Augusto Betero, no bairro San Domingo, com um conjunto motobomba de 7,5cv.

A rede de distribuição que atende toda a sede do município conta com tubulação enterrada em PVC DN200mm a PVC DE25mm.

A CESAN possui a concessão do esgotamento sanitário do município de Muqui, porém, ainda não opera este sistema que atualmente está sendo administrado pela Prefeitura Municipal.

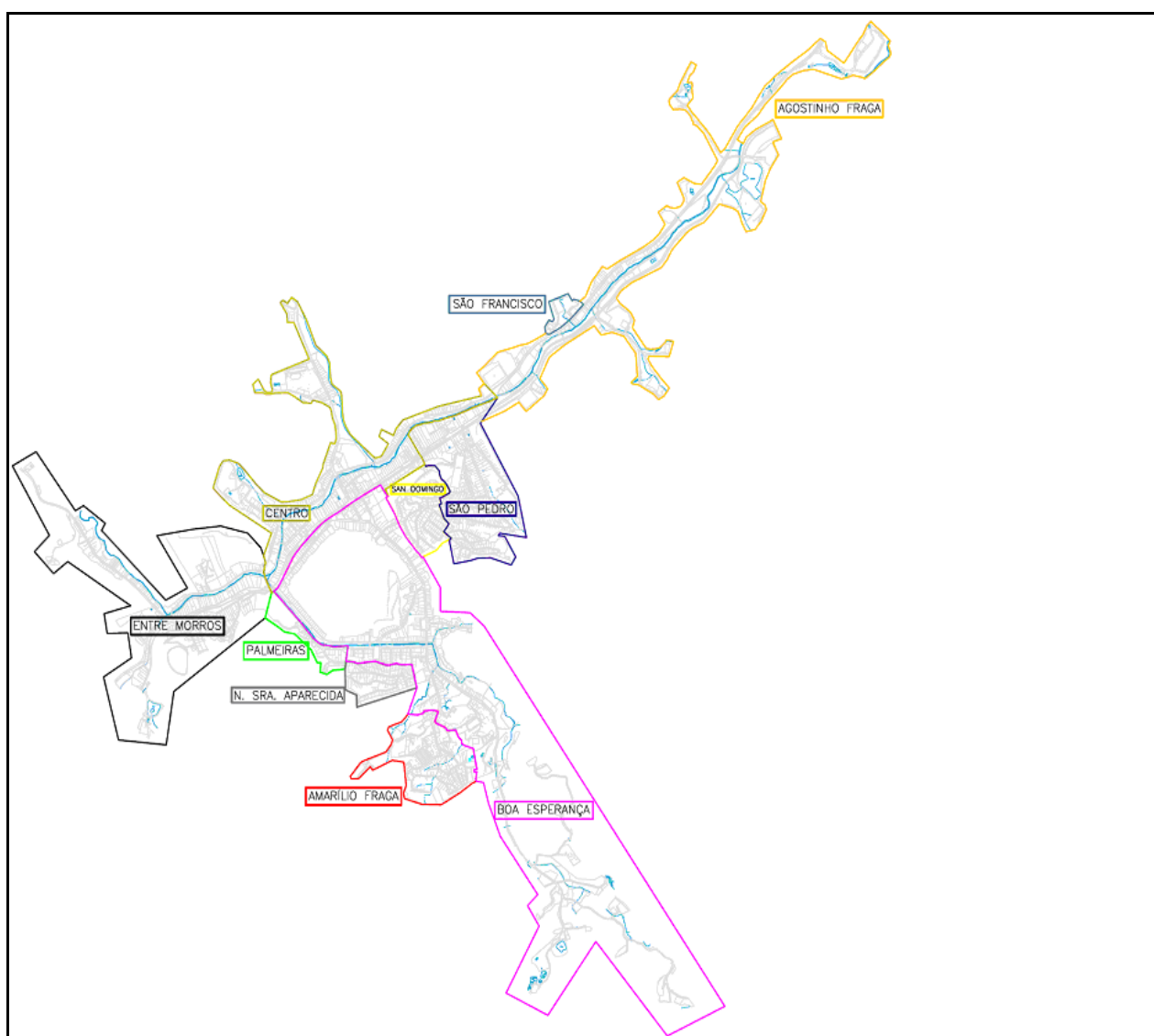


Figura 2– Visão espacial dos bairros

Conforme dados SINCOP a população abastecida de Muqui em agosto de 2017 é de 8.470 habitantes e a taxa de crescimento populacional prevista é de um incremento de 1,0154% ao ano.

A densidade demográfica em agosto é de 3,14 habitantes/unidade e a taxa de ocupação é de 0,8721%, a taxa per capita média de 132 l/hab/dia e um índice de perdas de 24% médio anual na distribuição, segundo fonte Informações Operacionais dos Sistemas do Interior (I.O.S.) (agosto/2017).

2.3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EM ESTUDO

2.3.1. Localização

A localidade de Morubia possui características de comunidades rurais. Apesar de possuir características predominantemente rurais, a localidade está situada a menos de 2 km da sede de Muqui.

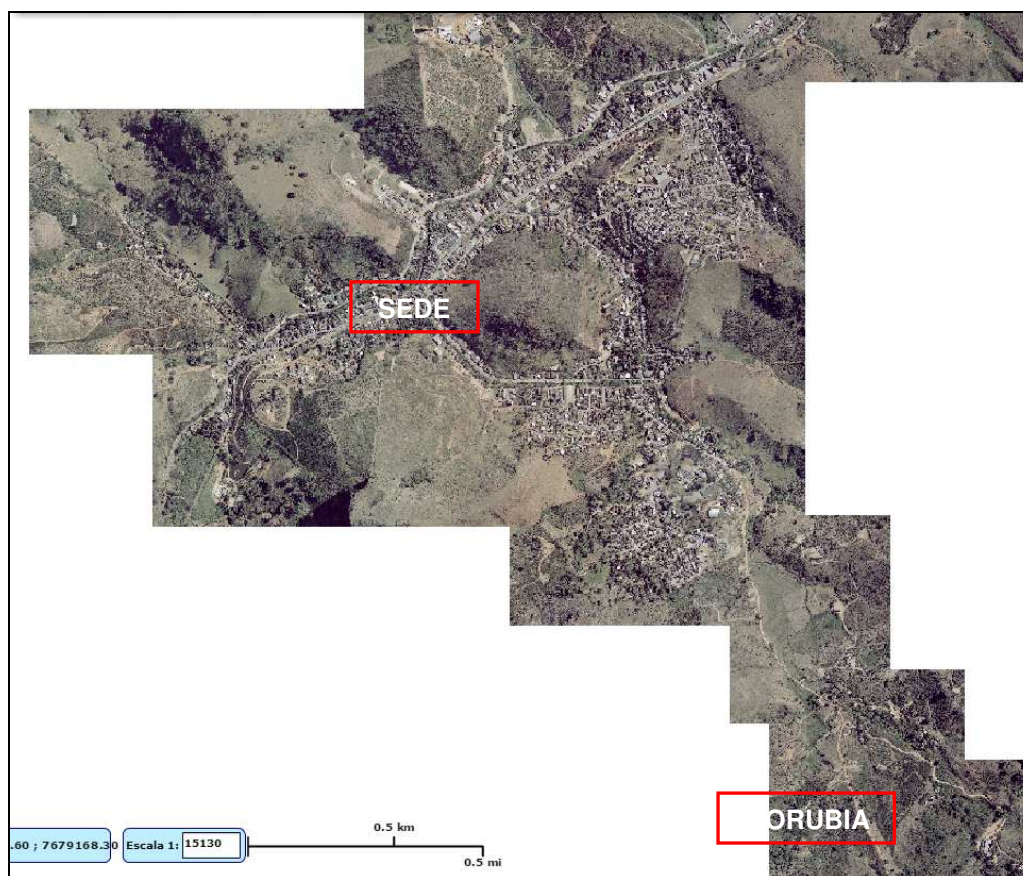


Figura 3 – Localização dos bairros.

A localidade de Morubia, em Muqui, possui características rurais, ruas sem pavimentação e possui aproximadamente 50 residências distribuídas em pequenas propriedades que não possuem abastecimento com água tratada e esgotamento sanitário.

A comunidade é abastecida por água de nascentes e rios, mas também através da adutora de água bruta, por gravidade, do Córrego Morubia, existente em ferro fundido DN75mm, com aproximadamente 2.000 metros de extensão, que aduz cerca de 1,5 l/s em tempos de estiagem, alcançando até 9,0 l/s em épocas chuvosas.

O comprimento total de rede necessária para o atendimento da região é de 1.160m, assentada em via municipal, sem pavimentação.

Segundo informações da Câmara Municipal de Muqui a taxa de ocupação desta localidade vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, o que justificaria a necessidade de viabilizar atendimentos básicos como energia elétrica, saneamento, telefonia, entre outras benfeitorias, de modo a proporcionar melhores condições de qualidade de vida.

A comunidade possui, em sua maioria, residências unifamiliares, dispostas de forma dispersa. As vias não são pavimentadas, não possui rede de abastecimento de água tratada e esgotamento sanitário.





Figura 4 – Imagens da comunidade de Morubia ou Felipe Marques.

O presente projeto tem como objetivo apresentar as unidades que irão compor o sistema de abastecimento de água proposto (rede de distribuição e booster), para atendimento da comunidade de Morubia, também conhecida como Felipe Marques ou Alto Morubia.

Como estudo preliminar foram consultados os seguintes documentos:

- Levantamento planialtimétrico.
- Cadastro de rede de água tratada.
- Cadastro das ligações de água georreferenciadas no sistema GIS Corporativo da Cia.
- Medição pitométrica.
- Levantamento fotográfico realizado em vistoria de campo.

2.4. METODOLOGIA

A partir das informações básicas de cadastro de redes, consumo estimado, levantamento pitométrico e topografia, elaboramos uma modelagem do trecho em estudo, através do programa de simulação hidráulica EPANET.

Para construção do modelo, foram definidos previamente os atributos dos elementos da rede ou dados de entrada do modelo, tais como: estimativa de consumo em cada nó, comprimento dos tubos, cotas topográficas, coeficiente de rugosidade, material da tubulação e diâmetro, etc.

O sistema de abastecimento de água proposto permitirá o atendimento à comunidade, através da interligação ao sistema de distribuição de água existente, na rede DN75mm – PVC, localizada na Rua Morumbi, cuja pressão mínima disponível no ponto de interligação é de 19,70 m.c.a, entretanto, esta pressão não é suficiente para atender as unidades consumidoras localizadas em cotas altas, sendo necessária a projeção de um booster de água tratada.

O arranjo geral do sistema proposto pode ser observado através da figura abaixo:

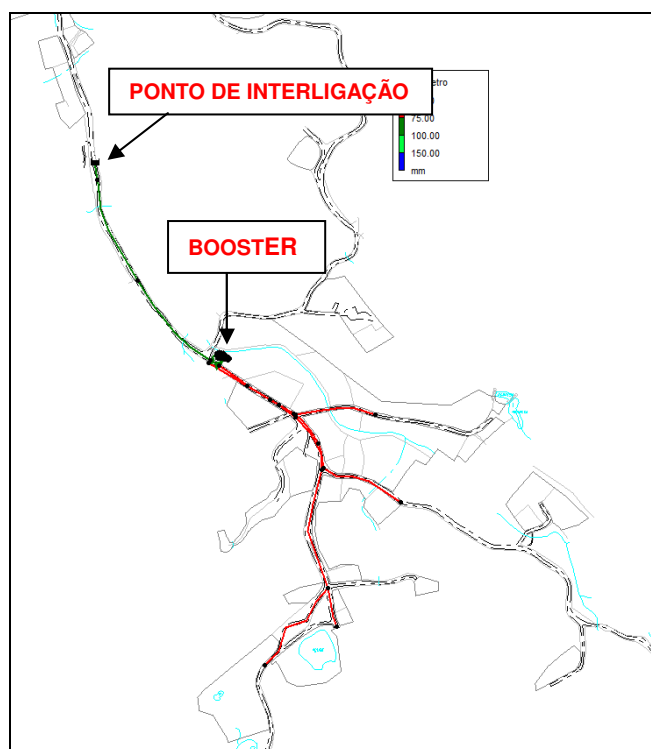


Figura 5– Arranjo do sistema proposto.

2.4.1. Levantamento topográfico

Não foi elaborado um levantamento topográfico específico para este estudo e como referência foi utilizado levantamento planialtimétrico elaborado pela Maplan, com pontos cotados ao longo do trecho e curvas de nível com precisão de 2,0m.

2.4.2. Cadastro

O cadastro de rede de distribuição de água foi atualizado no trecho em estudo com a inclusão no mapa de trecho de rede em DN75mm, executada recentemente pela CESAN, sentido Centro a Morubia.

2.4.3. Estimativa populacional

Em visita de campo foram identificadas na região em estudo aproximadamente 50 unidades consumidoras.

A demanda de água foi estimada então considerando-se 3,0 habitantes por unidade consumidora, totalizando 150 habitantes.

2.4.4. Medição de pressão

A medição de pressão foi realizada pela equipe de Pitometria na rede DN75mm, abastecida por gravidade pela Estação de Tratamento de Água de Muqui. O ponto de medição possui cota de terreno 254 metros. Seguem localização do ponto de medição em croqui abaixo e gráfico com resultado do levantamento.



Figura 6— Localização do ponto de medição pitométrica.

Levantamento pitométrico realizado entre os dias 21/05 a 27/05/2015 (Hidrômetro Y14S321837).

média	30,63	mca
mínima	27,80	mca
máxima	32,20	mca

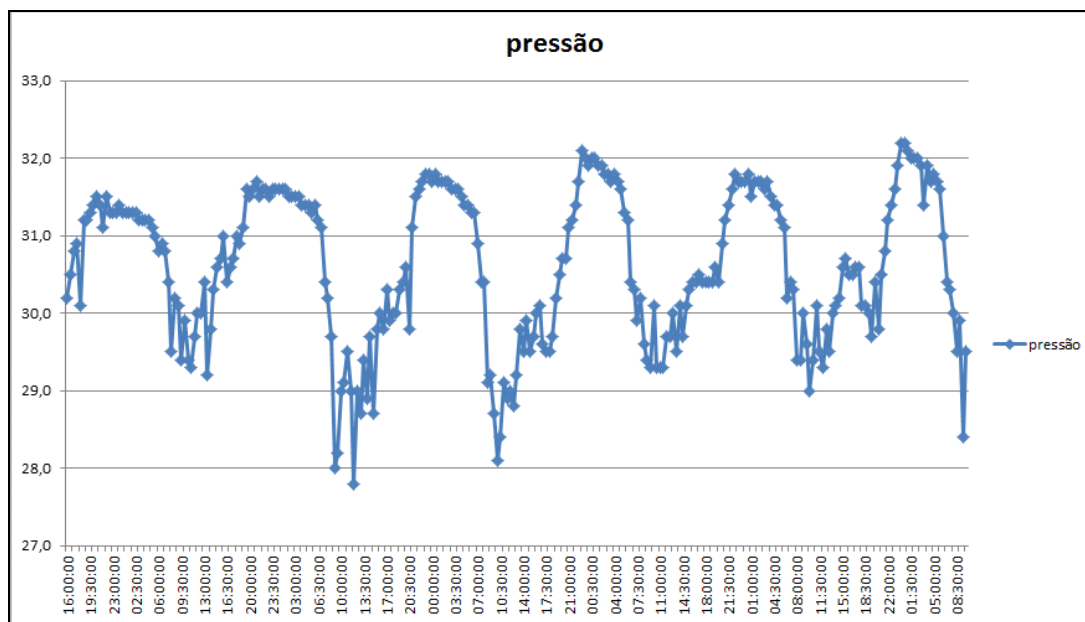


Figura 7 – Gráfico de medição de pressão.

2.5. DIMENSIONAMENTO

Para efeito de cálculos de dimensionamento do sistema proposto foram seguidas as recomendações da norma NBR 12.218/2017 – “Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público”. Os critérios adotados seguem abaixo:

2.5.1. Parâmetros Adotados

Consumo per capita	150 l/hab/dia
Coeficiente de maior demanda diária (k1)	1,2
Coeficiente de maior demanda horária (k2)	1,5
Nº de habitantes por economia	3,0 hab/unidade
Índice de perdas na produção	2,6%

Índice de perdas na distribuição	24 %
Taxa de crescimento geométrico	1,0154%aa
Horizonte de projeto	10 anos

2.5.1.1. Materiais da rede de distribuição

Os materiais referentes aos tubos especificados neste projeto serão de PVC, tipo PBA, Classe 15 e diâmetros 75 e 50 mm.

2.5.1.2. Velocidades

Para a NBR 12.218/2017, as velocidades máximas de dimensionamento devem corresponder a uma perda de carga de até 10 m/km. Devem ser evitadas velocidades mínimas inferiores a 0,40 m/s.

2.5.1.3. Pressões

Para o dimensionamento da rede são importantes as pressões dinâmicas mínima e a estática máxima. A pressão dinâmica mínima está relacionada com a necessidade de a água alcançar os reservatórios prediais.

Já a fixação de pressões máximas estáticas é função da resistência das tubulações e do controle das perdas de água.

A NBR 12.218/2017 estabelece como pressão estática máxima o valor de 40 m.c.a. e como pressão dinâmica mínima o valor de 10 m.c.a.

2.5.1.4. Diâmetro Mínimo

O diâmetro mínimo, a ser adotado para as redes de distribuição de água, deve levar em consideração as perdas de carga e as vazões disponíveis aos usuários consumidores. A norma NBR 12.218/2017 recomenda o diâmetro mínimo de 50 mm, para as tubulações secundárias.

2.5.1.5. Projeção Populacional

A população inicial referente às unidades consumidoras da localidade de Morubia foi estimada pelo número de economias verificadas em levantamento realizado “*in loco*”.

Sendo 50 (cinquenta) o número de unidades residenciais existentes, adotando-se 3 habitantes/unidade, tem-se uma população estimada em 150 habitantes.

Não há previsão de implantação de loteamentos na região.

Acredita-se que, com a implantação do serviço de abastecimento de água proposto, o adensamento populacional da referida comunidade se dê de forma mais acelerada.

Segue abaixo tabela com a estimativa populacional de 2017 a 2027, com a taxa de crescimento adotada.

LIGAÇÕES						
Usuários		Nº Economias	Consumo (l/hab.dia)	Taxa Crescimento	População Inicial	População Final
1	Residências	50	150	1,0154%	150	166
TOTAL		50	-	-	150	166

Tabela 1– Projeção Populacional.

CONSUMO MÉDIO			
Ano	População	Consumo Médio	
	Residências	Residências	Total
	(hab)	(m³/dia)	(m³/dia)
2017	150	23	23
2027	166	25	25

Tabela 2– Projeção do consumo.

2.5.1.6. Produção e Consumo

PROJEÇÃO DA DEMANDA DE PRODUÇÃO					
Ano	Consumo Médio (m³/dia)	Consumo Diário Máximo (m³/dia)	Perdas		Produção Diária Máxima (m³/dia)
			Processo (m³/dia)	Reserva e Distribuição (m³/dia)	
2017	23	27	1	5	33
2027	25	30	1	6	37

Tabela 3 – Projeção da Demanda de Produção de Água.

2.5.1.7. Vazões de Projeto e Reservação

A tabela abaixo representa as vazões de projeto referente à demanda considerada neste estudo.

ESTUDO DE VAZÕES										
Usuários		Consumo Per Capita (l/hab.dia)	Início de Plano (2017)				Fim de Plano (2027)			
			População	Consumo Médio (l/s)	Demanda Diária (l/s)	Demanda Horária (l/s)	População	Consumo Médio (l/s)	Demanda Diária (l/s)	Demanda Horária (l/s)
			Inicial				Final			
1	Residências	150	150,0	0,26	0,38	0,53	166	0,29	0,42	0,59
			População	Consumo Médio (m³/h)	Demanda Diária (m³/h)	Demanda Horária (m³/h)	População	Consumo Médio (m³/h)	Demanda Diária (m³/h)	Demanda Horária (m³/h)
			Inicial				Final			
TOTAL			150,0	0,26	0,38	0,53	166,0	0,29	0,42	0,59
							Obs: Tempo de Operação 24h/dia			

Obs: Tempo de Operação 24h/dia

Tabela 4 – Vazões de Projeto.

Segue na tabela abaixo, a demanda de reservação de água tratada referente somente à região de Morubia.

A demanda total foi estimada em um terço do volume diário máximo, e as demandas enterrada e elevada em 90% e 10% da demanda total respectivamente.

RESERVAÇÃO			
Ano	Reservação		
	Total	Enterrada	Elevada
	(m³)	(m³)	(m³)
2017	10,8	10	1,1
2027	12,0	11	1,1

Tabela 5 – Projeção dos volumes de reservação.

A demanda total de reservação em fim de plano para atendimento da região de estudo é de 12 m³. Considerando que o volume de reservação existente para atendimento de todo o sistema é suficiente para a demanda atual, este acréscimo de volume aos reservatórios não será comprometedora para o bom funcionamento do abastecimento do município.

2.5.2. Dimensionamento de extensão de rede

Foi feita simulação da rede proposta através do software de simulação hidráulica EPANET, considerando a demanda estimada.

O consumo base de cada ligação foi estimado correspondendo à vazão máxima diária, assumindo todos os parâmetros anteriormente apresentados. Assim, o consumo de cada trecho foi estimado através do número de ligações por ele abastecidas.

A variação do consumo diária foi considerada através da multiplicação de coeficientes de acordo com o Padrão de Consumo dado pela figura abaixo. Ressalta-se que o horário de maior consumo está entre 9:00h e 15:00h, correspondendo a um fator multiplicador de 1,5 sobre a vazão máxima diária.

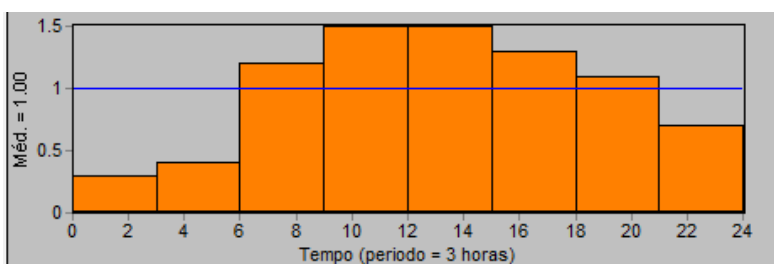


Gráfico 1 – Padrão de consumo adotado.

No ponto de interligação foi utilizada a pressão disponível obtida através da medição realizada através de pitometria.

Para o cálculo de perdas de carga contínua na tubulação, foi utilizada a equação de Hazzen-Willians abaixo:

$$H_f = \frac{10,643 \cdot L \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \quad , \text{ onde :}$$

H_f = perda de carga contínua em metros;

C = coeficiente de rugosidade;

D = diâmetro da tubulação em metros;

Q = vazão no trecho em m^3/s ;

L = comprimento do trecho em metros.

Os diâmetros da rede proposta foram previamente adotados em função da vazão máxima horária em fim de plano. Após isso, foram feitas as simulações hidráulicas ao longo do dia avaliando as pressões disponíveis em cada ponto.

A figura 9 mostra a rede proposta com extensão direta da ponta de rede em DN75mm existente à Rua Morumbi.

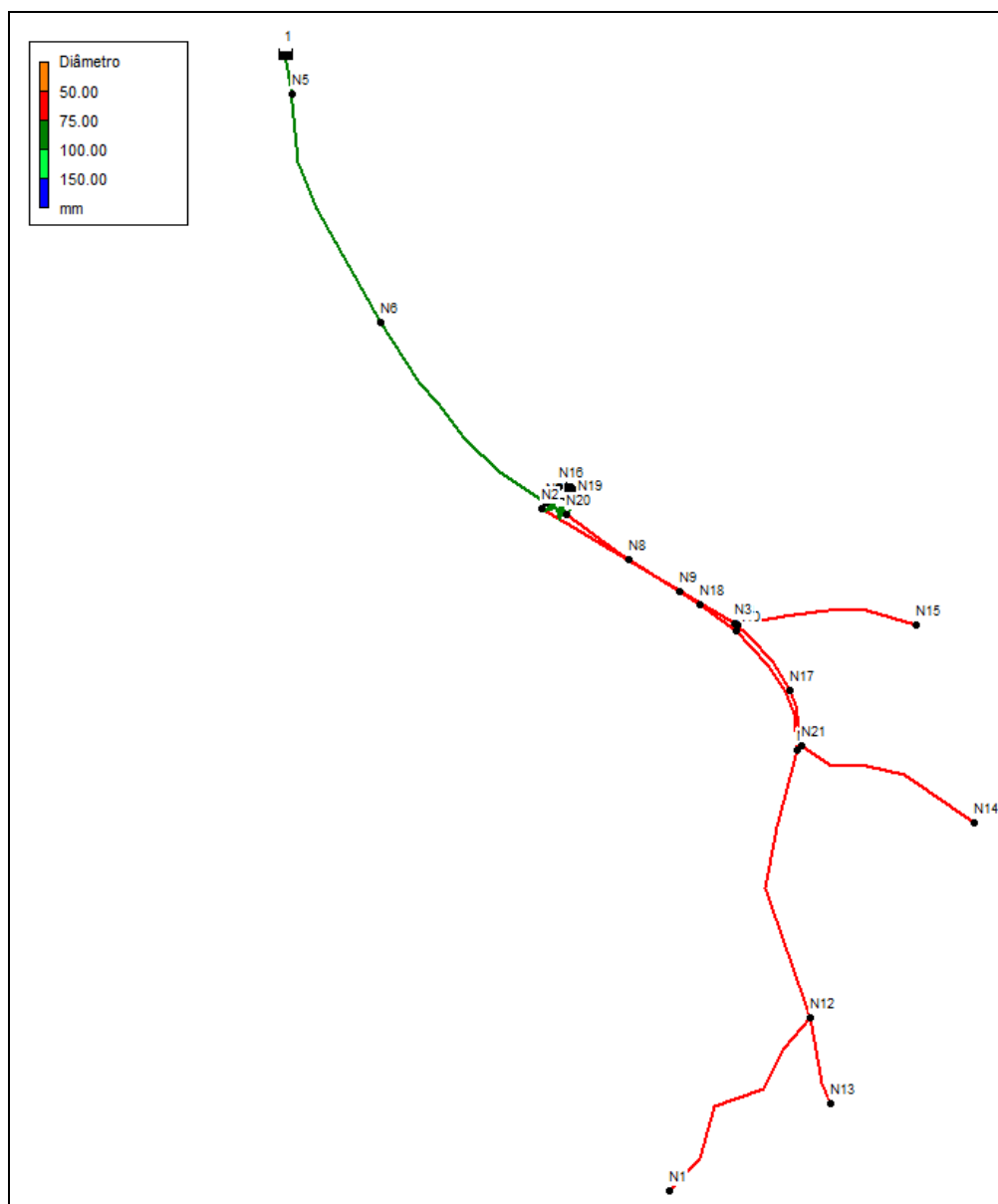


Figura 8- Extensão de rede proposta

A figura 10 mostra as cotas topográficas do principal trecho da extensão proposta, correspondendo ao maior comprimento de tubulação com diâmetros DN75mm e

DN50mm, desde o ponto de interligação até à comunidade de Morubia. Pode-se observar a diferença de nível média de 50m, viabilizando o abastecimento através de bombeamento.

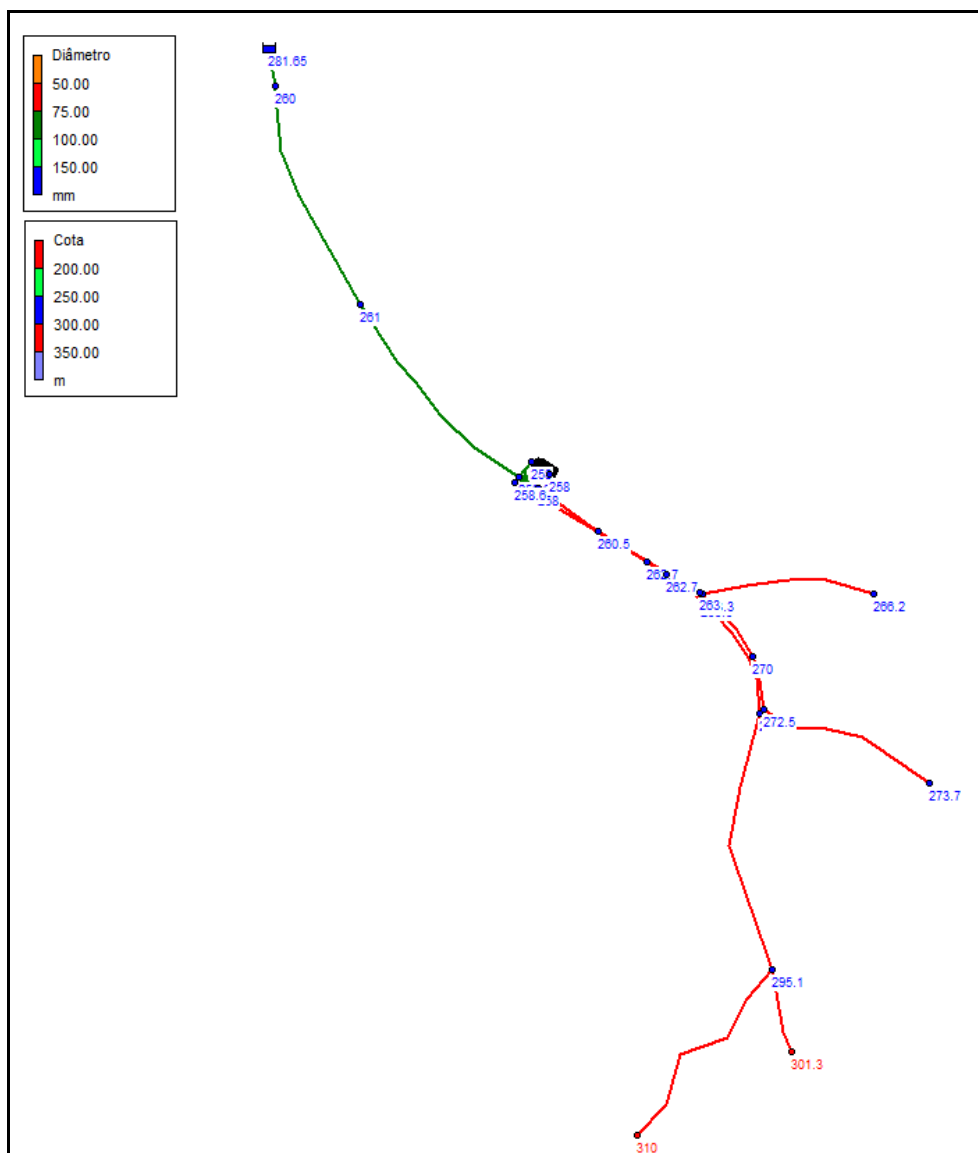


Figura 9- Cotas do trecho em estudo.

2.5.3. Dimensionamento do Booster

Tendo em vista que a pressão disponível na Rua Morumbi, na rede DN75mm, é insuficiente para atender a uma parte da comunidade, nos pontos de cotas topográficas

mais desfavoráveis, foi necessário projetar um booster, com abrigo a ser construído em terreno que será doado pela comunidade local à CESAN.

O booster será interligado à rede projetada em DN75mm, aumentando a energia da rede, mantendo a pressão necessária ao atendimento das unidades consumidoras.

Proporcionará pressão necessária quando as condições topográficas ou as perdas de carga nas linhas assim o exigirem, melhorando as condições de abastecimento.

O booster será constituído de dois conjuntos motobomba podendo operar alternadamente ou em condições 1 + 1 de reserva para o caso de manutenção.

2.5.3.1. Parâmetros e Dimensionamento

Linha de recalque

PARÂMETROS	VALORES
Tipo de material da tubulação	PVC
Vazão máxima de bombeamento	0,59 l/s (2,12 m³/h)
Comprimento da tubulação	544 metros

Booster de água tratada

PARÂMETROS	VALORES
Número de bombas em funcionamento	01 unid.
Número de bombas reserva	01 unid.
Tipo de bomba	Centrífuga

2.5.3.1.1. Dimensionamento da tubulação de recalque

2.5.3.1.1.1. Cálculo do diâmetro econômico

O cálculo do diâmetro econômico é obtido pela fórmula de Bresse apresentada a seguir:

$$D = K \sqrt[3]{Q}$$

Onde:

D = diâmetro econômico

K = coeficiente da fórmula de Bresse = 1,2

Q = vazão máxima de final de plano, m³/s (0,00059 m³/s)

Diâmetro calculado = 0,029m

Diâmetro adotado = 50mm

2.5.3.1.1.2. Velocidade na linha de recalque

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a equação a seguir:

$$V = 4 \cdot Q / \pi \cdot D^2$$

Onde:

Q = vazão na tubulação, em m³/s (0,00059 m³/s)

D = diâmetro do recalque, em m (0,050m)

V = velocidade do fluxo na tubulação, em m/s

$$V = 0,30 \text{ m/s}$$

2.5.3.1.1.3. Perda de carga linear

Pela fórmula de Hazen Willians obtém-se a perda de carga linear na tubulação, conforme equação a seguir:

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} / C^{1,85} \times D^{4,87}$$

Onde:

J = perda de carga linear

Q = vazão no trecho em m³/s

D = diâmetro do tubo em m

C = coeficiente de Hazen Willians para o material PVC (130)

Por esta equação, a perda de carga linear na tubulação é igual a **0,0030 m/m**

2.5.3.1.1.4. Perda de carga localizada

As perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente “k”. O valor deste coeficiente diz respeito aos tipos de singularidade existentes nas tubulações do barrilete e na própria linha de recalque.

Representada pela seguinte equação:

$$h_f = K_b \frac{V_b^2}{2g} + K_r \frac{V_r^2}{2g}$$

Onde:

K_b = coeficiente relacionado às singularidades no barrilete (sucção): 4,73

K_r = coeficiente relacionado às singularidades na linha de recalque: 11,0

V_b = velocidade do fluxo no barrilete: 0,13 m/s

V_r = velocidade do fluxo na linha de recalque: 0,30 m/s

g = aceleração da gravidade: 9,81 m/s²

h_b = perda de carga localizada no barrilete: 0,004m

h_r = perda de carga localizada na linha de recalque: 0,050m

h_f = perda de carga localizada total: 0,054m

K foi obtido através do somatório de todos os $K(s)$ relativos à todas as singularidades na linha de sucção e recalque, conforme tabela a seguir:

BARRILETE				RECALQUE			
TIPO	K	QUANT.	K PARC.	TIPO	K	QUANT.	K PARC.
Tê passagem direta	0,90	1,00	0,90	Registro de gaveta	0,20	2,00	0,40
Registro de gaveta	0,20	2,00	0,40	Curva 90°	0,40	4,00	1,60
Curva 90°	0,40	2,00	0,80	Tê saída lateral	2,00	1,00	2,00
Tê saída bilateral	1,80	1,00	1,80	Válvula de retenção	3,00	2,00	6,00
Redução gradual	0,33	1,00	0,33	Saída de canalização	1,00	1,00	1,00
Entrada normal em canalização	0,50	1,00	0,50				

A perda de carga localizada será (h_f) : **0,054m**

2.5.3.1.1.5. Perda de carga total

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

$$H_j = L \cdot j + h_f$$

Onde:

L = comprimento da tubulação: 544 m

J = perda de carga linear (m/m): 0,0030m/m

H_f = perda de carga localizada: 0,054m

H_j = perda de carga total na tubulação: **1,69m**

2.5.3.1.1.6. Cálculo da altura manométrica

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque, a perda de carga localizada total e a pressão residual na cota mais desfavorável, descontando a pressão disponível na rede de sucção do booster.

O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no eixo da bomba.

H_g = desnível geométrico: $310 - 258,36 = 51,64\text{m}$

H_j = Perda de carga total: $1,69\text{m}$

P_r = Pressão residual na cota mais alta: $10,0 \text{ m.c.a.}$

P_s = Pressão disponível na sucção = $23,52 \text{ m.c.a. (mínima)}$

A altura manométrica total (H_{man}) será dada pela equação a seguir:

$H_{man} = H_g + H_j + P_r - P_s$

$H_{man} = 39,81 \text{ m}$

2.5.3.1.1.7. Cálculo da potência

$$P = \gamma Q H_{man} / 75 \eta$$

$\gamma =$ 1.000,00 kgf/m³

$Q =$ 0,00059 m³/s

$H_{man} =$ 39,81 m

$\eta_{\text{motorbomba}} =$ 0,26

P =	1,20	cv
P =	1,19	HP

**** 1cv equivale a 0.986HP**

2.5.3.1.1.8. Cálculo do NPSH

$$\text{NPSHd} = H_{g,s} - \sum \Delta H_s + P_{atm}/\gamma - P_{vapor}/\gamma \text{ (m)}$$

$H_{g,s} =$ 23,52 mca

$\sum \Delta H_s =$ 0,01 mca

$P_{atm}/\gamma =$ 10,06 mH₂O ou mca

$P_{vapor}/\gamma =$ 0,323 mH₂O ou - Para $T = 23.9^\circ\text{C} \approx 25^\circ\text{C}$

Calculado: $NPSH_d = 33,25\text{m}$

Fornecido pelo fabricante: $NPSH_r + 0,60\text{m} = 1,10\text{ m}$

2.5.3.1.1.9. Seleção do conjunto motobomba

Considerando a vazão de projeto e respectiva altura manométrica total, o conjunto motobomba selecionado para o booster possui as seguintes características:

CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO	VALORES
Equipamento	Bomba DANCOR centrífuga de aplicação múltipla ou similar
Modelo	CAM-W6
Potência	1,0 cv
NPSH requerido	0,50 m
Rotação (motor trifásico 220/380V)	3.500 r.p.m.
Frequência	60 Hz
Diâmetro sucção	1"
Diâmetro recalque	1"
Diâmetro rotor	136 mm

Os dados característicos do equipamento foram obtidos de acordo com as informações técnicas do fabricante e as curvas características do modelo constantes no Anexo deste memorial.

A figura abaixo apresenta a área de abrangência do booster projetado.

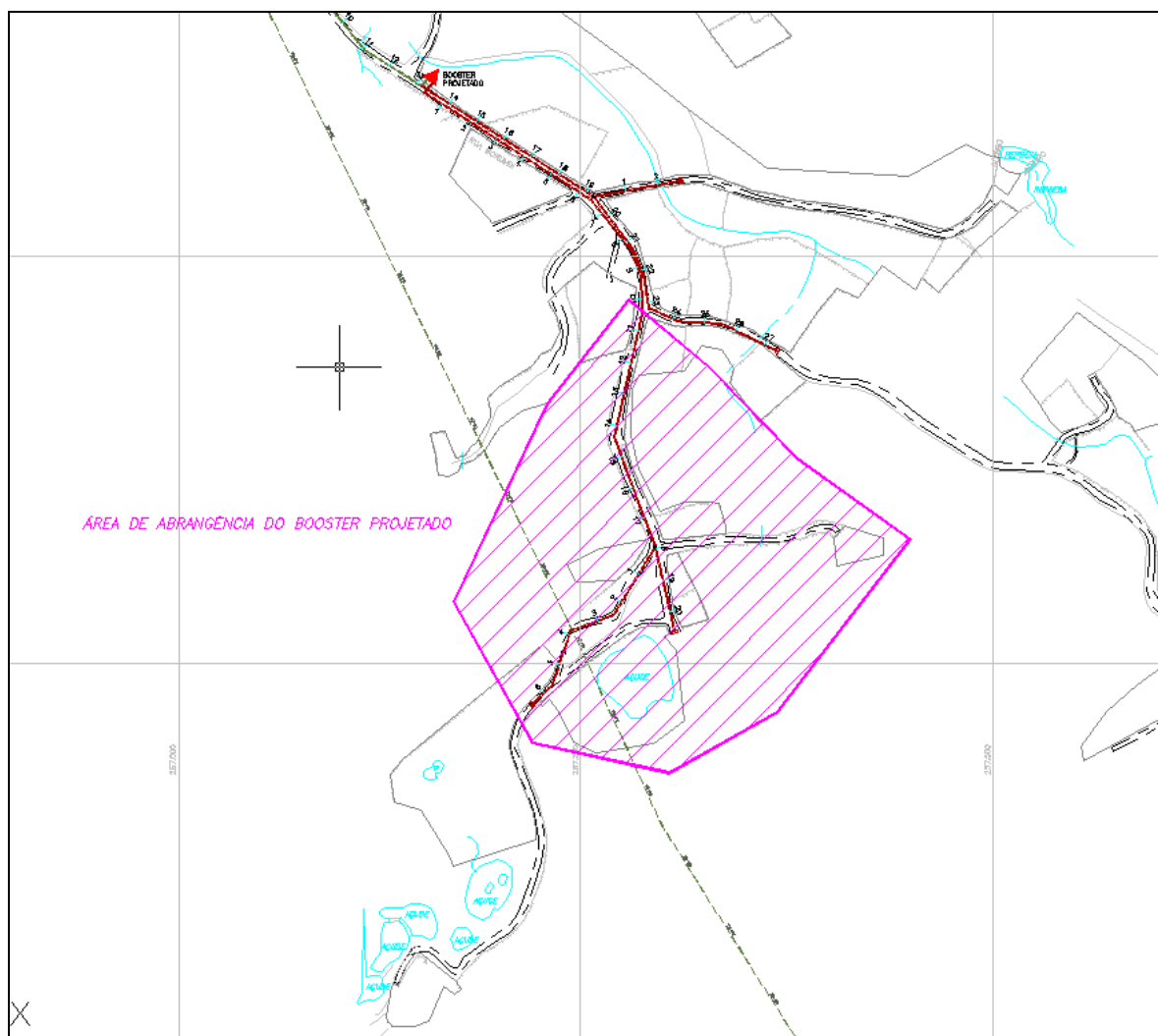


Figura 10 – Área de abrangência do booster projetado.

2.6. RESULTADOS

Seguem abaixo gráficos obtidos pela modelagem hidráulica com pressões, vazões, perdas de carga e velocidades ao longo do trecho, nos horários de maior consumo às 12:00h.

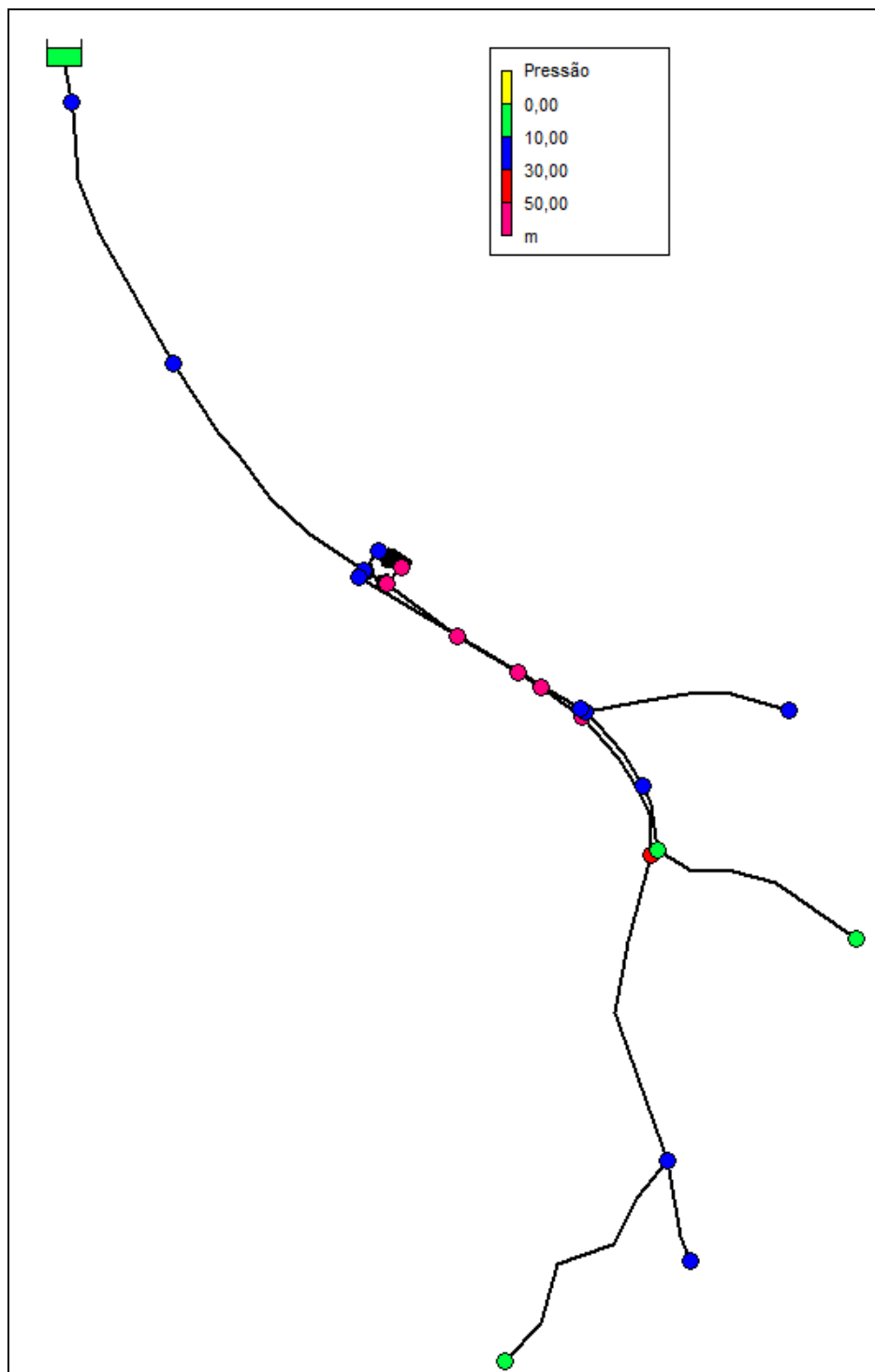


Figura 11– Pressões disponíveis nos nós às 12:00h.

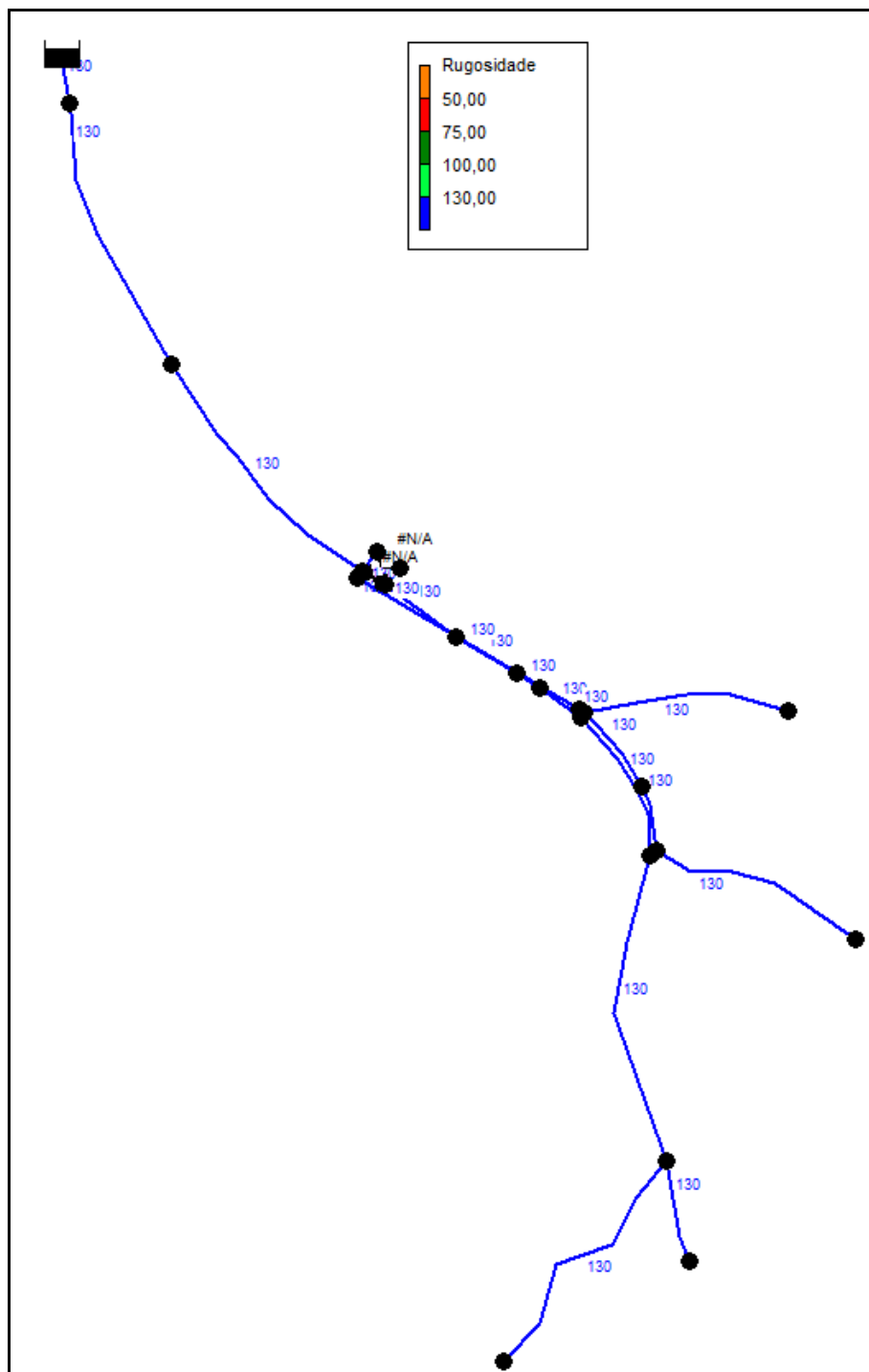


Figura 12– Rugosidade da tubulação.

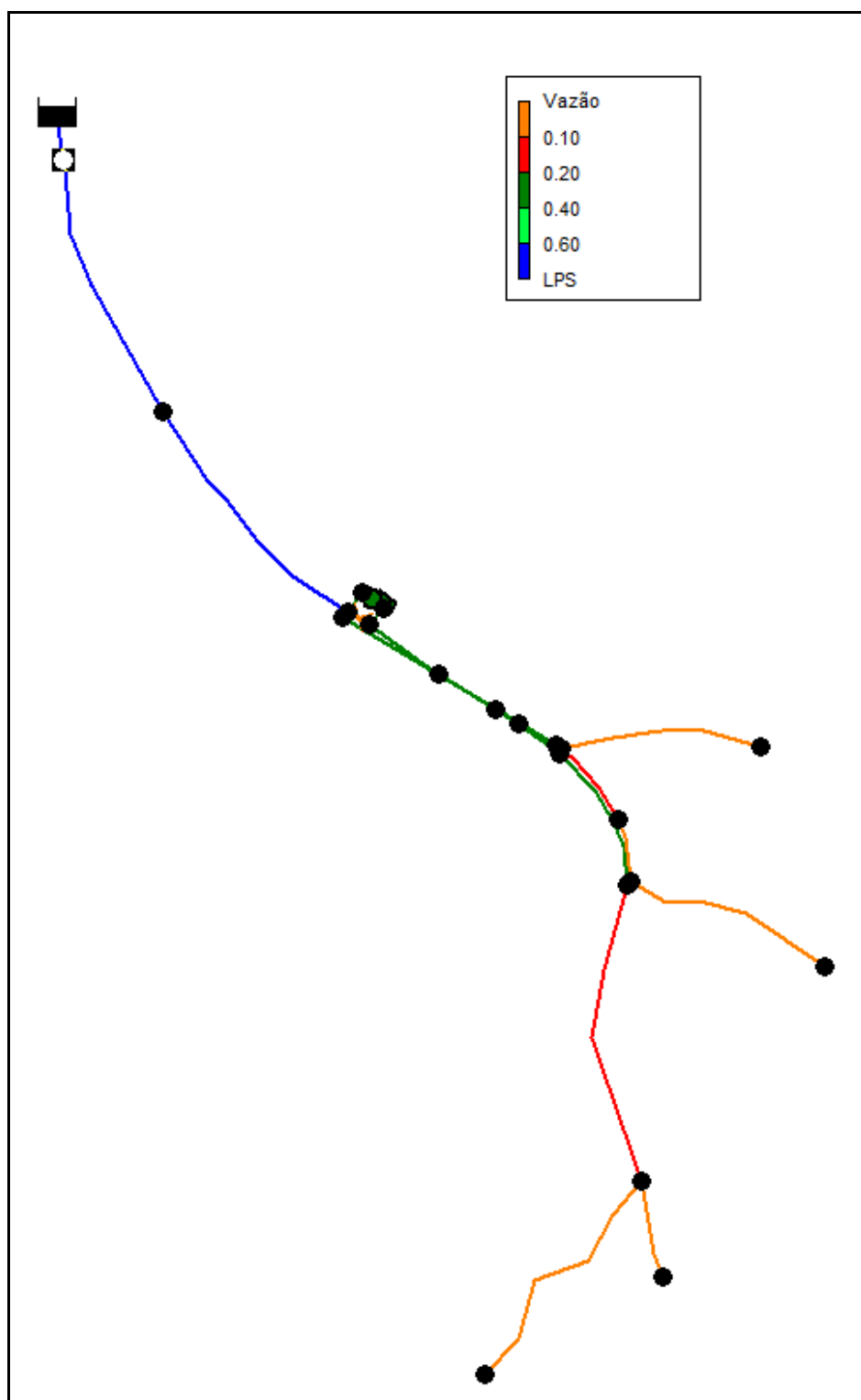


Figura 13– Vazões disponíveis nos trechos às 12:00h.

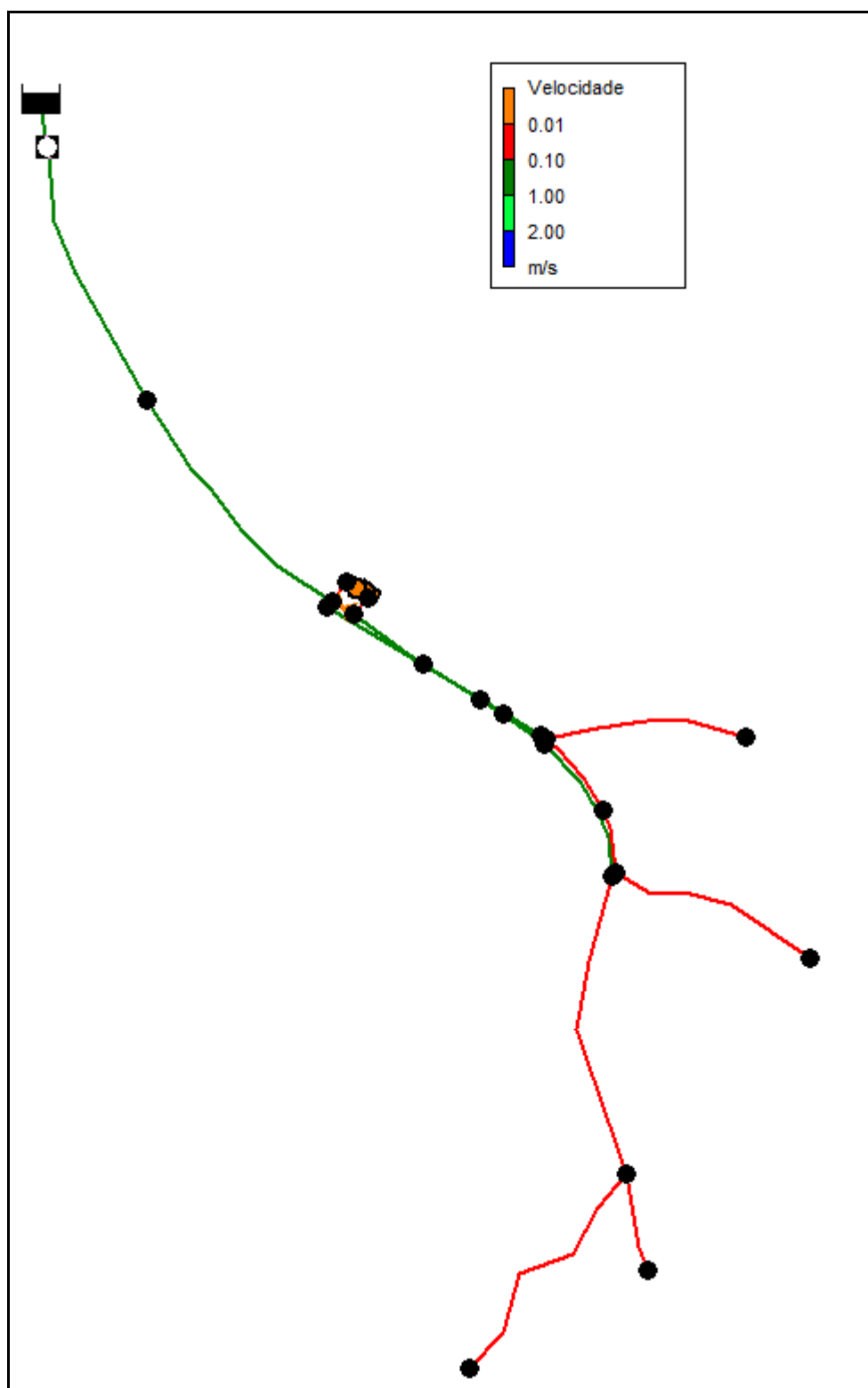


Figura 14 – Velocidades disponíveis nos trechos às 12:00h.

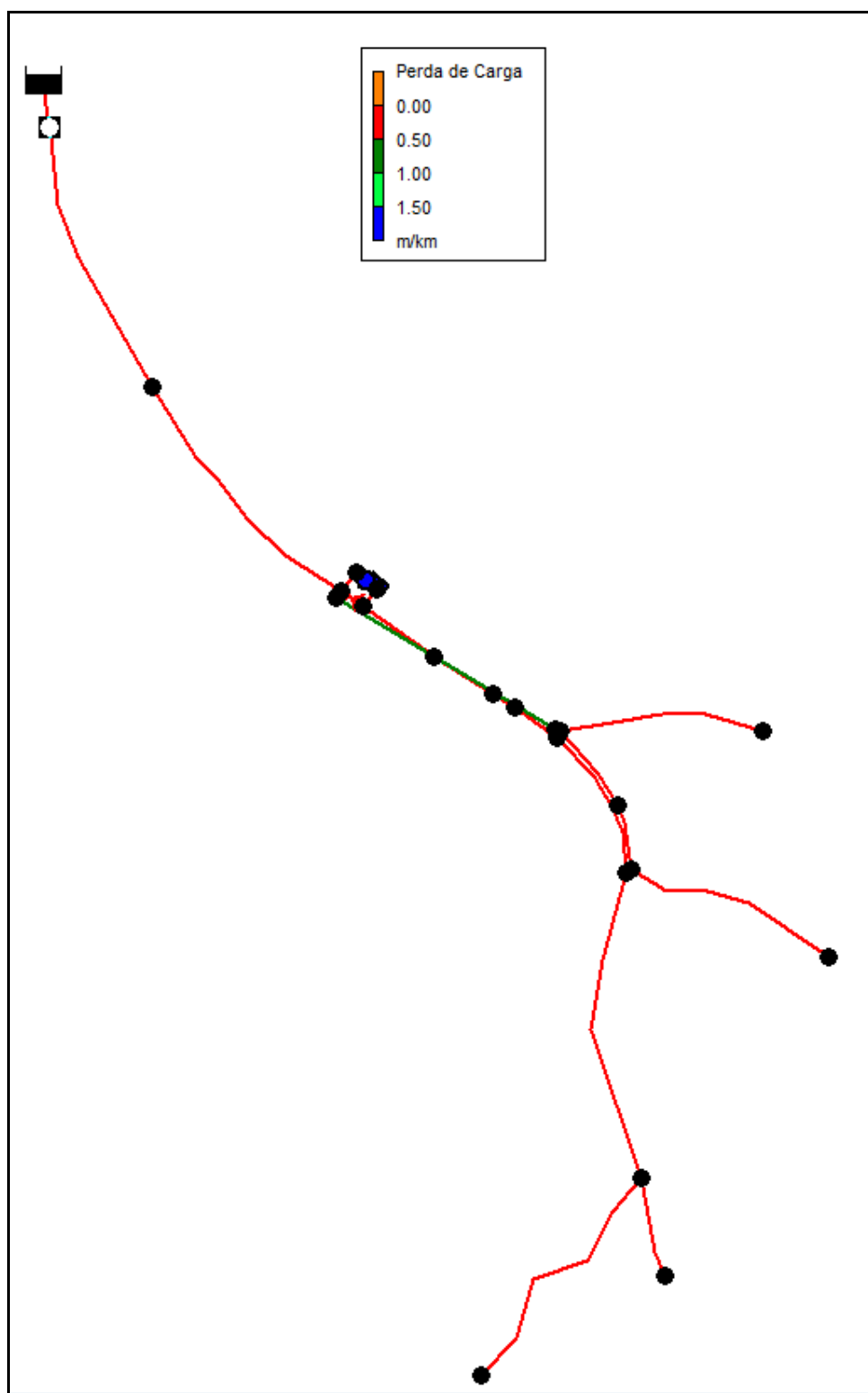


Figura 15 – Perda de carga nos trechos às 12:00h.

Segue abaixo o relatório geral de dimensionamento emitido pelo EPANET para o horário de maior consumo.

Tabela da Rede - Nós às 12:00 Horas					
	Cota	Consumo-Base	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão
ID do Nó	m	LPS	LPS	m	m
Nó N5	260,00	-	0.00	281,64	21,64
Nó N6	261,00	-	0.00	281,58	20,58
Nó N7	258,60	-	0.00	281,52	22,92
Nó N8	260,50	-	0.00	314,58	54,08
Nó N9	262,70	-	0.00	314,57	51,87
Nó N10	263,30	-	0.00	314,55	51,25
Nó N11	272,50	0,04	0.06	314,52	42,02
Nó N12	295,10	0,05	0.08	314,47	19,37
Nó N13	301,30	0,04	0.06	314,47	13,17
Nó N14	273,70	0,05	0.08	281,44	7,74
Nó N15	266,20	0,04	0.06	281,45	15,25
Nó N18	262,70	-	0.00	314,56	51,86
Nó N4	263,30	0,05	0.08	281,45	18,15
Nó N16	258,00	-	0.00	281,52	23,52
Nó N19	258,00	-	0.00	314,60	56,60
Nó N20	258,00	-	0.00	314,60	56,60
Nó N1	310,00	0,04	0.06	314,47	4,47
Nó N2	258,60	0,04	0.06	281,52	22,92
Nó N3	263,00	-	0.00	281,45	18,45
Nó N17	270,00	0,05	0.08	281,44	11,44
Nó N21	272,50	-	0.00	281,44	8,94
RNF 1	281,65	#N/A	-0.60	281,65	-

Tabela 6- Relatório do EPANET para os nós às 12:00h (maior consumo).

Tabela da Rede - Trechos às 12:00 Horas						
	Comprimento	Diâmetro	Rugosidade	Vazão	Velocidade	Perda de Carga
ID do Trechos	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubulação T5	138,540	75,00	130	0,60	0,14	0,42
Tubulação T6	138,350	75,00	130	0,60	0,14	0,42
Tubulação T7	42,870	53,40	130	0,25	0,11	0,45
Tubulação T8	34,010	53,40	130	0,25	0,11	0,45
Tubulação T9	13,060	53,40	130	0,25	0,11	0,45
Tubulação T10	77,160	53,40	130	0,25	0,11	0,45
Tubulação T11	155,330	53,40	130	0,19	0,09	0,28
Tubulação T12	49,680	53,40	130	0,06	0,03	0,03
Tubulação T1	108,890	53,40	130	0,08	0,03	0,05
Tubulação T15	101,420	53,40	130	0,06	0,03	0,03
Tubulação T19	25,270	53,40	130	0,25	0,11	0,45
Tubulação T2	22,240	75,00	130	0,60	0,14	0,42
Tubulação T17	10,780	75,00	130	0,26	0,06	0,09
Tubulação T18	11,640	75,00	130	0,26	0,06	0,09
Tubulação T13	132,430	53,40	130	0,06	0,03	0,03
Tubulação T14	3,950	53,40	130	0,34	0,15	0,80
Tubulação T16	125,040	53,40	130	0,28	0,13	0,56
Tubulação T20	2,540	53,40	130	0,14	0,06	0,14
Tubulação T21	48,810	53,40	130	0,15	0,07	0,17
Tubulação T22	31,660	53,40	130	0,08	0,03	0,05
Bomba B2	#N/A	#N/A	#N/A	0,26	-	33,08
Válvula V1	#N/A	75,00	#N/A	-	-	-

Tabela 7- Relatório do EPANET para os trechos às 12:00h (maior consumo).

2.7. CONCLUSÃO

A partir da implantação das ações propostas para o modelo avaliado e considerando os resultados apresentados no presente estudo, conclui-se que o sistema de distribuição de água de Muqui comportará o incremento de vazão da comunidade Morubia, sendo necessário, para tanto, que seja construído um booster para atendimento da parte alta desta localidade.

O booster será localizado em área a ser disponibilizada pela própria comunidade.

Será necessário implantar:

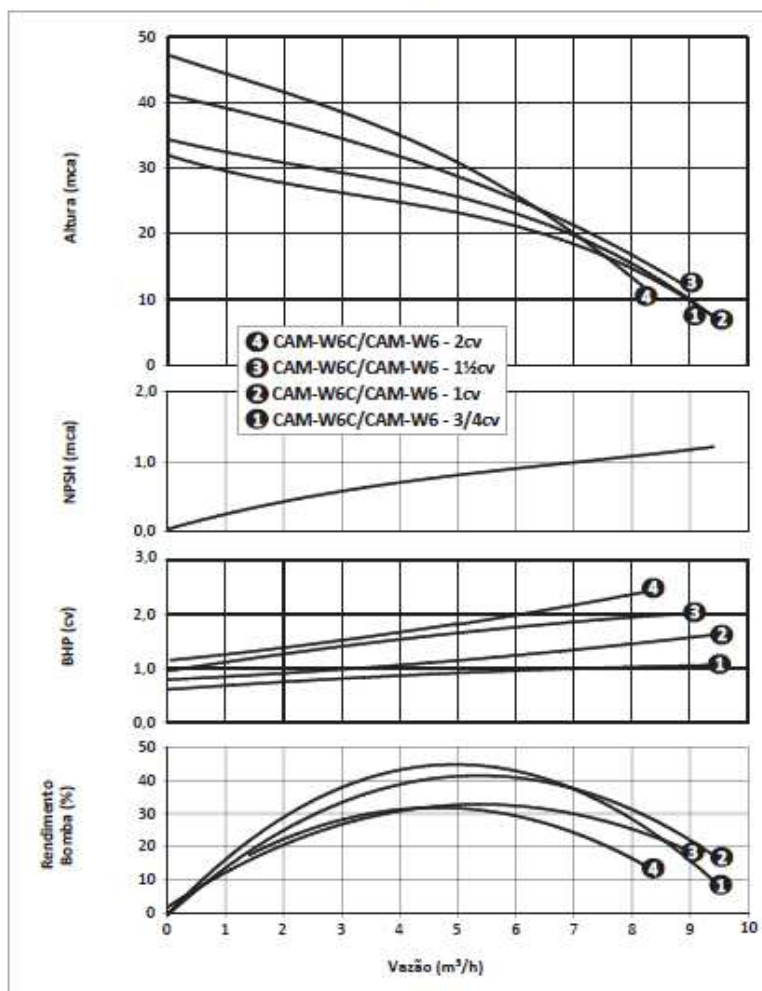
- 270,00 metros de rede de distribuição de água em PVC PBA classe 15 DN75mm;
- 890,00 metros de rede de distribuição de água em PVC PBA classe 15 DN50mm;
- 01 booster de água tratada (especificação técnica apresentada à folha 26).

ANEXO

CAM W-6C - Centrífuga de Aplicação Múltipla

Curvas de Performance

2 Polos - 3.500 rpm - 60 Hz



Série CAM 2 Polos

Tabela de Seleção

Modelo		Pot. (cv)	Tubulação		Diâmetro rotor (mm)	AMT max. (mca)	Altura Manométrica Total em metros de Coluna de Água (mca)																				
Monofásico	Trifásico		Suc. (bsp)	Elev. (bsp)			Não estão incluídas as perdas por atrito																				
127 ou 220V	220V/380V						8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	
							Vazão (m³/h)																				
CAM-W6C	CAM-W6	3/4	1"	1"	130,0	32	9,3	9,0	8,6	8,2	7,7	7,1	6,5	5,6	4,5	3,2	1,8	0,8									
		1			136,0	35	9,3	9,0	8,6	8,3	7,9	7,5	7,0	6,4	5,7	4,8	3,8	2,5	1,3	0,4							
		1½*			145,0	42				8,6	8,2	7,7	7,3	6,8	6,3	5,8	5,2	4,6	3,9	3,2	2,4	1,5	0,6				
		2*			156,0	48				8,2	7,9	7,6	7,3	7,0	6,7	6,3	6,0	5,6	5,2	4,7	4,2	3,7	3,1	2,5	1,9	1,3	0,6

*Monofásico Bivolt: 110/220V

IMPORTANTE: Não utilizar as bombas em alturas inferiores àquelas limitadas pela linha demarcativa, sob o risco de sobrecarga no motor elétrico, ocasionando a perda da GARANTIA.



CATÁLOGO GERAL - 60 Hz

25

Denize N. Sperandio Babilon

Camila Farias Lirio Nascimento

Serra, 14 de novembro de 2017.