



Estudo de Concepção do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Bombinhas-SC.

Tomo III – Modelagem Hidráulica



Número do Contrato: 001/2016_AB – Bombinhas x ALLEVANT

Versão final – Revisão 01

Julho de 2017.

**ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO
MUNICÍPIO DE BOMBINHAS-SC.**

Tomo III –Modelagem Hidráulica

Apresentação

O Estudo de Concepção do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Bombinhas, produto elaborado pela empresa ALLEVANT – Engenharia e Consultoria Ltda, sob contrato 001/2016_AB, constitui-se de 3 tomos, a saber:

- **Tomo I:** Caracterização do sistema de abastecimento e estudo populacional;
- **Tomo II:** Estudo de Mananciais; e
- **Tomo III:** Modelagem hidráulica do sistema de abastecimento.

O terceiro e último tomo do Estudo de Concepção do Sistema de Abastecimento do Município de Bombinhas traz informações sobre:

- As premissas utilizadas para a confecção do modelo hidráulico, assim como as informações adicionadas ao modelo como, por exemplo, informações de cadastro de rede e cadastro comercial;
- As ações realizadas para a elaboração da modelagem e sua calibração;
- As três alternativas para o desenvolvimento do sistema até o ano de 2049;
- A escolha da melhor alternativa com base em parâmetros técnicos, ambientais e econômicos, assim como na discussão com a equipe de Águas de Bombinhas e
- A distribuição das obras temporalmente (prazo imediato, curto, médio e final de plano) e o respectivo levantamento de custos.

Resumo executivo

Para a utilização da modelagem hidráulica em análises do funcionamento do sistema de abastecimento de água e de cenários futuros é necessário, primeiramente, que a mesma seja elaborada e devidamente calibrada, a fim de que represente fidedignamente o sistema em questão.

Para a construção de um modelo hidráulico representativo da realidade, devem ser verificadas diretrizes de projeto indicadas na literatura e também normas técnicas como, por exemplo, a NBR 12.217 de 1994 (item 1 Normas e diretrizes de projeto), além de serem validadas as informações do cadastro técnico e comercial da rede de abastecimento com os responsáveis pela operação e gestão do sistema (item 2.1 Dados para Modelagem Hidráulica).

Devido ao desbalanceamento hídrico que ocorre por conta da atual falta d'água na alta temporada de turismo em Bombinhas, optou-se por elaborar o modelo preliminar utilizando informações da baixa temporada (item 2.1.3 Carregamento de dados de Consumos e Perdas), visto que, para a análise de uma modelagem hidráulica preliminar, deve-se contar com um sistema com características de balanço hídrico equilibradas.

Dados como a variação de nível de água dos reservatórios principais (Item 2.1.5 Carregamento de dados de variação do nível dos reservatórios principais), localização e configurações dos reservatórios, bombas e boosters (Tomo 1: item 2.3 Sistema de reservação e 2.5 Bombas hidráulicas), e vazão de saída dos reservatórios (2.3 Análise da curva de consumo e perdas) também foram inseridos no modelo.

No processo de calibração do modelo, a curva característica de demandas (consumo + perdas) deve ser ajustada para o sistema estudado, para tanto, utilizaram-se informações de vazão de saída dos principais reservatórios e as comparações entre as pressões medidas e modeladas.

Faz-se necessário ressaltar que a curva de demanda obtida é compatível com as informações de pressão medidas em campo e com as informações de vazão, entretanto, ao desmembrá-la em curva de consumo e de perda deve-se, necessariamente, verificá-las. Para a modelagem, o resultado da relação entre as duas curvas inseridas no modelo (consumo e perda) será condizente com a realidade, entretanto, caso se queira utilizar as curvas para análises independentes de consumo e perda, deve-se verificar se ambas também são representativas (item 2.3 Análise da curva de consumo e perdas).

Outra ação realizada para a calibração do modelo é a comparação entre pontos de pressão modelados e medidos em campo, para tanto, utilizaram-se informações de variação de pressão em cinco dos seis pontos de coleta de dados realizada pela Águas de Bombinhas. Um ponto de medição foi descartado por não apresentar uma quantidade de dados suficiente para análise.

Como resultado, obteve-se uma significativa proximidade entre as pressões medidas e modeladas, indicando que a calibração foi devidamente realizada e que o modelo é representativo (item 2.2 Análise dos pontos de pressão).

O próximo procedimento realizado foi a elaboração de três alternativas de concepção para o sistema de abastecimento público. As três alternativas tiveram como requisitos mínimos a utilização das respectivas normas técnicas, a necessidade de se manter as pressões do sistema entre 10 mca e 50 mca, a redução das perdas de carga distribuídas, a verificação do volume mínimo de reservação de água tratada a fim de assegurar o sistema contra interrupções no abastecimento e a distribuição temporal das obras propostas com a intenção de manter o sistema funcionando corretamente e de viabilizar financeiramente e tecnicamente a realização das mesmas.

Após finalizar a elaboração das propostas, as mesmas foram apresentadas e discutidas junto à equipe técnica responsável pelo sistema de Bombinhas, a fim de se esclarecer as vantagens e desvantagens de cada uma e realizar ajustes nas propostas. A partir dessa discussão e com base em aspectos técnicos, ambientais e econômicos, constatou-se que a proposta referente à Alternativa 2 seria a mais vantajosa para o sistema.

Após definida a nova setorização e obras para melhoria do sistema de distribuição de água, analisou-se novas duas alternativas para o sistema de reservação, sendo estas: a) atendimento da demanda por reservação com reservatórios de montante e jusante (existentes e propostos); b) Atendimento da demanda por reservação com reservatórios de montante apenas. A análise técnica, ambiental e econômica destas indica a Alternativa B como mais vantajosa.



Abreviaturas e Símbolos

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CASAN	-	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
DWG	-	Arquivo de projeto de desenho assistido por computador
ETA	-	Estação de tratamento de água
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCA	-	Metro de coluna de água (medida de pressão)
NBR	-	Norma brasileira regulamentadora
PVC	-	Policloreto de polivinila
PEAD	-	Polietileno de alta densidade
VRP	-	Válvula redutora de pressão

Índice de Figuras

Figura 1 - Bairros do Município de Bombinhas	21
Figura 2 - Variação do nível do Reservatório principal R1.....	25
Figura 3 - Variação do nível do Reservatório principal R2	25
Figura 4 - Localização de todos os 6 dataloggers de pressão instalados em Bombinhas ...	26
Figura 5 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Bombas	27
Figura 6 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Bombas	27
Figura 7 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Mariscal.....	28
Figura 8 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Quatro Ilhas	28
Figura 9 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Zimbros	29
Figura 10 - Curvas adimensionais	30
Figura 11 – Pressões no horário de máxima demanda (12:00).....	31
Figura 12- Pressões no horário de mínima demanda (5:30).....	32
Figura 13 - Pressões no horário de máxima demanda (12:00)	33
Figura 14- Pressões no horário de mínima demanda (5h00).....	34
Figura 15 - Setores de manobra (figura a) e Zonas de pressão (figura b)	35
Figura 16 - Tubulações propostas ao longo do horizonte de projeto – Alternativa 1.	39
Figura 17 - Tubulações propostas ao longo do horizonte de projeto – Alternativa 2.	41
Figura 18 - Tubulações propostas ao longo do horizonte de projeto – Alternativa 3.	43
Figura 19 - Pressões na rede de distribuição em cenário a curto prazo – Alta temporada	155
Figura 20 - Pressões na rede de distribuição em cenário a curto prazo – Baixa temporada	156
Figura 21 - Pressões na rede de distribuição em cenário a médio prazo – Alta temporada	158
Figura 22 - Pressões na rede de distribuição em cenário a médio prazo – Baixa temporada	159
Figura 23 - Pressões na rede de distribuição em cenário a longo prazo – Alta temporada	161
Figura 24 - Pressões na rede de distribuição em cenário a longo prazo – Baixa temporada	162
Figura 25 - Setores de manobra no cenário imediato.....	163
Figura 26 - Setores de manobra no cenário de curto prazo.....	165
Figura 27 - Setores de manobra no cenário de médio prazo e final de plano	166
Figura 28 - Setores de medição e pontos para macromedição de vazão	167



Índice de Quadros

Quadro 1 – Coeficientes de rugosidade dos tubos de ferro fundido.....	16
Quadro 2 – Coeficientes de rugosidade para tubos de aço, PVC e PEAD.	16
Quadro 3 – Vazões micromedidas em Bombinhas nos meses de janeiro/2017 e outubro/2016	19
Quadro 4 – Produção das ETAs e porcentagens estimadas de perdas durante alta e baixa temporadas.....	20
Quadro 5 – Distribuição dos leitos formais em Bombinhas.....	22
Quadro 6 – Distribuição de domicílios vagos e ocasionais segundo setores censitários (2010).....	22
Quadro 7 – Comparação entre distribuições percentuais dos domicílios voltados ao turismo, segundo Secretaria de Turismo e IBGE	23
Quadro 8 – Valores de vazão carregados no modelo em baixa temporada	23
Quadro 9 – Valores de vazão carregados no modelo em alta temporada	24
Quadro 10 - Informações sobre os pontos de pressão	26
Quadro 11 - Setorização proposta - Alternativa 1.....	38
Quadro 12 – Setorização proposta - Alternativa 2.....	40
Quadro 13 – Setorização proposta - Alternativa 3.....	42
Quadro 14 – Estimativa de custos das obras e ações propostas em cada alternativa.	45
Quadro 15 - Extensão das tubulações propostas (m)	122
Quadro 16 – Registros e válvulas de retenção propostas (un.)	122
Quadro 17 –Válvulas Redutoras de Pressão propostas (un.).....	122
Quadro 18 – Estações pressurizadoras propostas (un.).....	123
Quadro 19 - Estimativa de custos das alternativas (R\$).....	123
Quadro 20 - Extensão de redes das alternativas (m)	124
Quadro 21 – Energia utilizada diariamente pelas bombas do sistema de distribuição de água em cada alternativa analisada (KWh)	124
Quadro 22 - Estimativa de custos com operação dos equipamentos de bombeamento propostos.....	125
Quadro 23 - Alternativa 1 - Extensão aproximada de interferências próximas a cursos d'água.	126
Quadro 24 - Alternativa 2 - Extensão aproximada de interferências próximas a cursos d'água	127
Quadro 25 - Extensão das tubulações propostas (m)	129
Quadro 26 – Registros e válvulas de retenção propostas (un.)	129
Quadro 27 –Válvulas Redutoras de Pressão propostas (un.).....	130
Quadro 28 – Estações pressurizadoras propostas (un.).....	130
Quadro 29 - Vazões médias e máximas diárias no cenário atual e futuro.....	132
Quadro 30 – Balanço de reservação atual	133

Quadro 31 - Balanço de reservação futuro	134
Quadro 32 - Alternativa A - Balanço de reservação futuro com reservação proposta	136
Quadro 33 - Alternativa B - Balanço de reservação futuro com reservação proposta	138
Quadro 34 – Estimativa de custos de implantação de reservatórios e estação elevatória propostos em cada alternativa.....	140
Quadro 35 - Pré-dimensionamento dos reservatórios propostos	142
Quadro 36 – Reservatórios propostos.....	149
Quadro 37 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão - Imediato.....	150
Quadro 38 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão – curto prazo.	154
Quadro 39 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão – médio prazo.	157
Quadro 40 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão – longo prazo.	160
Quadro 41 - Informações sobre os pontos de manobra no cenário imediato	164
Quadro 42 - Informações sobre os pontos de manobra no cenário de curto prazo	165
Quadro 43 - Informações sobre os locais de macromedição de vazão dos setores	168



Índice

Resumo executivo.....	VI
1. Normas e diretrizes de projeto.....	15
1.1. Critérios para Dimensionamento Hidráulico.....	15
1.1.1. Reservatório de Distribuição.....	15
1.1.2. Estações de Bombeamento.....	15
1.1.3. Rede de Distribuição.....	16
1.1.4. Válvula Redutora de Pressão.....	17
2. Simulação hidráulica.....	18
2.1. Dados para Modelagem Hidráulica.....	18
2.1.1. Cadastro técnico.....	18
2.1.2. Cadastro comercial.....	19
2.1.3. Carregamento de dados de Consumos e Perdas.....	19
2.1.4. Distribuição de consumo da população flutuante.....	22
2.1.5. Carregamento de dados de variação do nível dos reservatórios principais..	24
2.2. Análise dos pontos de pressão.....	25
2.3. Análise da curva de consumo e perdas.....	29
2.4. Identificação de Áreas Críticas de Abastecimento Atuais.....	30
2.4.1. Baixa temporada.....	30
2.4.1. Alta temporada.....	33
3. Estudo de setorização.....	35
3.1. Setorização atual.....	35
4. Propostas de melhoria do Sistema de Abastecimento.....	37
4.1. Alternativas para o Sistema de Distribuição.....	38
4.1.1. Alternativa 1.....	38
4.1.2. Alternativa 2.....	40
4.1.3. Alternativa 3.....	42
4.2. Escolha da melhor alternativa para o Sistema de Distribuição.....	44
4.2.1. Estimativa de custos de implantação.....	44
4.2.2. Detalhamento dos trechos propostos.....	67
4.2.2.1. Trechos propostos em prazo imediato como reforço de redes de diâmetro inferior a 50mm.....	67

4.2.2.2.	Trechos propostos em Prazo Imediato para todas as alternativas	73
4.2.2.3.	Trechos propostos em Prazo Imediato para a Alternativa 1	87
4.2.2.4.	Trechos propostos em Prazo Imediato para a Alternativa 2	93
4.2.2.5.	Trechos propostos em Prazo Imediato para a Alternativa 3	96
4.2.2.6.	Trechos propostos em Curto Prazo para todas as alternativas	99
4.2.2.7.	Trechos propostos em Médio Prazo para todas as alternativas	107
4.2.2.8.	Trechos propostos em Longo Prazo para todas as alternativas	120
4.2.3.	Resumo das estruturas propostas em cada alternativa.....	122
4.2.4.	Análise ambiental, técnica e econômica das alternativas de setorização...	123
4.2.5.	Alternativa escolhida para o Sistema de Distribuição	129
4.2.5.1.	Alternativa 2 – Rede de Distribuição de Água.....	129
4.2.5.2.	Alternativa 2 - Válvulas de Redutoras de Pressão (VRP)	130
4.2.5.3.	Alternativa 2 - Estações Pressurizadoras (Boosters) propostas	130
5.	Estudo de reservação	132
5.1.	Capacidade de reservação atual	132
5.2.	Alternativas para o Sistema de Reservação e Elevação de Água Tratada	135
5.2.1.	Alternativa A - Atendimento da demanda com reservatórios de montante e jusante	136
5.2.2.	Alternativa B - Atendimento da demanda com reservatórios de montante.	137
5.2.3.	Estimativa de custos de implantação dos reservatórios	139
5.2.4.	Detalhamento das alternativas de reservação.....	142
5.2.5.	Análise ambiental, técnica e econômica das alternativas de reservação ...	149
5.2.6.	Alternativa escolhida para o Sistema de Reservação.....	149
5.2.6.1.	Alternativa B – Sistema de Reservação.....	149
6.	Setorização proposta – Zonas de pressão e operação.....	150
6.1.	Cenário Imediato.....	150
6.2.	Cenário Curto prazo.....	154
6.3.	Cenário Médio Prazo	157
6.4.	Cenário Longo Prazo	160
6.5.	Pontos de controle de Zonas de Pressão	163
6.6.	Setores de medição e controle	167
7.	Considerações Finais	169
	Referências Bibliográficas	172



ANEXOS	173
ANEXO 1 – Curvas dos boosters de Bombinhas	174
ANEXO 2 – Sistema atual - Áreas de manobra.....	175
ANEXO 3 – Concepção Alternativa 1	176
ANEXO 4 – Concepção Alternativa 2.....	177
ANEXO 5 – Concepção Alternativa 3.....	178
ANEXO 6 – Alternativa 2 – Registros de manobra propostos e Subsetores	179
ANEXO 7 – Alternativa 2 – Obras	180
ANEXO 8 – Alternativa 2 – Distritos de Medição e Controle	181
ANEXO 9 – Polígonos de carregamento de vazão	182

1. Normas e diretrizes de projeto

A utilização de modelo matemático, juntamente ao atendimento das diretrizes e normas de projeto a serem descritas na sequência, possibilita uma análise mais profunda do dimensionamento hidráulico das redes e componentes uma vez que a simulação hidráulica permite avaliar o comportamento dos parâmetros de vazão, pressão e perda de carga no sistema de alternativas propostas. Por conseguinte, a aplicação de tal ferramenta auxilia na determinação de propostas que busquem a melhor eficiência operacional e econômica para o sistema.

1.1. Critérios para Dimensionamento Hidráulico

Os critérios e parâmetros de projeto descritos abaixo obedecem às normas vigentes, e foram utilizados para avaliação das condições atuais do sistema, visando manter maior estabilidade no abastecimento e nas pressões dos setores, bem como a minimizar perdas.

1.1.1. Reservatório de Distribuição

Os reservatórios de distribuição são destinados a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.

Conforme NBR 12.217/1994, o volume necessário para atender às variações de consumo deve ser avaliado a partir de dados de consumo diário e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se o fator 1,2 ao volume assim calculado, considerando as incertezas dos dados utilizados.

Cada zona de pressão deve corresponder a um volume útil, sendo que este pode estar total ou parcialmente incluído em reservatório de outra zona quando:

- a. Esta solução for a mais econômica para o sistema de distribuição;
- b. As obras mínimas necessárias de uma etapa de implantação da rede de distribuição forem compatíveis com essa condição de funcionamento temporário.

Pela recomendação de Tsutiya (2005), o volume do reservatório deve ser de 1/3 do volume do dia de maior consumo, sendo este o critério adotado para análise do sistema e proposição de alternativas.

1.1.2. Estações de Bombeamento

Para procedimentos de projeto para Estações Elevatórias, o estudo deve avaliar a locação mais favorável da estação, de forma a otimizar a implantação das tubulações de entrada e saída e permitir que as bombas tenham preferencialmente partida afogada.



Bombas de rotação variável apresentam-se como opção para o controle de pressão nos setores como alternativa à centros de reservação, porém, deve ser feito um estudo da relação custo-benefício.

A NBR 12.214/1992 ressalta a necessidade de se levar em consideração o atendimento das condições presentes e futuras, utilizando-se um conjunto de bombas capaz de atender às exigências operacionais em toda a faixa prevista de vazão, sem prejuízo apreciável do rendimento de cada unidade.

1.1.3. Rede de Distribuição

A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras é de 500 kPa (50mca), e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa (10 mca). No entanto, visando à redução da vazão de perdas, o estudo objetivou o alcance de pressões máximas próximas de **35 e 40 mca**.

O Quadro 1 e o Quadro 2 a seguir trazem os valores do coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams para tubos de ferro fundido, aço, PVC e PEAD.

Quadro 1 – Coeficientes de rugosidade dos tubos de ferro fundido.

Idade (anos)	Diâmetro (mm)															
	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	750	900	1050	1500
0	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
5	115	116	117	118	119	120	120	120	120	120	120	120	121	122	122	122
10	101	104	106	108	109	110	110	110	111	112	112	112	113	113	113	113
15	87	92	96	100	102	103	103	103	104	104	105	105	106	106	106	106
20	77	83	88	93	94	96	97	97	98	98	99	99	100	100	100	100
25	71	76	81	86	89	91	91	91	92	92	93	93	94	94	94	95
30	65	70	75	80	83	85	86	86	87	87	88	89	90	90	90	91
35	60	65	70	75	78	80	82	82	83	84	85	85	86	86	87	88
40	54	59	64	71	74	76	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
45	46	53	60	67	71	73	75	76	76	77	77	78	78	79	80	81
50	41	49	56	63	67	70	71	72	73	73	74	75	76	76	77	78
100	41	49	49	52	55	56	56	57	57	57	63	63	64	64	65	66

FONTE: MANUAL DE HIDRÁULICA AZEVEDO NETTO, 8ª EDIÇÃO

Quadro 2 – Coeficientes de rugosidade para tubos de aço, PVC e PEAD.

Material	Idade (anos)		
	Novos	10	20
Aço soldado	125	110	90
PVC/PEAD	140	135	130

FONTE: MANUAL DE HIDRÁULICA AZEVEDO NETTO, 8ª EDIÇÃO

Como a idade das tubulações foi estimada em 20 anos, sem informações individualizadas, adotou-se valor de coeficiente de Hazen-Williams igual a 130 para todas as tubulações.

1.1.4. Válvula Redutora de Pressão

A válvula redutora de pressão - VRP é um dispositivo mecânico que permite reduzir, automaticamente, uma pressão variável de montante para uma pressão estável de jusante segundo parâmetros de controle da pressão por regulação fixa, modulada por tempo ou modulada por vazão.

Para dimensionamento de uma VRP, os seguintes aspectos devem ser analisados:

- a) Informações de demanda e sazonalidade. As demandas deverão ser analisadas para se determinar os efeitos da sazonalidade. Para dimensionar corretamente a VRP e escolher o tipo de controle ou modulação é importante considerar o impacto das flutuações sazonais da demanda.
- b) Vazões de projeto:
 - Vazão máxima: é a máxima vazão horária de projeto;
 - Vazão mínima: é a mínima vazão horária de projeto;
 - Pressão a montante máxima: é a máxima pressão a montante da VRP;
 - Pressão a montante mínima: é a mínima pressão a montante da VRP.
- c) Diâmetro nominal da VRP. O diâmetro nominal da VRP para atender aos parâmetros anteriormente estabelecidos é determinado através do padrão fornecido pelo fabricante da válvula. O diâmetro nominal é aquele correspondente à válvula cujas características de vazão máxima e de vazão mínima atendam às necessidades de vazão para abastecimento da área a ser controlada.
- d) Estimativa de perda de carga. É necessário determinar a perda de carga provocada pelo conjunto hidráulico para determinar o efeito na pressão mínima no ponto crítico da área e em relação ao critério de regulação estabelecido anteriormente. Com os valores da vazão máxima, do diâmetro nominal da VRP e das demais singularidades, é possível determinar por meio de fórmulas e gráficos específicos a perda de carga do conjunto.

2. Simulação hidráulica

Elaborou-se a simulação hidráulica preliminar em toda a rede de distribuição, primária e secundária, do município de Bombinhas. Entre as informações carregadas no modelo estão as características dos componentes hidráulicos: reservatórios, bombas e *booster*; as informações de consumo médio para cada região do município e as respectivas perdas de água.

2.1. Dados para Modelagem Hidráulica

2.1.1. Cadastro técnico

O cadastro técnico da rede de distribuição de água do município de Bombinhas foi disponibilizado nos seguintes formatos:

- Mapa cadastral em formato DWG contendo o cadastro da rede pública de distribuição de água tratada. Observa-se que o bairro de Mariscal possui um loteamento que conta com poço e reservatórios próprios cujas características não foram informadas;
- Arquivo DWG das curvas de nível atualizadas de metro em metro;
- Relação de bombas (elevatórias e pressurizadoras), recebida através de documentos e e-mails, com características das bombas existentes, como marca, curvas de eficiência e altura manométrica em função da vazão recalçada;
- Relação de reservatórios, recebida através de documentos, e-mails e acesso à rede de controle e operação dos reservatórios principais, com informações de volume e altura do nível d'água.

O arquivo digital foi elaborado em formato DWG, com a finalidade de permitir atualizações cadastrais e a exportação da topologia da rede para o software WaterGEMS da Bentley, para a realização de simulações hidráulicas e avaliação da eficiência do sistema de distribuição.

Com base nos dados fornecidos (arquivos AutoCAD), a elaboração do arquivo de cadastro, a partir da planta do município, seguiu a seguinte ordem:

- a) Adequação da rede de distribuição (base cadastral de rede de água);
- b) Identificação das áreas de abastecimento dos reservatórios e estações pressurizadoras;
- c) Inserção dos loteamentos (viário e redes);

Assim, o cadastro foi trabalhado para correção de trechos de rede que se encontravam desconectados, trechos desativados e pontos de inconsistências do cadastro, de modo a garantir a condição hidráulica e topológica do sistema de distribuição. Após a importação dos elementos, os dados alfanuméricos foram incorporados aos elementos gráficos de interesse.

Para a modelagem hidráulica do sistema de abastecimento de Bombinhas, adotou-se Hazen-Williams igual a 130 como um valor médio de rugosidade para todas as tubulações, uma vez que o cadastro das redes indicava material PVC.

2.1.2. Cadastro comercial

Os dados comerciais fornecidos pela empresa Águas de Bombinhas foram recebidos através dos seguintes documentos:

- Base de dados em Excel contendo o consumo de cada ligação, entre maio de 2016 e dezembro de 2016, com endereço completo da unidade consumidora.

2.1.3. Carregamento de dados de Consumos e Perdas

O consumo foi carregado no modelo com base em informações dos consumos de cada bairro cedidas pela empresa Águas de Bombinhas em planilha Excel denominada “Cadastro_cml_com leituras”. Dentre os dados fornecidos nesse documento, os mais relevantes para a modelagem preliminar e consequente calibração do modelo foram consumos de outubro de 2016, mês considerado como de baixa temporada, de cada bairro do município. Para a elaboração dos cenários de alta temporada, foram consideradas as informações do mês de janeiro.

As perdas, por sua vez, foram alocadas aos nós do modelo segundo uma lógica de distribuição espacial pelo método de Thiessen baseada no consumo contabilizado em cada bairro: relacionando-se o consumo às vazões médias de entrada no sistema de abastecimento.

Os percentuais de perdas adotados para efeito da definição das vazões de projeto variam conforme época do ano. Quanto maior a pressão na rede de distribuição, maiores são as vazões de vazamento.

Para a estimativa de perdas totais no município de Bombinhas, foram utilizados os registros de micromedição do cadastro comercial durante os meses de janeiro (alta temporada) e outubro (baixa temporada), e nas informações acerca da produção da ETA Zimbros e da vazão comprada da CASAN, conforme a época do ano, conforme quadros a seguir.

Quadro 3 – Vazões micromedidas em Bombinhas nos meses de janeiro/2017 e outubro/2016

Bairro	Vazão (L/s) Jan/17	Vazão (L/s) Out/16
Bombas	28,73	23,31
Canto Grande	6,19	4,78
Centro	15,92	13,42
José Amândio	7,29	6,39
Mariscal	8,97	6,77



Bairro	Vazão (L/s) Jan/17	Vazão (L/s) Out/16
Morrinhos	3,61	2,62
Quatro Ilhas	1,31	1,22
Sertãozinho	1,61	1,55
Zimbros	8,61	6,72
Total	82,25	66,80

Quadro 4 – Produção das ETAs e porcentagens estimadas de perdas durante alta e baixa temporadas

	Alta temporada Jan/17	Baixa temporada Out/16
Produção ETA Zimbros (L/s)	40,00	35,00
Produção CASAN (L/s)	80,00	50,00
Consumo micromedido (L/s)	82,25	66,80
% Consumo	68,54%	78,59%
% Perda	31,46%	21,41%

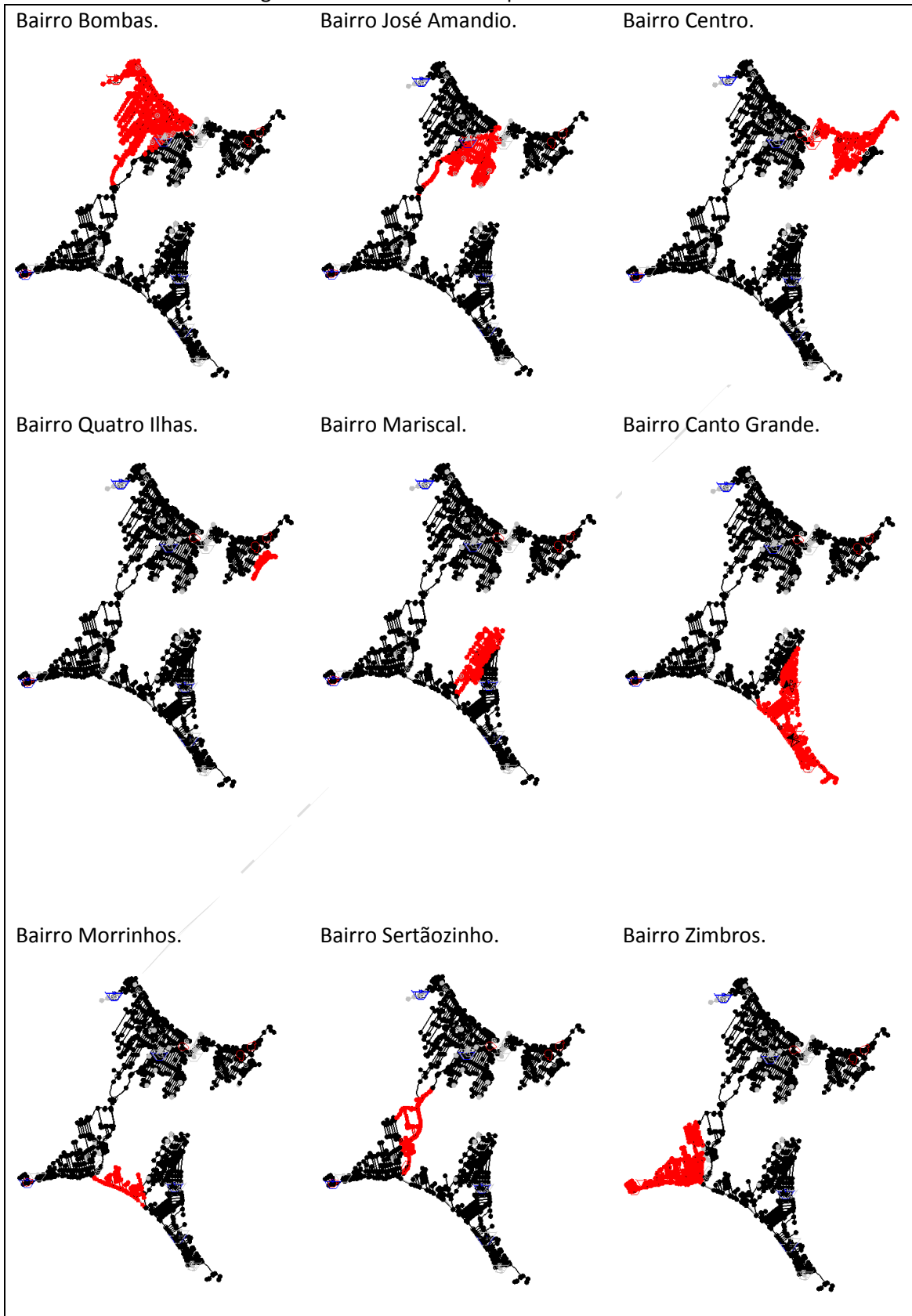
Assim, os cálculos resultaram aproximadamente 32% e 22% de perdas na alta e baixa temporadas, respectivamente. Para a modelagem, todavia, esses percentuais foram majorados no ano inicial para 35% e 30%, a favor da segurança.

Ainda, considera-se que o percentual de perdas será reduzido nos primeiros 10 anos a 25%, estabilizando-se a partir deste ponto, conforme meta proposta no PMSB.

No caso de Bombinhas, observa-se que, em alta temporada, o grande aumento de consumidores exige que o sistema seja operado com diversos boosters para que a perda de carga nas tubulações principais seja vencida (uma vez que estas possuem diâmetro inferior ao necessário para atender a população neste período). Logo, valores maiores de perda em alta temporada são considerados coerentes.

A Figura 1 ilustra a delimitação dos bairros aos quais foram adicionadas as informações anteriormente indicadas de consumo e perdas.

Figura 1 - Bairros do Município de Bombinhas



2.1.4. Distribuição de consumo da população flutuante

A distribuição do consumo da população flutuante foi realizada segundo informações cedidas pela Secretaria de Turismo e Desenvolvimento Econômico, as quais consistem de distribuição percentual dos leitos formais, conforme Quadro 5:

Quadro 5 – Distribuição dos leitos formais em Bombinhas

Bairro	Participação relativa
Bombas	38%
Centro	28%
Quatro Ilhas	4%
Mariscal e Canto Grande	25%
Zimbros	5%

Dessa forma, a vazão de consumo foi distribuída nos respectivos bairros, através de Polígonos de Thiessen que delimitam áreas de influência em torno de cada nó do sistema.

Como verificação, esses percentuais foram comparados à distribuição de domicílios vagos e de uso ocasional (aqueles capazes de absorver, em conjunto com os leitos formais, o contingente turístico) conforme setores censitários do IBGE de 2010. Note-se que, enquanto o Quadro 5 distribui os leitos formais em 5 bairros, o IBGE contabiliza domicílios em 9 bairros, a saber (Quadro 6):

Quadro 6 – Distribuição de domicílios vagos e ocasionais segundo setores censitários (2010)

Bairro	Ocasional	Vagos	Total	Participação relativa
Bombas	2469	1007	3476	38%
Zé Amândio	108	299	407	4%
Centro	679	1218	1897	21%
Quatro Ilhas	23	45	68	1%
Sertãozinho	26	38	64	1%
Canto Grande	803	736	1539	17%
Zimbros	631	124	755	8%
Mariscal	416	79	495	5%
Morrinhos	337	159	496	5%

Considerando a defasagem de aproximadamente 7 anos entre o último censo e a situação atual, e considerando também possíveis variações na delimitação entre bairros limítrofes feitas pelo município e pelo IBGE, pode-se validar a distribuição percentual adotada (Secretaria de Turismo), conforme observável nas últimas duas colunas do Quadro 7.

Quadro 7 – Comparação entre distribuições percentuais dos domicílios voltados ao turismo, segundo Secretaria de Turismo e IBGE

Bairro segundo Secretaria de Turismo	Setores censitários equivalentes	% Secretaria de Turismo	% Setores censitários equivalentes (IBGE 2010)
Bombas	Bombas	38%	38%
Centro	Centro e José Amândio	28%	25%
Quatro Ilhas	Quatro Ilhas	4%	1%
Mariscal e Canto Grande	Mariscal e Canto Grande	25%	22%
Zimbros	Zimbros, Morrinhos e Sertãozinho	5%	14%

Os quadros a seguir resumem os valores de vazão de consumo e perdas carregados no modelo, por bairro, nas diferentes temporadas. Observa-se que 5% das perdas totais foram carregadas como perdas aparentes, associadas a um comportamento diário semelhante ao de consumo. Os polígonos utilizados para carregamento das vazões são apresentados no 'ANEXO 9 – Polígonos de carregamento de vazão'.

Quadro 8 – Valores de vazão carregados no modelo em baixa temporada

Bairro	Consumo população residente Q máx dia (L/s)				Perdas (L/s)			
	2018	2023	2033	2049	2018	2023	2033	2049
Bombas	13,6	15,7	19,7	26,2	4,5	4,6	5,5	7,3
Canto Grande	2,8	3,2	4,0	5,4	0,9	0,9	1,1	1,5
Centro	7,8	9,0	11,4	15,1	2,6	2,6	3,2	4,2
José Amândio	3,7	4,3	5,4	7,2	1,2	1,3	1,5	2,0
Mariscal	4,0	4,5	5,7	7,6	1,3	1,3	1,6	2,1
Morrinhos	1,5	1,8	2,2	2,9	0,5	0,5	0,6	0,8
Quatro Ilhas	0,7	0,8	1,0	1,4	0,2	0,2	0,3	0,4
Sertãozinho	0,9	1,0	1,3	1,7	0,3	0,3	0,4	0,5
Zimbros	3,9	4,5	5,7	7,6	1,3	1,3	1,6	2,1
Total	39,1	44,9	56,5	75,1	13,0	13,1	15,7	20,9

Quadro 9 – Valores de vazão carregados no modelo em alta temporada

Bairro	Consumo população residente Q máx dia (L/s)				Consumo população flutuante Q máx dia (L/s)				Perdas (L/s)			
	2018	2023	2033	2049	2018	2023	2033	2049	2018	2023	2033	2049
Bombas	13,6	15,7	19,7	26,2	37,3	40,9	43,3	46,6	4,5	4,6	5,5	7,3
Canto Grande	2,8	3,2	4,0	5,4	10,0	11,0	11,6	12,5	0,9	0,9	1,1	1,5
Centro	7,8	9,0	11,4	15,1	27,5	30,1	31,9	34,3	2,6	2,6	3,2	4,2
José Amândio	3,7	4,3	5,4	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,3	1,5	2,0
Mariscal	4,0	4,5	5,7	7,6	14,5	15,9	16,9	18,1	1,3	1,3	1,6	2,1
Morrinhos	1,5	1,8	2,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,6	0,8
Quatro Ilhas	0,7	0,8	1,0	1,4	3,9	4,3	4,6	4,9	0,2	0,2	0,3	0,4
Sertãozinho	0,9	1,0	1,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,5
Zimbros	3,9	4,5	5,7	7,6	4,9	5,4	5,7	6,1	1,3	1,3	1,6	2,1
Total	39,1	44,9	56,5	75,1	98,2	107,6	113,9	122,6	13,0	13,1	15,7	20,9

2.1.5. Carregamento de dados de variação do nível dos reservatórios principais

Na modelagem preliminar do sistema, utilizada para calibração do modelo, os dois reservatórios principais (C.R. Polícia) são representados pelo elemento “reservoir”, que considera um volume infinito de água associado a uma curva de variação de nível. Os níveis dos reservatórios foram calculados de hora em hora em função das informações contidas no sistema supervisorio “TecnoControl” (<http://187.55.221.189:7000/ScadaBR/login.htm>).

Para a calibração do modelo foram utilizados os dados referentes ao dia 15 de março. A data foi escolhida pela melhor qualidade dos dados de nível de reservação dos dois reservatórios principais. Os gráficos que se seguem demonstram a variação do nível d’água ao longo das 24 horas.

Figura 2 - Variação do nível do Reservatório principal R1

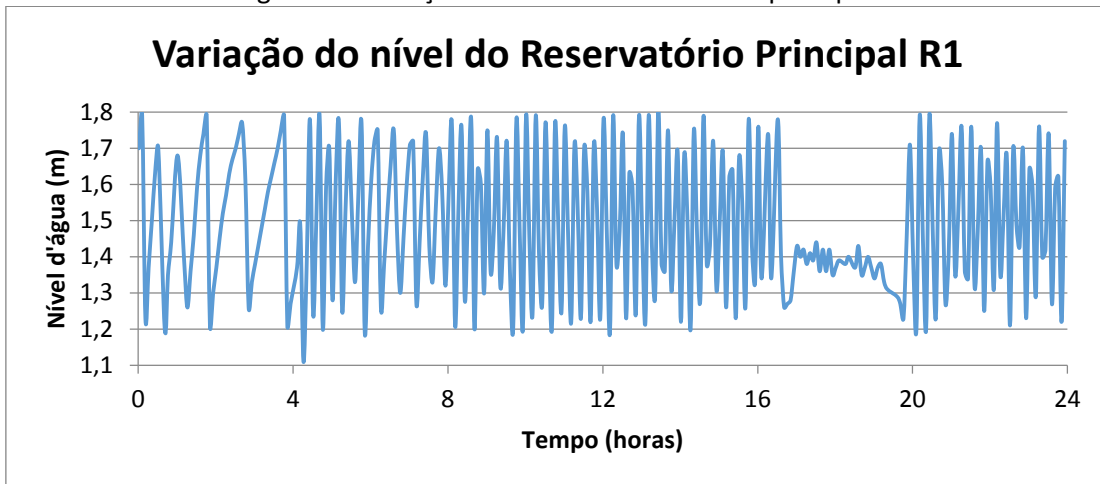
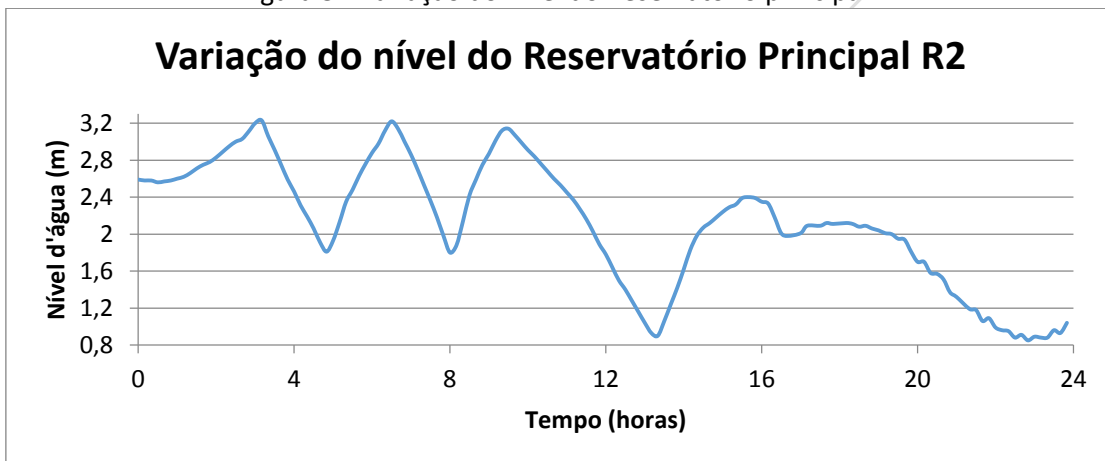


Figura 3 - Variação do nível do Reservatório principal R2

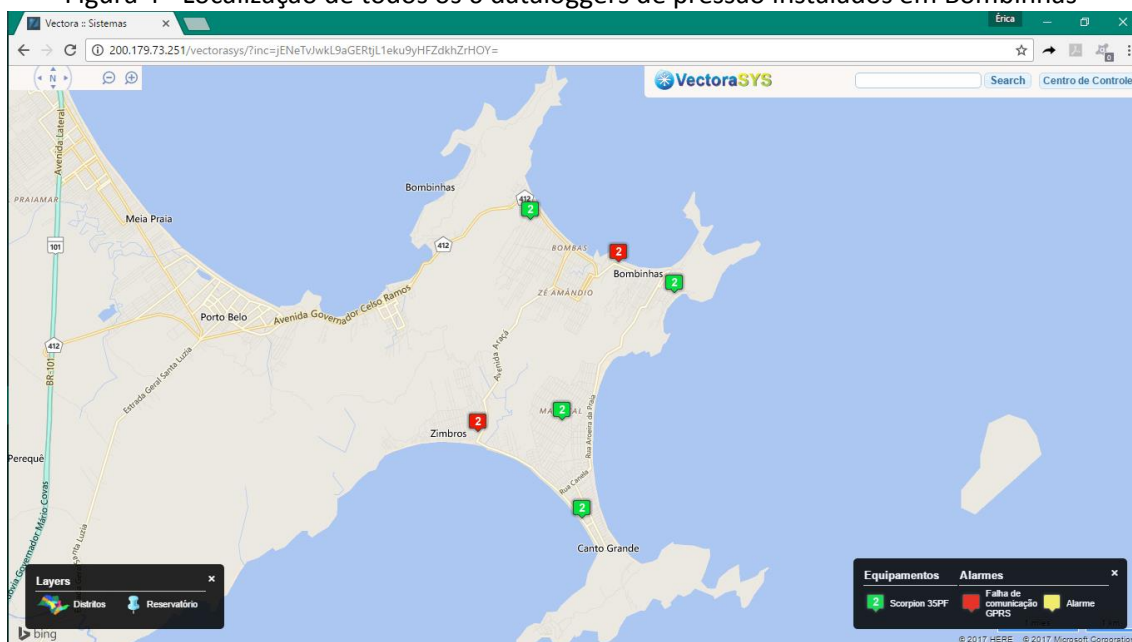


2.2. Análise dos pontos de pressão

Águas de Bombinhas possui um sistema supervisorio "Vectora SYS", no qual constam seis pontos de coleta de dados de pressão. A figura e quadro que se seguem demonstram a localização dos *dataloggers* e suas principais informações.



Figura 4 - Localização de todos os 6 dataloggers de pressão instalados em Bombinhas



Quadro 10 - Informações sobre os pontos de pressão

Nome do ponto de pressão	Equipamento	Coordenadas
48728806 – Bombas	Scorpion 35PF v2	Zona: 22 J Longitude UTM: 746535,52 m L Latitude UTM: 6995643,79 m S
48728810 – Bombinhas	Scorpion 35PF v2	Zona: 22 J Longitude UTM: 748314,19 m L Latitude UTM: 6994732,34 m S
48727311 – Canto Grande	Scorpion 35PF v2	Zona: 22 J Longitude UTM: 747469,03 m L Latitude UTM: 6989547,71 m S
48727771 – Mariscal	Scorpion 35PF v2	Zona: 22 J Longitude UTM: 747095,50 m L Latitude UTM: 6991546,56 m S
48728230 – Quatro Ilhas	Scorpion 35PF v2	Zona: 22 J Longitude UTM: 749452,87 m L Latitude UTM: 6994093,56 m S
48727814 – Zimbros	Scorpion 35PF v2	Zona: 22 J Longitude UTM: 745367,96 m L Latitude UTM: 6991350,87 m S

Dentre os seis *dataloggers* instalados em Bombinhas, apenas as informações daquele do bairro Canto Grande não foram utilizadas, visto que só havia informações de pressão no período entre o dia 8 de janeiro de 2017, a partir das 18h, até às 6h do dia seguinte.

Para a calibração do modelo, elaborou-se uma curva de consumo e perda em função do melhor ajuste entre as pressões medidas em campo (do dia 1 até dia 18 de março) e as modeladas virtualmente. Com isso os resultados de pressão obtidos para cada um dos pontos são os demonstrados nas figuras a seguir.

Figura 5 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Bombas

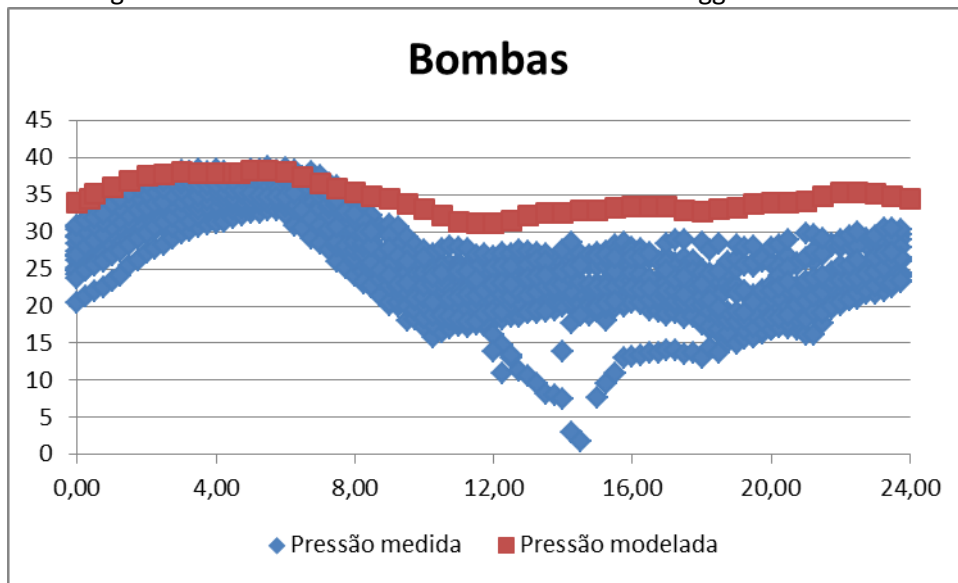


Figura 6 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Bombinhas

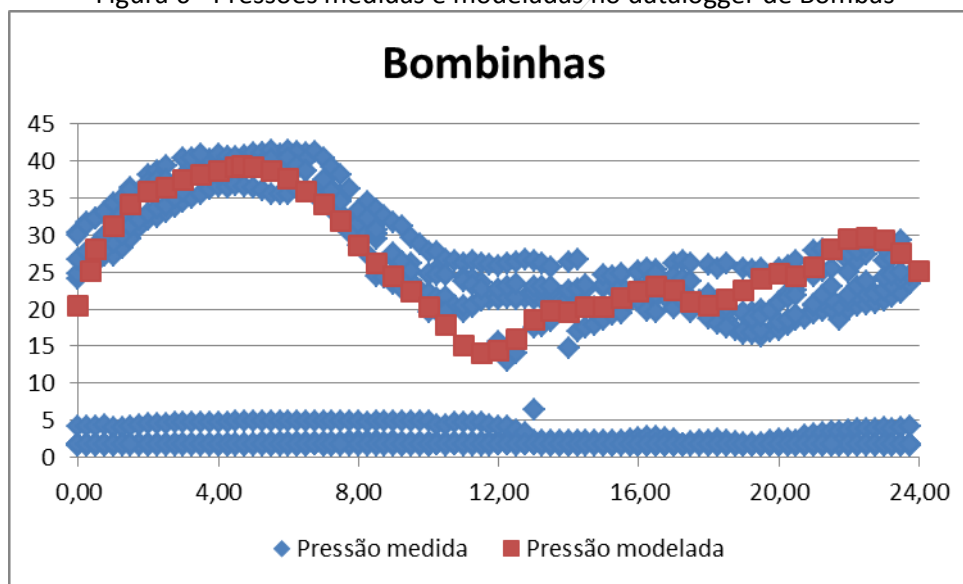


Figura 7 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Mariscal

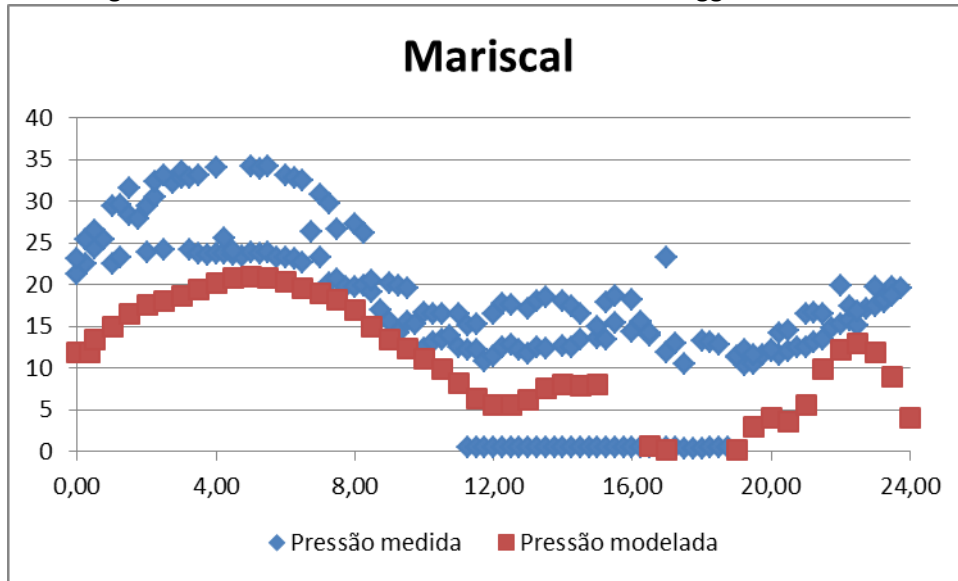


Figura 8 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Quatro Ilhas

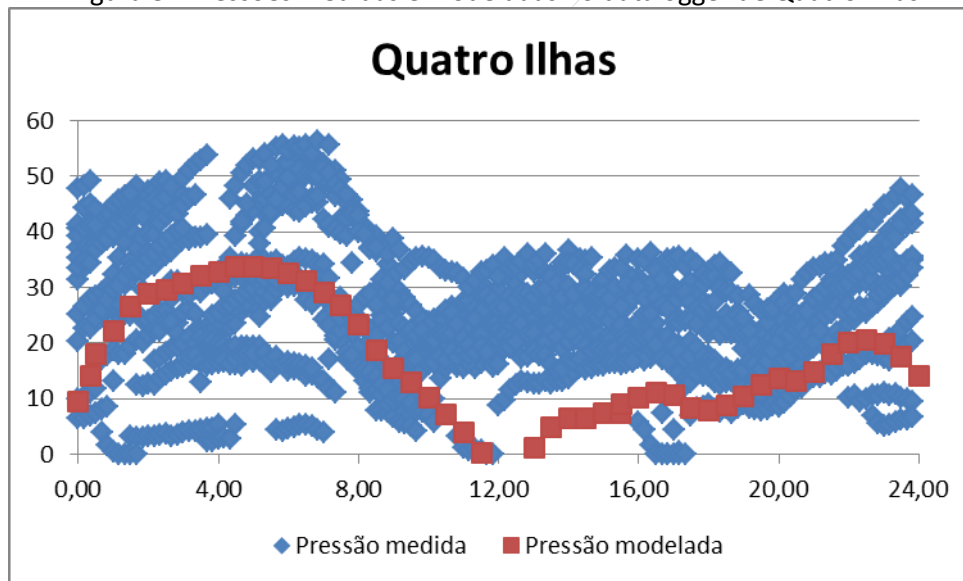
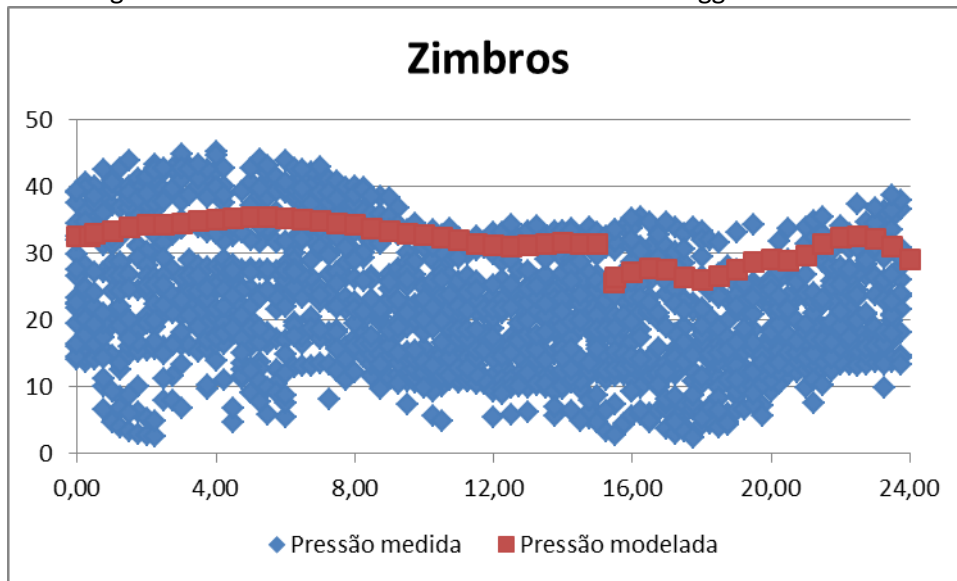


Figura 9 - Pressões medidas e modeladas no datalogger de Zimbros



Para a análise das informações do *datalogger* disposto no bairro de Mariscal é importante salientar que a quantidade de informações disponibilizadas para a calibração foi bem menor em relação aos demais pontos de avaliação, o que dificulta a compreensão da adequação dos valores modelados com os medidos em campo.

Para a análise de Mariscal, além das medições, também foram levantadas informações sobre os requerimentos de caminhão-pipa no bairro por falta de água no período de análise das pressões, o que pode ser considerado um indicador da fidedignidade dos valores modelados com os reais, visto que a falta de água no bairro é representada pela modelagem hidráulica como pressões abaixo de zero.

2.3. Análise da curva de consumo e perdas

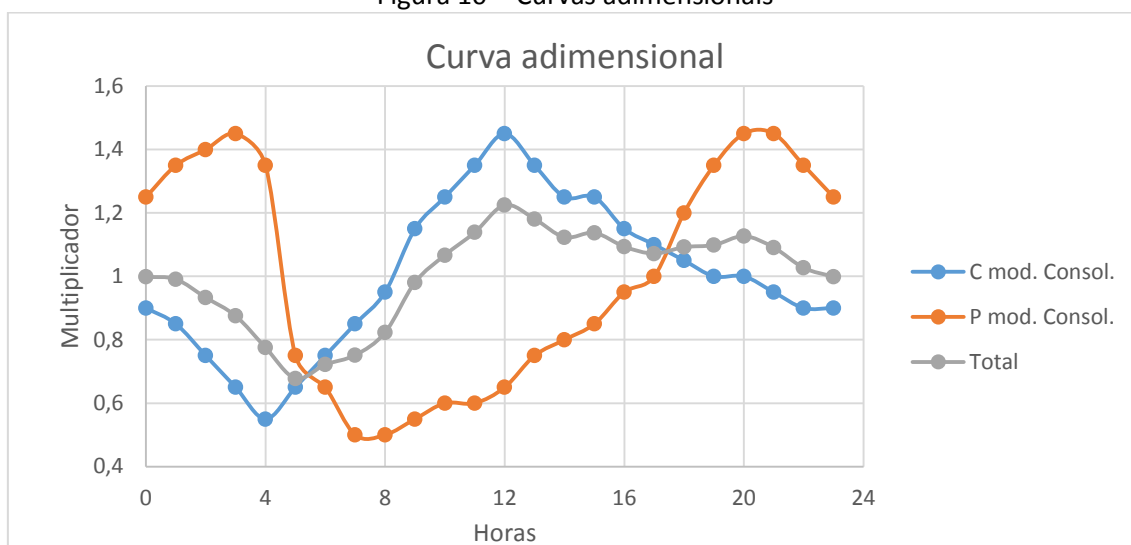
A fim de verificar qual seria a melhor curva de demanda (consumo + perda) para o sistema de abastecimento de Bombinhas, foram utilizadas as informações de macromedição obtidas pela empresa Águas de Bombinhas ao longo de um dia.

Para desmembrar a curva de demanda em uma curva de consumo e outra de perda utilizou-se, a princípio, curvas padrão. A partir de curvas padrão, da curva de demanda e do comportamento de pressão nos pontos monitorados, elaborou-se uma curva de consumo e outra de perdas específica para o Município em estudo. Entretanto, é necessário ressaltar que tais curvas devem passar por processo de validação a partir de informações de campo, como por exemplo: análise de vazão mínima noturna, para verificar a curva de perdas e/ou o estudo do comportamento de consumo de uma ou mais economias padrão, por meio da instalação de medidores contínuos para verificar como é o comportamento de consumo no município ou no setor de medição no qual foi realizado.

A seguir são apresentadas as três curvas - consumo, perdas e demanda total – de forma adimensional.



Figura 10 - Curvas adimensionais



2.4. Identificação de Áreas Críticas de Abastecimento Atuais

As atuais áreas críticas identificadas pelo modelo hidráulico são apresentadas abaixo, conforme simulações feitas para os cenários de máxima demanda (às 13h00) e de mínima demanda (às 05h30 ou 5h00) para os cenários de alta e de baixa temporada.

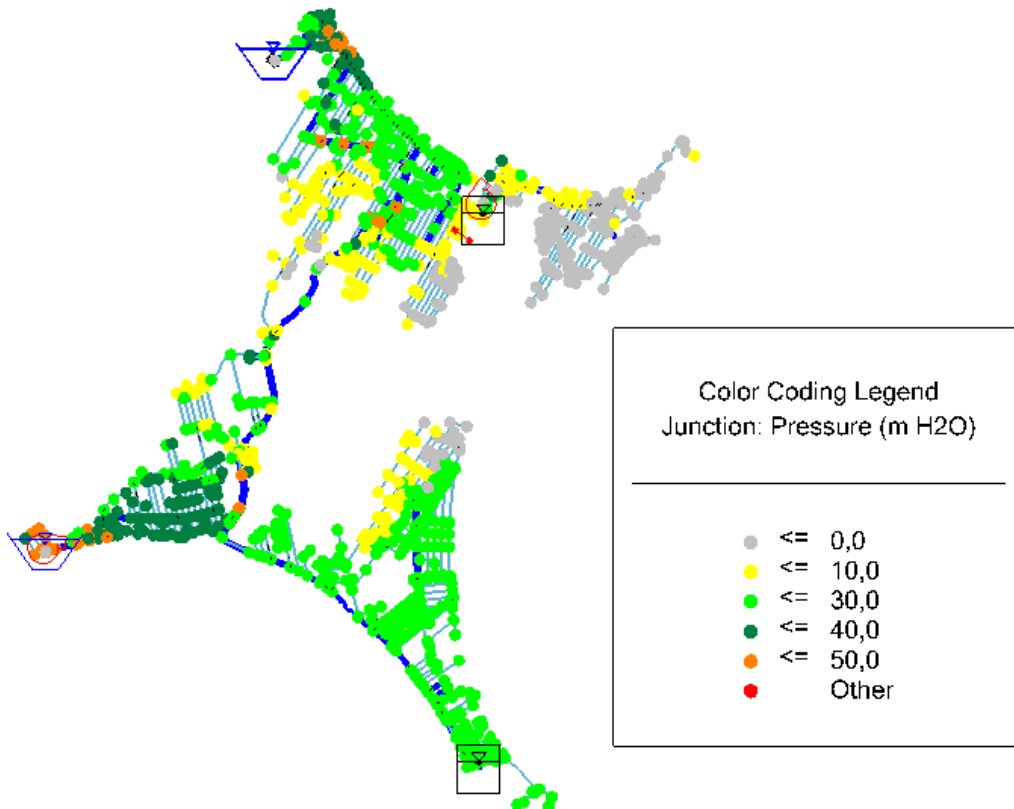
2.4.1. Baixa temporada

Horário de máxima demanda (às 12h00)

Em horários de pico de consumo, espera-se um decaimento nas pressões da rede de distribuição, sendo que comumente são verificados pontos com pressões abaixo da faixa recomendada (abaixo de 10mca).

A figura a seguir apresenta as pressões do sistema de abastecimento de água de Bombinhas no horário de máxima demanda (12h00) em período de baixa temporada, e podem ser verificados pontos com pressões abaixo das exigidas por norma (pontos em amarelo). Os pontos em cinza indicam falta de água no local.

Figura 11 – Pressões no horário de máxima demanda (12:00)



Através da figura anterior nota-se que a região do bairro Mariscal mais distante das tubulações principais se encontra abaixo da faixa de pressões recomendada (10 e 50 mca), indicando, portanto, que os consumidores são abastecidos com pouca pressão no período de pico de consumo de água. Outros pontos de final de rede também se encontram em situação similar em José Amândio. A região central de Bombinhas e Quatro Ilhas apresentam falta de água neste horário, o que está de acordo com as medições de campo de determinados dias do mês de março (prováveis dias de maior consumo).

Apesar da falta de pressão nas localidades citadas, observam-se pressões entre 40 e 50 mca no bairro de Zimbros, na área de coroa do booster da ETA. Uma vez que os bairros Morrinhos, Mariscal e Canto Grande são também abastecidos pelo booster de Zimbros, deve ser ressaltado que o principal fator para as pressões baixas observadas em Mariscal é a elevada perda de carga na adutora principal que abastece os mesmos.

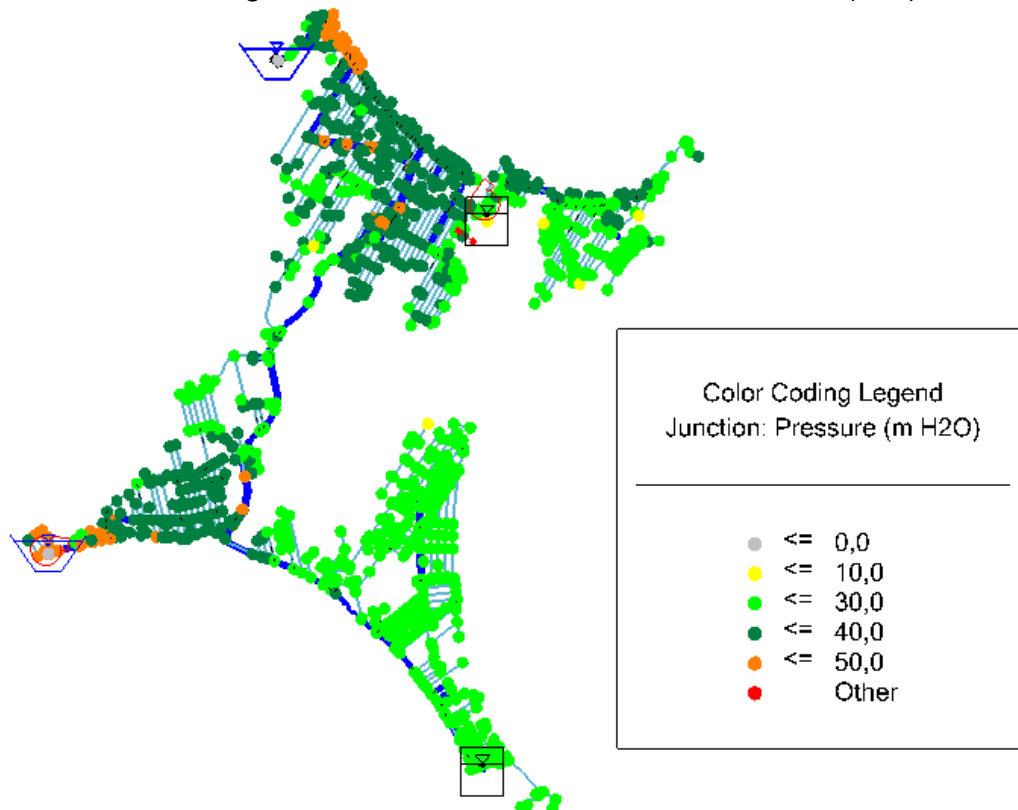
Ressalta-se, portanto, a necessidade de setorização e fortalecimento de redes a fim de melhorar as pressões, tanto acima quanto abaixo da norma, no município.

Horário de mínima demanda (às 05:30)

Em horários de baixo consumo, espera-se um aumento nas pressões da rede de distribuição. Pontos com pressões elevadas apresentam alto risco de rompimento, sendo que a vazão perdida em pontos de vazamentos possui relação direta com a pressão da água.

A Figura 12 apresenta as pressões do modelo atual no horário de mínima demanda (5h30), onde podem também ser verificados pontos com pressões elevadas.

Figura 12- Pressões no horário de mínima demanda (5:30)



A figura acima mostra que existem pontos onde a pressão se aproxima do limite máximo aceitável (50 mca), apresentando pressões entre 40 a 50 mca no bairro de Bombas, Sertãozinho e partes do centro e Quatro Ilhas, além de outras localidades pontuais. O bairro de Zimbros apresenta também pressões entre 40 e 50mca devido a influência da bomba da ETA Zimbros. Vale ressaltar que a bomba possui inversor de frequência para a redução das pressões mas, devido à alta perda de carga na tubulação principal de Morrinhos, Mariscal e Canto Grande, é necessário que a bomba trabalhe com pressões mais elevadas. As demais regiões apresentam pressões adequadas, entre 20 e 39 mca.

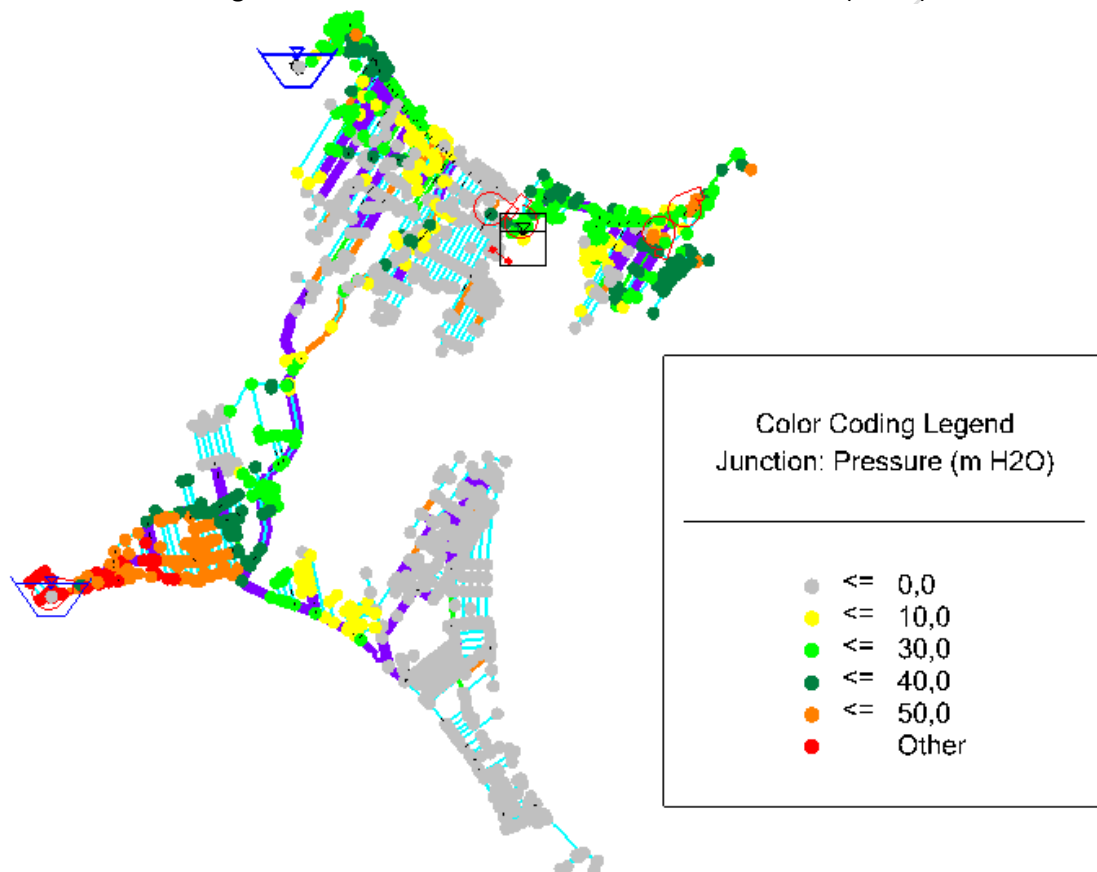
2.4.1. Alta temporada

Horário de máxima demanda (às 12h00)

A figura a seguir apresenta as pressões do sistema de abastecimento de água de Bombinhas no horário de máxima demanda (12h00) em período de alta temporada, na qual podem ser verificados pontos com pressões abaixo (pontos em amarelo) e acima (pontos em vermelho) das exigidas por norma. Os pontos em cinza indicam falta de água no local.

O cenário de alta temporada foi carregado com as vazões de janeiro/2017 e 46% de perdas. Os boosters Quatro Ilhas, Retiro dos Padres e Mangue foram simulados em operação, com pressão máxima de saída de 45mca; o booster Zimbros encontra-se com o inversor de frequência desativado.

Figura 13 - Pressões no horário de máxima demanda (12:00)



Através da figura anterior nota-se que a maior parte dos pontos se encontram abaixo da faixa de pressões desejada (abaixo de 10mca), indicando, portanto, que há falta de água no período de pico de consumo de água. Percebe-se que as regiões de menor altitude e mais próximas aos reservatórios principais e à ETA de Zimbros possuem pressões maiores, sendo até superiores a 50 mca na região de Zimbros (com o inversor de frequência desativado). Entretanto, devido ao elevado consumo e às perdas de carga, as regiões mais afastadas não conseguem receber água

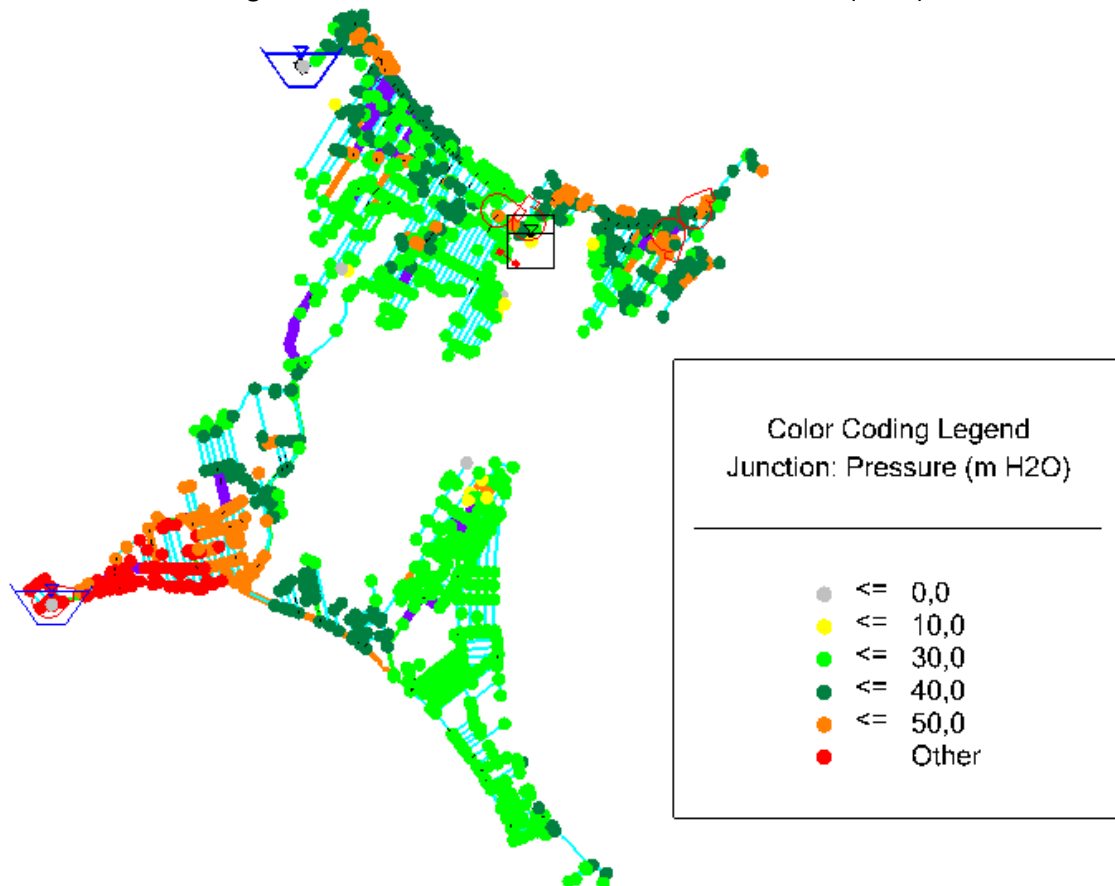


com pressão adequada. O booster do Mangue mostra-se também insuficiente para atender a demanda com pressões adequadas neste horário.

Horário de mínima demanda (às 05:00)

A Figura 14 apresenta as pressões do modelo atual no horário de mínima demanda (5h00), nas quais podem ser verificados pontos com pressões elevadas e alguns pontos com pressões abaixo da norma.

Figura 14- Pressões no horário de mínima demanda (5h00)



Pode-se verificar que parte da região de Mariscal ainda não recebe água com pressão adequada devido às grandes perdas de carga nas tubulações principais e secundárias, assim como algumas ruas de Bombas e José Amândio, que possuem maior altitude. No horário de mínima demanda o booster do Mangue eleva parte das pressões do Centro para uma faixa entre 40 e 50mca. O booster de Zimbros, por sua vez, apresenta pressões acima de 50mca em sua área de coroa.

Ressalta-se, portanto, a necessidade de setorização a fim de melhorar as pressões no município como um todo, de forma a melhorar e os serviços prestados em alta temporada.

3. Estudo de setorização

3.1. Setorização atual

De acordo com a ABNT-NBR 12.218, de 1994, são definidos os seguintes tipos de setores: setor de manobra e de medição.

O setor de manobra é descrito como a “menor subdivisão da rede de distribuição, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o abastecimento do restante da rede”.

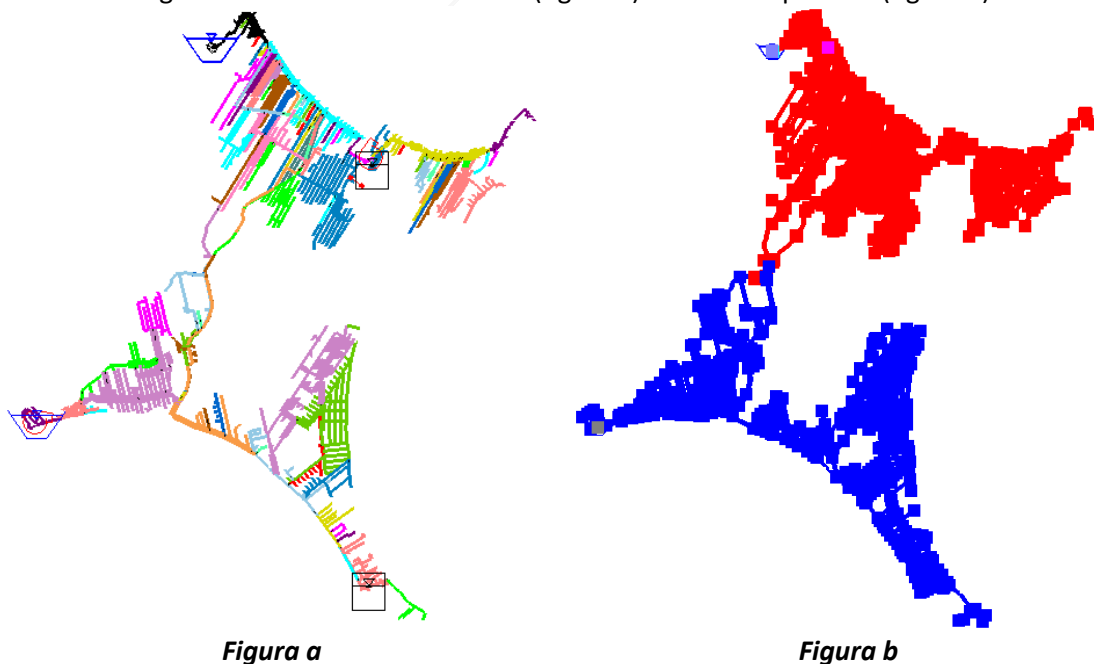
Setor de medição é definido como “parte da rede de distribuição perfeitamente delimitada e isolável, com a finalidade de acompanhar a evolução do consumo e avaliar as perdas de água na rede”.

Além desses dois tipos de setor, a ABNT 12.218 define ainda zona de pressão como sendo a “área abrangida por uma subdivisão da rede, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados”.

A atual operação do sistema de abastecimento de água tratada do Município de Bombinhas possui cerca de 60 setores de manobra (identificados em função dos registros contidos no cadastro de redes) e duas zonas de pressão, entretanto nenhum setor de medição.

As figuras a seguir demonstram os setores de manobra identificados e as zonas de pressão, que estão detalhados no ‘ANEXO 2 – Sistema Atual – Áreas de manobra’.

Figura 15 - Setores de manobra (figura a) e Zonas de pressão (figura b)



A fim de melhorar o conhecimento do sistema, bem como aprofundar as análises de perdas de água, faz-se necessária a implantação de setores de medição e zonas de pressão adequadas para a redução de vazamentos na rede (devido às pressões elevadas) e também para a melhor eficiência e desempenho energético de equipamentos de bombeamento de água.

4. Propostas de melhoria do Sistema de Abastecimento

Visando garantir a regularidade do serviço de abastecimento de água do município de bombinhas, com pressões no sistema dentro da faixa recomendada, três alternativas de setorização foram analisadas, conforme detalhado a seguir. Estas foram comparadas com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, possibilitando a seleção da melhor alternativa de concepção para o Sistema de Abastecimento de Água de Bombinhas.

As propostas foram analisadas em cenário de alta temporada de final de plano (2049), quando é estimada uma vazão de 252,63L/s, o que inclui 25% de perdas. Após a seleção da melhor alternativa, cenários intermediários foram simulados para etapalização das obras ao longo do horizonte de projeto. Cenários de baixa temporada foram também simulados para análise de operação do sistema, identificando possíveis ajustes em equipamentos hidráulicos e manobras na rede para redução de pressão (uma vez que a vazão de alta temporada é 263% maior que a de baixa temporada).

Observa-se que, conforme projeção populacional, Bombinhas apresenta um período de pico que se estende por aproximadamente duas semanas (durante as festividades de final de ano). Apesar da demanda da população ser mais alta neste período, tem-se que a vazão disponibilizada à população é limitada pela produção/compra de água, o que não justifica a proposição de reforços considerando vazões superiores à de alta temporada de final de plano fora deste período.

Para etapalização das obras, os seguintes prazos foram adotados:

- Prazo imediato: 1 ano (2018)
- Curto prazo: 5 anos (2023)
- Médio prazo: 10 anos (2033)
- Longo prazo: 31 anos (2049)

***Nota:** conforme projeção populacional, considera-se 2015 como ano base. No entanto, as propostas foram verificadas a partir de 2018.*

A modelagem em **prazo imediato** contempla as obras mínimas necessárias para melhoria do Sistema de Abastecimento, discutidas junto aos técnicos da empresa Águas de Bombinhas. É válido ressaltar que neste cenário, sem a totalidade de reforços de rede e demais obras propostas, os bairros de Bombas, Mariscal e Centro apresentam pressões positivas em parte do dia, ficando sem abastecimento nos horários de maior consumo.

As obras a **curto prazo** consideram a implantação de parte dos reforços de rede necessários para equalizar as pressões na rede. Assim, na região central do município, é necessário manter boosters em funcionamento durante a alta temporada.

Em **médio prazo** considera-se a implantação da concepção completa para equalização de pressões na rede, o que permite a desativação dos boosters localizados no Centro. Este é



também o prazo limite para implantação da reservação mínima necessária para atender a um terço da demanda máxima diária em alta temporada.

A **longo prazo** foram propostas melhorias na rede para redução de altas perdas de cargas observadas em alguns condutos devido ao aumento de demanda.

4.1. Alternativas para o Sistema de Distribuição

4.1.1. Alternativa 1

O Quadro a seguir apresenta a setorização do município em alta temporada na Alternativa 1.

Quadro 11 - Setorização proposta - Alternativa 1

ETA	Áreas de abastecimento	Zonas de Pressão
Nova ETA Morro Zimbros ou ETA Porto Belo (CASAN) (Reservatórios da Polícia)	<ul style="list-style-type: none"> • José Amândio • Centro • Quatro Ilhas 	
Nova ETA Morro Zimbros (Reservatório do Morro de Zimbros)	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas • Sertãozinho • Morrinhos • Mariscal • Canto Grande 	
ETA Zimbros * (Booster Zimbros)	<ul style="list-style-type: none"> • Zimbros 	

* A ETA Zimbros pode contribuir com o abastecimento de Morrinhos, Mariscal e Canto Grande através de manobras na rede, quando necessário (caso a demanda ultrapasse a vazão produzida na nova ETA).

A alternativa considera que os reservatórios da Polícia (que totalizam um volume de 400m³) serão conectados à nova ETA através de uma linha de adução de 400mm que funcionará por gravidade.

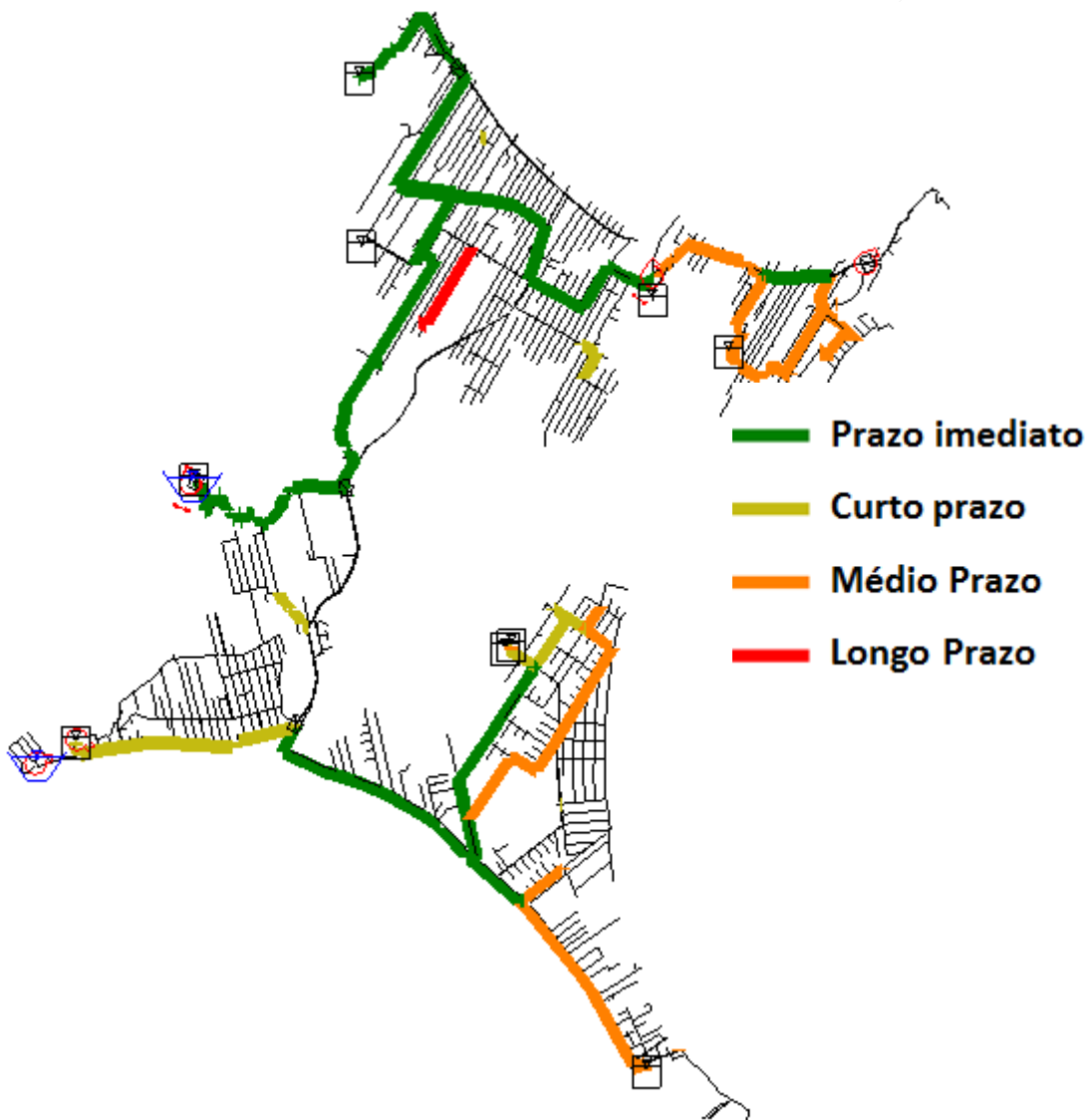
Para o abastecimento do Centro e Quatro Ilhas, propõe-se a implantação de uma nova tubulação de 300mm que se inicia próximo à rotatória da Av. Leopoldo Zarling com a R. Água e percorre o interior dos bairros de Bombas e José Amândio até o local onde hoje está instalado o booster do Mangue.

O bairro de Bombas passa a ser abastecido pelo Reservatório de 2000m³ da nova ETA Morro Zimbros, através das tubulações existentes de 250mm e 100mm que percorrem a Av. Falcão.

A área sul do município passa a ser setorizada em duas zonas de pressão: o bairro de Zimbros é isolado, sendo abastecido diretamente pelo reservatório de Zimbros; e os bairros Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passam a ser abastecidos pela nova ETA em prazo imediato. A curto prazo (em até 5 anos), propõe-se uma nova linha de adução do Reservatório de Zimbros até a rede adutora destes bairros, com bomba exclusiva, para possibilitar a contribuição da ETA Zimbros sem a necessidade de extrapolar a faixa de pressão recomendada (atualmente, dada a alta perda de carga na tubulação primária do bairro de Zimbros, é necessário bombear uma pressão superior a 50mca para que a água da ETA Zimbros chegue aos bairros mais afastados em alta temporada).

A imagem a seguir permite observar as redes propostas ao longo do horizonte de projeto.

Figura 16 - Tubulações propostas ao longo do horizonte de projeto – Alternativa 1.



4.1.2. Alternativa 2

O Quadro a seguir apresenta a setorização do município em alta temporada na Alternativa 2.

Quadro 12 – Setorização proposta - Alternativa 2

ETA	Áreas de abastecimento	Zonas de Pressão
ETA Porto Belo (CASAN) (Reservatórios da Polícia)	-	
Nova ETA Morro Zimbros (Reservatório do Morro de Zimbros)	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas • José Amândio • Centro • Quatro Ilhas • Sertãozinho • Morrinhos • Mariscal • Canto Grande 	
ETA Zimbros (Booster Zimbros)	<ul style="list-style-type: none"> • Zimbros 	

Assim como descrito na alternativa anterior, a área sul do município passa a ser setorizada em duas zonas de pressão: o bairro de Zimbros (área a sul) será isolado, sendo abastecido diretamente pelo reservatório de Zimbros; e os bairros Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passam a ser abastecidos pela nova ETA (em prazo imediato). A curto prazo (em até 5 anos), propõe-se uma nova linha de adução do Reservatório de Zimbros até a rede adutora destes bairros com bomba exclusiva, para possibilitar a contribuição da ETA Zimbros sem a necessidade de extrapolar a faixa de pressão recomendada (atualmente, dada a alta perda de carga na tubulação primária do bairro de Zimbros, é necessário bombear uma pressão superior a 50mca para que a água da ETA Zimbros chegue aos bairros mais afastados em alta temporada).

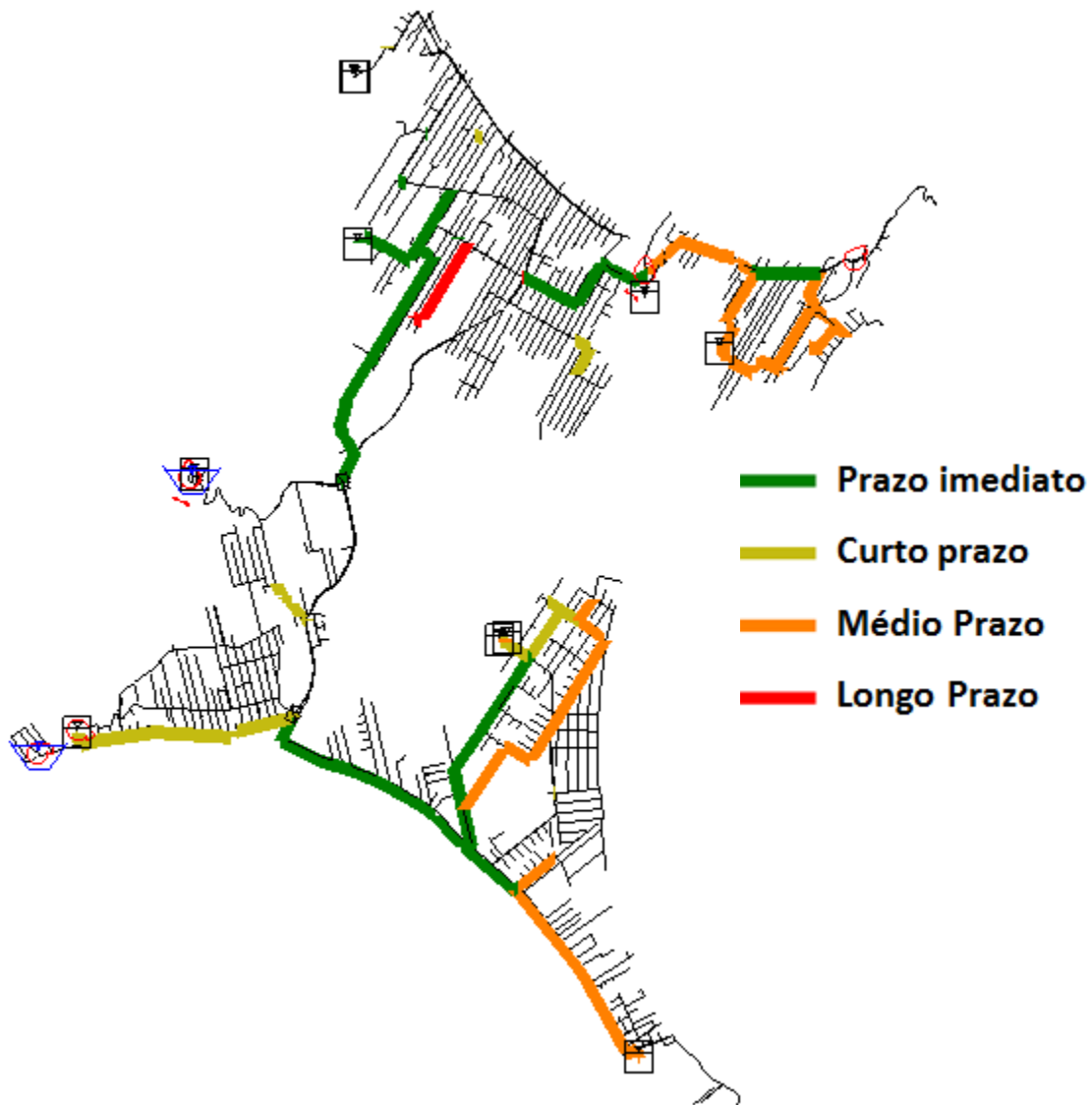
Os bairros localizados na área norte no município passam a ser abastecidos pela nova ETA Morro Zimbros. Para tanto, propõe-se a implantação de uma nova linha adutora de 300mm pelo interior do bairro de Bombas que se conectará à rede de 300mm existente na altura da Rua Fragata.

Uma nova adutora de 300mm é também proposta para melhoria das pressões na área Central (o que, a médio prazo, eliminará a necessidade dos boosters em alta temporada). Em etapa imediata, será implantada parte desta rede, a partir de uma derivação da tubulação de 300mm do bairro de Bombas até o início da Av. Ver. Manoel dos Santos, passando pelo booster do Mangue. Este booster deverá também ser substituído por uma bomba de maior potência (110cv).

Os Reservatórios da Polícia ficarão desativados durante a operação regular do sistema, pois estão localizados em cota elevada, o que os impede de serem utilizados como reservatórios de jusante. No entanto, estes podem ser ativados em épocas de pico, com a compra de água da CASAN.

A imagem a seguir permite observar as redes propostas ao longo no horizonte de projeto.

Figura 17 - Tubulações propostas ao longo do horizonte de projeto – Alternativa 2.



4.1.3. Alternativa 3

O Quadro a seguir apresenta a setorização do município em alta temporada na Alternativa 3.

Quadro 13 – Setorização proposta - Alternativa 3

ETA	Áreas de abastecimento	Zonas de Pressão
ETA Porto Belo (CASAN) (Reservatórios da Polícia)	-	
Nova ETA Morro Zimbros (Reservatório do Morro de Zimbros)	<ul style="list-style-type: none"> • Bombas • José Amândio • Centro • Quatro Ilhas • Sertãozinho • Morrinhos • Mariscal • Canto Grande 	
ETA Zimbros (Booster Zimbros)	<ul style="list-style-type: none"> • Zimbros 	

Assim como as alternativas anteriores, a área sul do município passa a ser setorizada em duas zonas de pressão: o bairro de Zimbros é isolado, sendo abastecido diretamente pelo reservatório de Zimbros; e os bairros Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passam a ser abastecidos pela nova ETA em prazo imediato. A curto prazo (em até 5 anos), propõe-se uma nova linha de adução do Reservatório de Zimbros até a rede adutora destes bairros, com bomba exclusiva, para possibilitar a contribuição da ETA Zimbros sem a necessidade de extrapolar a faixa de pressão recomendada (atualmente, dada a alta perda de carga na tubulação primária do bairro de Zimbros, é necessário bombear uma pressão superior a 50mca para que a água da ETA Zimbros chegue aos bairros mais afastados em alta temporada).

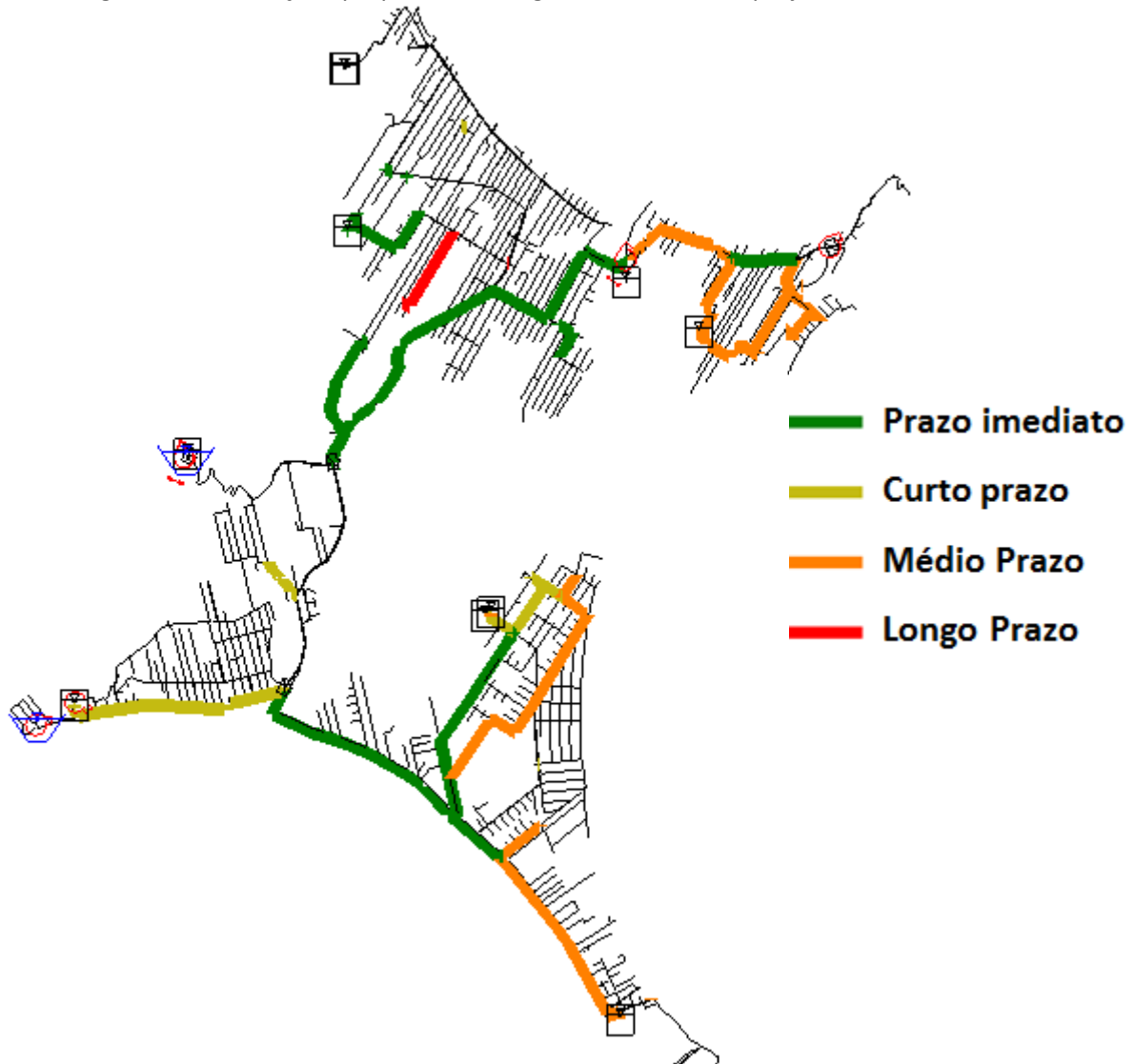
Os bairros localizados na área norte no município passam a ser abastecidos pela nova ETA Morro Zimbros. Para tanto, propõe-se a implantação de uma nova linha adutora de 300mm específica para o Centro, da nova ETA até o início do bairro de Bombas. Observa-se que esta tubulação elimina a necessidade do booster do Mangue em prazo imediato, pois seria possível operá-la com pressões próximas de 50mca sem influenciar os bairros de Bombas e José Amândio.

Um trecho de rede de 300mm é proposto também até a entrada do bairro de Bombas. Assim, juntamente com as tubulações existentes de 250mm e 100mm que percorrem a Av. Falcão, seria possível atender a demanda dos bairros de Bombas e José Amândio sem a necessidade de outros reforços de rede.

Os Reservatórios da Polícia ficarão desativados durante a operação regular do sistema, pois estão localizados em cota elevada, o que os impede de serem utilizados como reservatórios de jusante. No entanto, estes podem ser ativados em épocas de pico, com a compra de água da CASAN.

A imagem a seguir permite observar as redes propostas ao longo do horizonte de projeto.

Figura 18 - Tubulações propostas ao longo do horizonte de projeto – Alternativa 3.



4.2. Escolha da melhor alternativa para o Sistema de Distribuição

As obras e ações necessárias para a implementação de cada alternativa, bem como a estimativa de custos das mesmas, estão listadas no Item 4.2.1. Cada trecho proposto pode ser visualizado nas imagens apresentadas no Item 4.2.2, com detalhamentos de diâmetros e conexões com o sistema existente.

4.2.1. Estimativa de custos de implantação

Os custos apresentados no Quadro 14 foram estimados a fim de permitir a comparação econômica das alternativas. Observa-se que, previamente à implantação destas, será necessária a elaboração de projetos executivos, detalhando o caminhamento das tubulações, acessórios, localização de interferências, etc, a fim de definir precisamente o custo de tais obras.

Quadro 14 – Estimativa de custos das obras e ações propostas em cada alternativa.

Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
Obras imediatas												4.332.709
1		Zimbros	Cruzamento das Ruas Rio Tapajós e Rio das Graças	Implantação de registros pontuais em redes existentes/ Conexões entre redes	Melhoria de manobras	REG. 1 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	113.043
			Cruzamento R. Rio das Graças e Av. Girassol			REG. 2 - Verificar existência de registro em campo / implantar registro (se inexistente)	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
			Cruzamento R. Rio Diamantino x R. Rio Amazonas			REG. 3 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
			R. Rio Amazonas, entre R. Rio Juquiá e R. Rio Iriri			REG. 4 - Implantar registro	Registro 75mm	un.	1	2.018	2.018	
			Rua Rio Tapajós, entre R. Rio Jacú e R. Rio Itajaí-Mirim			REG. 5 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
			Cruzamento R. Rio Amazonas x R. Rio Piratini			REG. 6 - Implantar registro	Registro 75mm	un.	1	2.018	2.018	
			R. Rio Tietê, próximo à orla			REG. 7 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
			R. Rio Gurupi próximo à orla			REG. 8 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
			R. Ard, próximo à orla			REG. 9 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
			Cruzamento R. Abacate x R. Araçá			REG. 10 - Implantar tubulação	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
						REG. 11 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			R. Falcão, próximo à R. Martim Pescador			REG. 12 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
		Morrinhos	Cruzamento Av. Girassol x R. Tulipa			REG. 13 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
		Mariscal	Cruzamento R. Prof. João da Cruz x R. Açucena			REG. 14 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
			Cruzamento R. Diamante e R. Marfim			REG. 15 - Implantar registro aberto	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
			Cruzamento Av. Araucária e R. Melanita			REG. 16 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
			Cruzamento Av. Araucária e R. Alecrim			REG. 17 - Implantar registro	Registro 75mm	un.	1	2.018	2.018	
		Canto Grande	Cruzamento Av. Prof. João da Cruz e R. Juazeiro			REG.18 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
		Bombas	Cruzamento Av. Leopoldo Zarling x R. Birigúá			REG. 19 - Implantar registro	Registro 125mm	un.	1	2.379	2.379	
			Cruzamento Av. Leopoldo Zarling x R. Corrupião			REG. 20 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
						REG. 21 - Implantar registro	Registro 125mm	un.	1	2.379	2.379	
						REG. 22 - Implantar registro	Registro 125mm	un.	1	2.379	2.379	
				Cruzamento Av. Leopoldo Zarling x R. Martim Pescador			REG. 23 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752
						REG. 24 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação	
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)	
			Cruzamento Av. Leopoldo Zarling x Av. Falcão			REG. 25 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
			Cruzamento Av. Leopoldo Zarling e R. Leopardo			REG. 26 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
						REG. 27 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752		
		Centro	Av. Ver. Manoel dos Santos, próximo à R. Corvina			REG. 28 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
							REG. 29 - Implantar registro	Registro 200mm	un.	1	3.373	3.373	
							REG. 30 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
				Cruzamento Av. Ver. Manoel dos Santos e R. Castanheta			REG. 31 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
				Cruzamento Av. Ver. Manoel dos Santos e R. Castcudinho			REG. 32 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
				Av. Ver. Manoel dos Santos, entre as ruas Garopeta e Tintureira			REG. 33 - Implantar registro	Registro 75mm	un.	1	2.018	2.018	
				Cruzamento Av. Ver. Manoel dos Santos e R. Tubarão			REG. 34 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
				Cruzamento Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Pescada Branca			REG. 35 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
							REG. 36 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
							REG. 37 - Implantar registro	Registro 75mm	un.	1	2.018	2.018	
			Cruzamento Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Peixe Galo			REG. 38 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912		



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Av. Ver. Manoel dos Santos, entre as ruas Dilma Mafra e Pescada Portuguesa			REG. 39 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
			Cruzamento Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Salena			REG. 40 - Implantar registro	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	
			Av. Ver. Manoel dos Santos, próximo ao Rio Bombinhas			REG. 41 - Implantar registro	Registro 75mm	un.	1	2.018	2.018	
			Cruzamento R. Ilha das Gales e R. Tainha			REG. 42 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
						REG. 43 - Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
		Bombas	Av. Falcão x R. Pavão			REG. 44 e 45 - Implantar registro	Tubo PVC 250mm	m	9	379	3.415	
							Registro 250mm	un.	2	5.315	10.630	
			Cruzamento R. Leão Marinho x R. Mico Leão Dourado			REG. 46 - Implantar registro	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
2		Zimbros / Sertãozinho	Av. Ver. João da Luz x R. Rio Amazonas	Conexão de redes de 50mm	Elevar pressões na parte alta do bairro, que passará a ser atendido pela nova ETA Bombinhas (em prazo imediato, ainda haverá contribuição da ETA Zimbros em parte do bairro)	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	29	164	4.765	6.677
						Implantar registro aberto	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
3		Zimbros	Av. Girassol, a sul da R. Rio das Graças	Extensão da rede de 250mm até a orla	Elevação da pressão/redução de perda de carga nas tubulações dos bairros Morrinhos, Mariscal e Canto Grande, necessário para vazões de alta temporada	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	215	379	81.592	875.128
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	2	5.315	10.630	
		Morrinhos / Mariscal	Av. Girassol e Av. Prof. João da Cruz (até a R. Canela)	Extensão da rede de 250mm pela orla		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	2063	379	782.906	
4		Mariscal	R. Açucena e R. Diamante (até R. Rubi)	Derivação da rede de 250mm proposta para o interior do bairro Mariscal	Fortalecimento de rede primária do Mariscal, necessário para vazões de alta temporada	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	1571	379	596.193	620.081
		Mariscal	R. Ágata	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 60mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	6	237	1.421	
		Mariscal	R. Pérola	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 60mm		Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
		Mariscal	R. Pérola	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 60mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	12	237	2.842	
		Mariscal	R. Pérola	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 60mm		Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
		Mariscal	R. Rubi	Derivação da rede de 250mm proposta para		Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	46	237	10.896	
		Mariscal	R. Rubi	Derivação da rede de 250mm proposta para		Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	2	2.182	4.364	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço	Preço	Total
		Bairro	Endereço							Unitário	Final	Ação
										(R\$)	(R\$)	(R\$)
				conexão com redes de 100mm e 60mm								
5		Canto Grande	Av. Prof. João da Cruz x R. Limoeiro do Mato	Conexão das redes de 150mm e 75mm	Elevar pressões na área leste de Canto Grande (ponta da praia)	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	8	263	2.106	4.858
						Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
6		Zimbros	R. Abacate x R. Araçá	Conexões e implantação de Válvulas Redutoras de Pressão na chegada da adutora de 350mm (da nova ETA Bombinhas)	Setorizar rede de distribuição após a implantação da nova ETA Bombinhas	Implantar registro fechado	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	195.737
						Implantar registro fechado	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
						Implantar tubulação	Tubo FOFO 350mm	m	16	585	9.360	
						Implantar VRP	VRP 350mm	un.	1	79.428	79.428	
						Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	5	465	2.326	
						Implantar registro aberto	Registro 300mm	un.	2	6.725	13.450	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	13	379	4.933	
						Implantar VRP	VRP 250mm	un.	1	72.207	72.207	
7		Bombas	R. Martim Pescador (até a R. Mariquinha)	Nova adutora para Bombas	Abastecer o bairro de Bombas a partir da nova ETA Bombinhas / Fortalecer rede	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	1028	465	478.320	505.759
						Implantar registro aberto	Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725	
			R. Mariquinha			Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	5	379	1.897	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
					primária	Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	57	237	13.501	
8		Bombas	Av. Fragata (entre R. Beija-Flor e R. do Canário)	Derivação da rede de 300mm existente para conexão com redes de 50mm	Elevar pressões em pontos altos	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	72	263	18.951	21.703
						Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
9		Bombas	R. Beija-Flor x R. Curió	Derivação da rede de 300mm existente para conexão com rede de 50mm	Elevar pressões em pontos altos	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	6	263	1.579	4.331
						Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
10		Bombas	R. Pavão (entre R. João de Barro e R. Pintassilgo)	Derivação da rede de 150mm existente para conexão com rede de 50mm	Elevar pressões em pontos altos	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	4	263	1.053	3.805
						Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
11		Centro	Av. Fragata e Av. Ver. Manoel dos Santos	Extensão da rede de 300mm sentido Centro	Elevar pressões / garantir regularidade de abastecimento do Centro em alta temporada	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	361	465	167.970	182.199
			Av. Ver. Manoel dos Santos (próximo à R. Cherne)	Derivação da rede de 300mm proposta para conexão com redes de		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	9	379	3.415	
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	14	237	3.316	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
				200mm e 100mm		Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
12		Centro	Av. Ver. Manoel dos Santos (entre a R. Parati e R. Surubim)	Fortalecimento de rede primária	Elevar pressões / garantir regularidade de abastecimento do Centro em alta temporada	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	499	379	189.370	236.741
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Parati	Conexão da rede de 250mm proposta com a rede de 200mm existente		Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Parati	Derivação da rede de 200mm existente para conexão com rede de 100mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 200mm	m	5	318	1.588	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Merluza	Derivação da rede de 100mm existente para conexão com rede de 50mm		Implantar registro aberto	Registro 200mm	un.	1	3.373	3.373	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Merluza	Derivação da rede de 100mm existente para conexão com rede de 50mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	9	237	2.132	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Merluza	Derivação da rede de 100mm existente para conexão com rede de 50mm		Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Pescada Amarela	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 100mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	12	379	4.554	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Pescada Amarela	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 100mm		Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Pescada Amarela	Derivação da rede de 100mm proposta para conexão com rede de 50mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	9	237	2.132	
			Implantar registro aberto	Registro 100mm		un.	1	2.182	2.182			
		Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Surubim	Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 100mm (Av. Ver. Manoel dos Santos)	Implantar tubulação		Tubo PVC 250mm	m	12	379	4.554		
			Implantar registro aberto	Registro 250mm		un.	1	5.315	5.315			
			Derivação da rede de 250mm proposta para conexão com rede de 100mm (R. Surubim)	Implantar tubulação		Tubo PVC 250mm	m	9	379	3.415		
			Implantar registro aberto	Registro 250mm		un.	1	5.315	5.315			
13		Centro / Quatro Ilhas	R. Surubim	Novo booster em prazo imediato apenas (enquanto não são implantadas as obras de fortalecimento de rede no bairro)	Elevar pressões / garantir regularidade de abastecimento de parte do Centro e Quatro Ilhas em alta temporada	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	33	237	7.816	9.729
			R. Surubim (atual booster Quatro Ilhas)			Fechar registro da rede de 100mm	-	un.	1	0	0	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Salema			Instalar booster do Mangue no local	-	un.	1	0	0	
			Implantar registro fechado			Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912		



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço	Preço	Total	
		Bairro	Endereço							Unitário	Final	Ação	
											(R\$)	(R\$)	(R\$)
14		Centro	R. Ilha das Gales x R. Tainha	Novo booster, em prazo imediato apenas	Permitir a operação do booster a montante com menor pressão de saída, reduzindo as pressões na região	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	15	164	2.465	4.377	
						Implantar registro fechado	Registro 50mm	un.	1	1.912	1.912		
						Instalar booster Quatro Ilhas no local	-	un.	1	0	0		
15		Retiro dos Padres	Av. Ver. Manoel dos Santos, próximo à R. Surubim	Novo booster para Retiro dos Padres	Pressurizar ruas mais elevadas do bairro (permanecerá durante todo o horizonte de projeto, em alta temporada)	Instalar novo booster	Bomba 7,5cv	un.	1	14.475	14.475	86.345	
			Av. Vereador Manoel dos Santos, entre R. Salema e R. Garoupas	Reforço de redes primárias		Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	285	237	67.505		
						Implantar registro	Registro 100mm	un.	2	2.182	4.364		
52		José Amândio	R. Leão Marinho, R. Orca (até a R. Capivara)	Prolongamento da rede existente de 150mm	Elevar pressões/reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	349	263	91.860	94.612	
			R. Leão Marinho x R. Lontras				Implantar registro aberto na tubulação existente	Registro 150mm	un.	1	2.752		2.752
53		Mariscal	Interior do bairro Mariscal	Reforço de redes secundárias com diâmetro inferior a 50mm	Equalização de pressões	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	4810	164	790.283	790.283	
54		Canto Grande	Rua Ipê-Branco	Reforço de redes secundárias com diâmetro	Equalização de pressões	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	760	164	124.868	197.982	
			Rua Ipê-Roxo				Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	245	164		40.254



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Rua Peroba > Rua Figueira	inferior a 50mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	200	164	32.860	
55		Zimbros	R. Rio Amazonas	Reforço de redes secundárias com diâmetro inferior a 50mm	Equalização de pressões	Implantar tubulação	Tubo PVC 75mm	m	470	214	100.626	298.814
			Rua Rio Claro			Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	475	237	112.509	
						Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
			R. Rio Corumbá			Implantar tubulação	Tubo PVC 75mm	m	390	214	83.498	
56		José Amândio	Rua Zebra	Reforço de redes secundárias com diâmetro inferior a 50mm	Equalização de pressões	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	185	164	30.396	30.396
57		Quatro Ilhas	R. Ilha Bom Abrigo	Reforço de redes secundárias com diâmetro inferior a 50mm	Equalização de pressões	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	95	164	15.609	50.112
			R. Anhatomirim > R. Ilha Campeche			Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	210	164	34.503	
Obras imediatas - Alternativa 1												6.146.298
16		Nova ETA Bombinhas/ C.R. Polícia	Av. Ver. João da Luz, R. Martim Pescador, R. Pinguim, R. Gralha Azul, Av. Fragata, R. Beija-Flor, Av. Leopoldo Zarling, R. Águia, R. Albatroz	Nova linha adutora por gravidade interligando o Reservatório da nova ETA Bombinhas aos reservatórios da Polícia	Setorizar a área norte: - Reservatórios Polícia: José Amândio, Centro - Reservatório ETA Bombinhas: Bombas	Implantar tubulação	Tubo FOFO 400mm	m	7040	608	4.278.890	4.278.890



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
17		Bombas	Rotatória da Av. Leopoldo Zarling com a R. Águia	Implantação de VRP na rede existente de 400mm	Redução de pressões em J. Amândio e Centro	Implantar VRP	VRP 400mm	un.	1	86.649	86.649	104.365
						Implantar tubulação	Tubo FOFO 400mm	m	4	608	2.431	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	6	379	2.277	
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	2	5.315	10.630	
						Implantar registro fechado na tubulação existente	Registro 125mm	un.	1	2.379	2.379	
18		Bombas/ José Amândio	Av. Leopoldo Zarling (entre a R. Biguá e R. Beija-flor)	Implantação / fechamento de registros ao longo da orla	Setorizar a área norte: - Reservatórios Polícia: José Amândio, Centro - Reservatório ETA Bombinhas: Bombas	Implantar registro fechado na tubulação existente	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	28.113
							Registro 125mm	un.	2	2.379	4.757	
							Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
						Implantar registro aberto na tubulação existente a montante de derivação de 300mm proposta	Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725	
			Fechar registro existente na rede de 300mm a jusante da derivação de 300mm proposta			-	un.	1	-	-		
			Implantar registro fechado na tubulação existente			Registro 125mm	un.	4	2.379	9.514		



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Av. Leopoldo Zarling x R. Martim Pescador			Fechar registro existente na rede de 125mm	-	un.	1	-	-	
			Av. Leopoldo Zarling x R. Leopardo			Implantar registro fechado na tubulação existente	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
19		Bombas/ José Amândio	Av. Leopoldo Zarling, R. Beija-Flor, Av. Fragata, Av. Falcão, R. Pavão, R. Leopardo	Nova linha adutora até Centro, pelo interior do bairro de Bombas	Abastecer região do Centro a partir do Reservatório da Polícia	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	3467	465	1.613.167	1.613.167
		Centro (Mangue)	Av. Fragata, próximo à R. Leopardo	Implantação de novo booster em substituição à bomba do Mangue	Suprir demanda de alta temporada em prazo imediato (enquanto não são implantadas as obras de fortalecimento de rede no interior do bairro)	Implantar booster	Bomba 110cv	un.	1	101.544	101.544	121.763
	Implantar tubulação					Tubo FOFO 300mm	m	29	465	13.493		
	Implantar registro fechado					Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725		
Fechar registro da rede de 200mm	-	un.	1	-	-							
Obras imediatas - Alternativa 2												1.272.716
20		Bombas	R. Martim Pescador, R. Pinguin, R. Gralha Azul (até Av. Fragata)	Prolongamento da rede de 300mm proposta até o bairro de Bombas	Abastecer o bairro de Bombas a partir da nova ETA Bombinhas / Fortalecer rede primária	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	1452	465	675.604	784.303
			R. Gralha Azul x R. Pavão	Derivação da rede de 300mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	3	379	1.138	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
		R. Galha Azul x Av. Fragata		proposta para conexão com rede de 150mm		Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	
				Conexão da rede de 300mm proposta com rede de 300mm existente		Implantar registro aberto	Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725	
				Conexão da rede de 300mm proposta com rede de 50mm existente		Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	4	263	1.053	
			R. Pinguim x R. Galha Azul	Implantar registro aberto		Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752		
				R. Galha Azul, R. Juriti (até a R. Crispim)		Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	338	263	88.964	
		21		José Amândio/ Centro		R. Pavão e R. Leopardo (até Av. Fragata)	Derivação da rede de 300mm existente para implantação de nova adutora para o Centro	Elevar pressões / reduzir perda de carga na chegada de água para o Centro em alta temporada	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	
Av. Falcão x R. Pavão	Abrir registro da rede de 300mm				-	un.			1	0	0	
Centro (Mangue)	Av. Fragata, próximo à R.			Implantação de novo booster	Suprir demanda de alta	Implantar booster	Bomba 110cv	un.	1	101.544	101.544	121.763



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Leopardo	em substituição à bomba do Mangue	temporada em prazo imediato (enquanto não são implantadas as obras de fortalecimento de rede no interior do bairro)	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	29	465	13.493	
						Implantar registro fechado	Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725	
						Fechar registro da rede de 200mm	-	un.	1	0	0	
Obras imediatas - Alternativa 3												1.381.007
22		ETA Bombinhas (chegada)	R. Abacate x R. Araçá	Conexão na chegada da adutora de 350mm (nova ETA Bombinhas) para implantação de rede para o Centro	Abastecer o Centro a partir de uma rede adutora específica para o bairro	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	11	465	5.118	1.363.262
						Implantar registro aberto	Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725	
						Implantar registro fechado	Registro 300mm	un.	1	6.725	6.725	
		Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	2890	465	1.344.694					
		José Amândio/ Centro	Av. Falcão, R. Leão Marinho, R. Leopardo (até Av. Fragata)	Nova adutora para Bombas								
23		Bombas	R. Beija Flor x R. Juriti	Conexão de redes de 50mm	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	108	164	17.744	17.744
Obras curto prazo												1.108.449
24		Mariscal	Av. Araucária x R. Amendoeiro	Conexão das redes existentes de 100mm e 50mm	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	8	237	1.895	4.077
						Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
25		Mariscal	R. Diamante (entre R. Rubi e R. Basalto)	Prolongamento da rede de 250mm proposta no interior do bairro Mariscal	Elevar pressões/reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	417	379	158.251	247.148
			Implantar tubulação			Tubo PVC 250mm	m	119	379	45.160		
			Implantar registro aberto			Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315		
			Implantar tubulação			Tubo PVC 100mm	m	153	237	36.240		
			Implantar registro aberto			Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
26		Bombas	R. Águia x R. Albatroz	Conexão das redes existentes de 400mm e 50mm	Elevar pressões/reduzir perda de carga, considerando o abastecimento da área a partir da nova ETA Bombinhas	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	4	379	1.518	13.666
			Implantar registro aberto			Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315		
			R. Albatroz - BSTC	Conexão das redes existentes de 400mm e 50mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	4	379	1.518	
			Implantar registro aberto			Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315		
27		Bombas	entre R. Galha Azul e R. Gaivota	Reforço em rede de diâmetro de 25mm	Elevar pressões/reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	66	164	10.844	10.844
28		Zimbros	Reservatório Zimbros, orla, R. Guarani, R. Rio Grajaú, R. Rio das Graças	Nova adutora na orla de Zimbros (a partir do Reservatório	Pressurizar região de Mariscal em alta temporada/Setorizar área	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	1708	379	648.184	659.549



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação					
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)					
			R. Rio das Graças x R. Maracujá	de 150m3 para Mariscal	abastecida diretamente pelo booster da ETA Zimbros	Implantar válvula de retenção	Válvula retenção 150mm	un.	1	1.445	1.445						
			R. Rio das Graças, próximo à R. Maracujá	Novo registro para isolamento do bairro de Zimbros		Implantar registro fechado	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752						
			Orla da Praia de Zimbros, próximo ao reservatório de Zimbros	Derivação da adutora proposta para conexão com rede existente de 200mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	10	379	3.795						
				Implantação de registro fechado na rede existente		Implantar registro fechado	Registro 200mm	un.	1	3.373	3.373						
			29			Zimbros	Cruzamento Av. Girassol x R. Rio das Graças	Novo booster na rede proposta de 150mm		Implantar booster	Bomba 12cv		un.	2	17.475	34.950	50.895
										Implantar registro	Registro 250mm		un.	3	5.315	15.945	
30		José Amândio	R. Capivara, entre R. Orca e R. Zebra	Prolongamento da rede proposta	Elevar pressões/reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	160	237	37.898	37.898					
31		Zimbros (área norte)	Av. Ver. João da Luz (entre a R. Rio das Graças e R. Rio Chapecó)	Nova rede para abastecimento da área norte de Zimbros a partir da nova ETA Bombinhas	Elevar pressões/reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	347	237	82.191	84.373					
						Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182						
						Fechar registro da rede de 40mm	-	un.	1	-	0						
Obras médio prazo											2.720.126						



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
32		Mariscal	R. Ágata, R. Pérola, R. Grafite, R. Basalto (até R. Âmbar)	Fechamento de anel primário proposto para o bairro Mariscal	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	2019	237	478.222	484.769
			Implantar registro aberto			Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
			Implantar registro aberto			Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
			Implantar registro aberto			Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182		
33		Mariscal	R. Âmbar (entre R. Basalto e R. Aragonita)	Derivação da rede de 250mm proposta	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	198	237	46.898	46.898
34		Canto Grande	Av. Prof. João da Cruz (da R. Canela ao Reservatório de 250m3)	Prologamento da tubulação de 250mm proposta na Orla	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	1567	379	594.675	605.305
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	2	5.315	10.630	
35		Canto Grande	R. Jequetibá x R. Aoy	Conexão entre redes de 75mm	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 75mm	m	10	214	2.141	2.141
36		Centro	R. Ver. Manoel dos Santos	Prologamento da tubulação de 300mm proposta para adução de água até o Centro	Reduzir perda de carga/ Fortalecer rede adutora do Centro	Implantar tubulação	Tubo FOFO 300mm	m	907	465	422.020	437.961
			R. Ver. Manoel dos Santos x R.	Derivação da rede de		Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	28	379	10.626	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Corvina	300mm proposta		Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	
37		Centro	R. Merluza, R. Pargo, R. Peixe Serra, R. Peixe Dourado, R. Salema, R. Surubim	Implantação de anel primário no interior do Centro	Reduzir perda de carga/ Fortalecer rede primária do Centro	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	1957	379	742.679	754.237
			R. Pargo x R. Peixe Serra	Derivação de anel primário para conexão com rede de 50mm existente		Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	11	263	2.895	
			R. Merluza x R. Papa Terra	Derivação de anel primário para conexão com rede de 50mm existente		Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	12	263	3.158	
						Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
38		Centro	R. Peixe Dourado x R. Salema	Derivação de anel primário para conexão com rede de 150mm proposta	Nova entrada de água para três ruas do Centro a partir do anel proposto	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	9	379	3.415	43.211
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315	
			R. Peixe Dourado e R. Tainha	Implantação de rede derivada do anel conectada à redes existentes de 50mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	131	263	34.480	



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação	
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)	
39		Centro	R. Parati x R. Peixe Serra	Derivação de anel primário para conexão com rede de 150mm proposta	Nova entrada de água para quatro ruas do Centro a partir do anel proposto	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	26	379	9.867	58.874	
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.315	5.315		
			R. Parati e R. Peixe Serra	Implantação de rede derivada do anel conectada à redes existentes de 50mm		Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	166	263	43.693		
40		Centro	Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Tubarão	Conexões de redes existentes na orla do Centro	Elevar pressões/ reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	5	263	1.316	14.371	
							Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752		2.752
							Implantar registro aberto na tubulação existente	Registro 50mm	un.	1	1.912		1.912
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Parati				Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	9	237		2.132
							Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182		2.182
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R. Pescada Branca				Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	8	237		1.895
							Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182		2.182
41		Centro	R. Surubim, próximo à R. Pirapitanga	Conexões de redes de 50mm existentes	Fechamento de anel (após a desativação da pressurizadora de Quatro Ilhas)	Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	8	164	1.314	3.227	
			Av. Ver. Manoel dos Santos x R.				Abrir registro da rede de 50mm	Registro 50mm	un.	1	1.912		1.912



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
			Salema			implantado em etapa imediata						
42		Centro	Av. Fragata, próximo à R. Leopardo	Desativação do atual booster Mangue	Desativar boosters utilizados em cenário imediato para suprir demanda do Centro e Quatro Ilhas (enquanto os reforços de rede propostos não forem implantados)	Desativar booster	-	un.	1	-	-	0
			R. Surubim	Desativação do atual booster Quatro Ilhas		Desativar booster	-	un.	1	-		
			R. Ilha das Gales x R. Tainha	Desativação do booster proposto em cenário imediato		Desativar booster	-	un.	1	-		
43		Centro/ Quatro Ilhas	R. Ilha das Gales	Derivação do anel de 250mm proposto no Centro para Quatro Ilhas	Elevar pressões/ reduzir perda de carga em Quatro Ilhas	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	342	263	90.017	97.133
			R. Ilha das Gales x R. Salena			Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	
			R. Ilha das Gales x R. Tainha	Implantação de registros nas redes existentes após a conexão da rede proposta de 150mm	Registros para manobra	Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	2	2.182	4.364	
44		Quatro Ilhas	R. Ilha Campeche, R. Itparica	Prolongamento de rede de 100mm em parte de Quatro Ilhas	Elevar pressões/ reduzir perda de carga em Quatro Ilhas	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	291	237	68.927	85.731
						Implantar registro aberto	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
						Implantar tubulação	Tubo PVC 50mm	m	89	164	14.623	



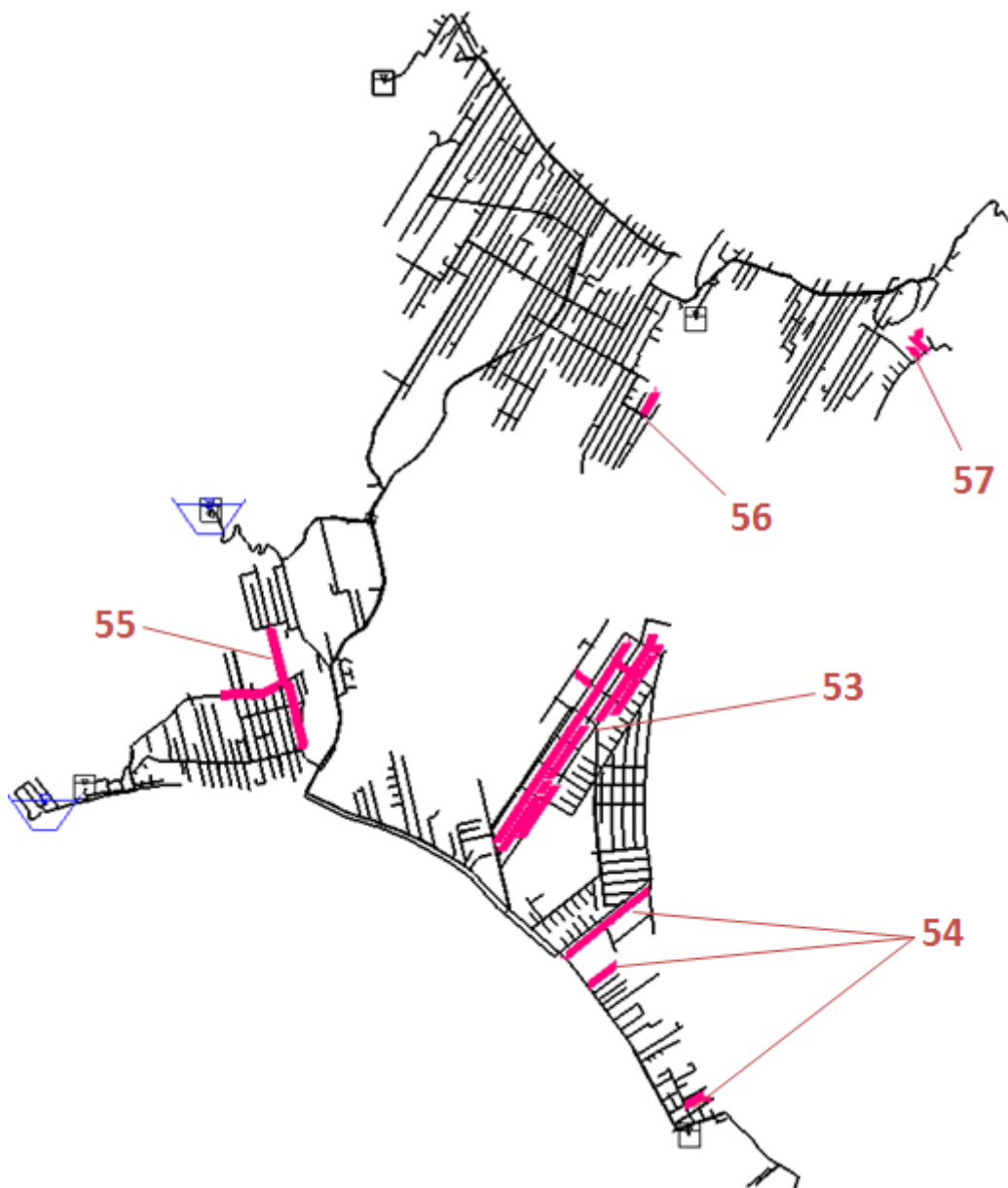
Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
58		Mariscal	Rua Canela	Reforço de redes primárias	Reduzir perda de carga na tubulação de entrada de água	Implantar tubulação	Tubo PVC 100mm	m	355	237	84.086	86.268
						Implantar registro	Registro 100mm	un.	1	2.182	2.182	
Obras longo prazo												190.682
45		Bombas	R. Mergulhão Caçador	Fortalecimento de rede primária	Elevar pressões/reduzir perda de carga	Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	714	263	187.931	190.682
			R. Pavão x R. Mergulhão Caçador			Implantar registro aberto	Registro 150mm	un.	1	2.752	2.752	



4.2.2. Detalhamento dos trechos propostos

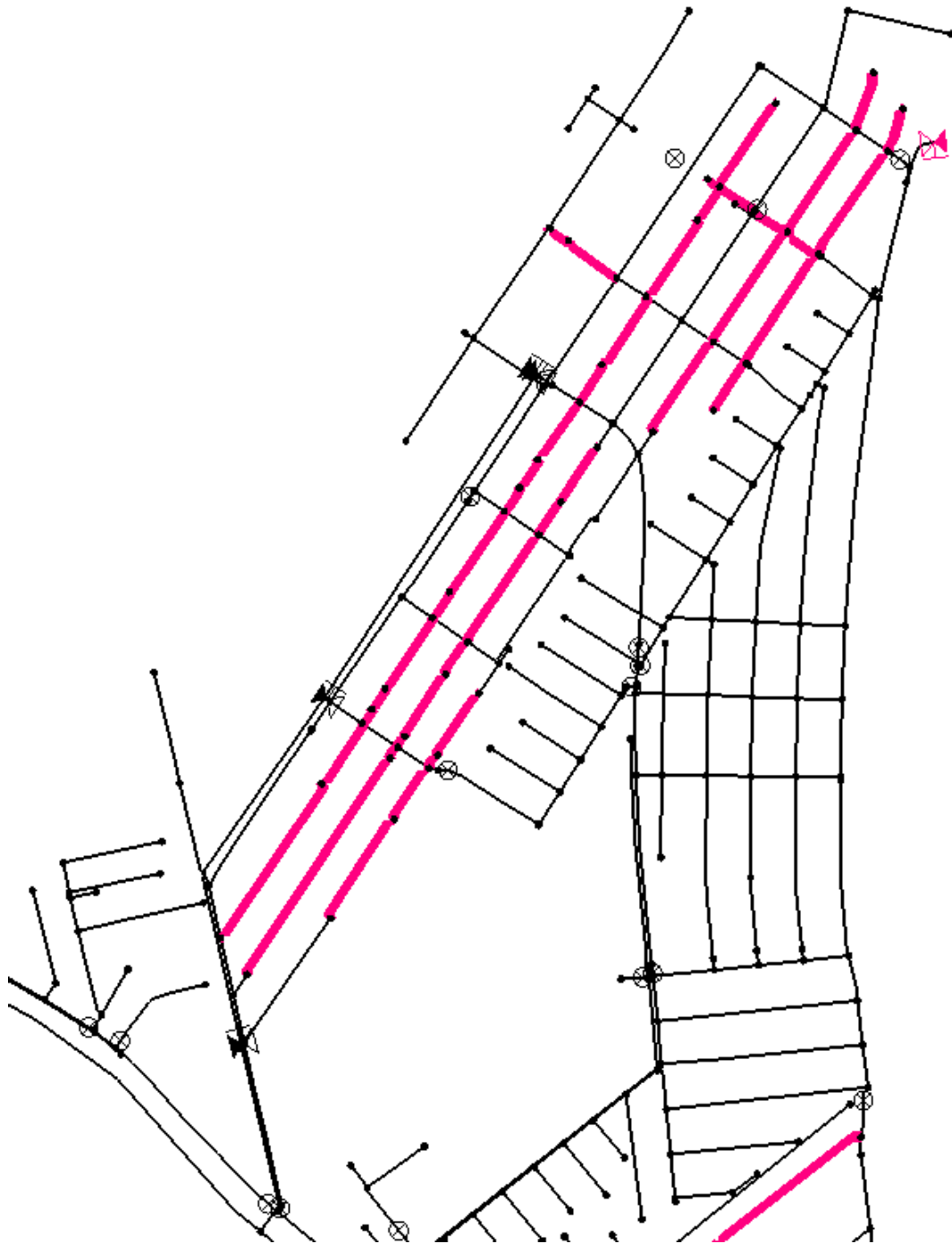
A seguir, são apresentados os trechos listados no Quadro anterior, de forma que todas as obras possam ser compreendidas e avaliadas pela operadora do sistema de abastecimento de água de Bombinhas.

4.2.2.1. Trechos propostos em prazo imediato como reforço de redes de diâmetro inferior a 50mm

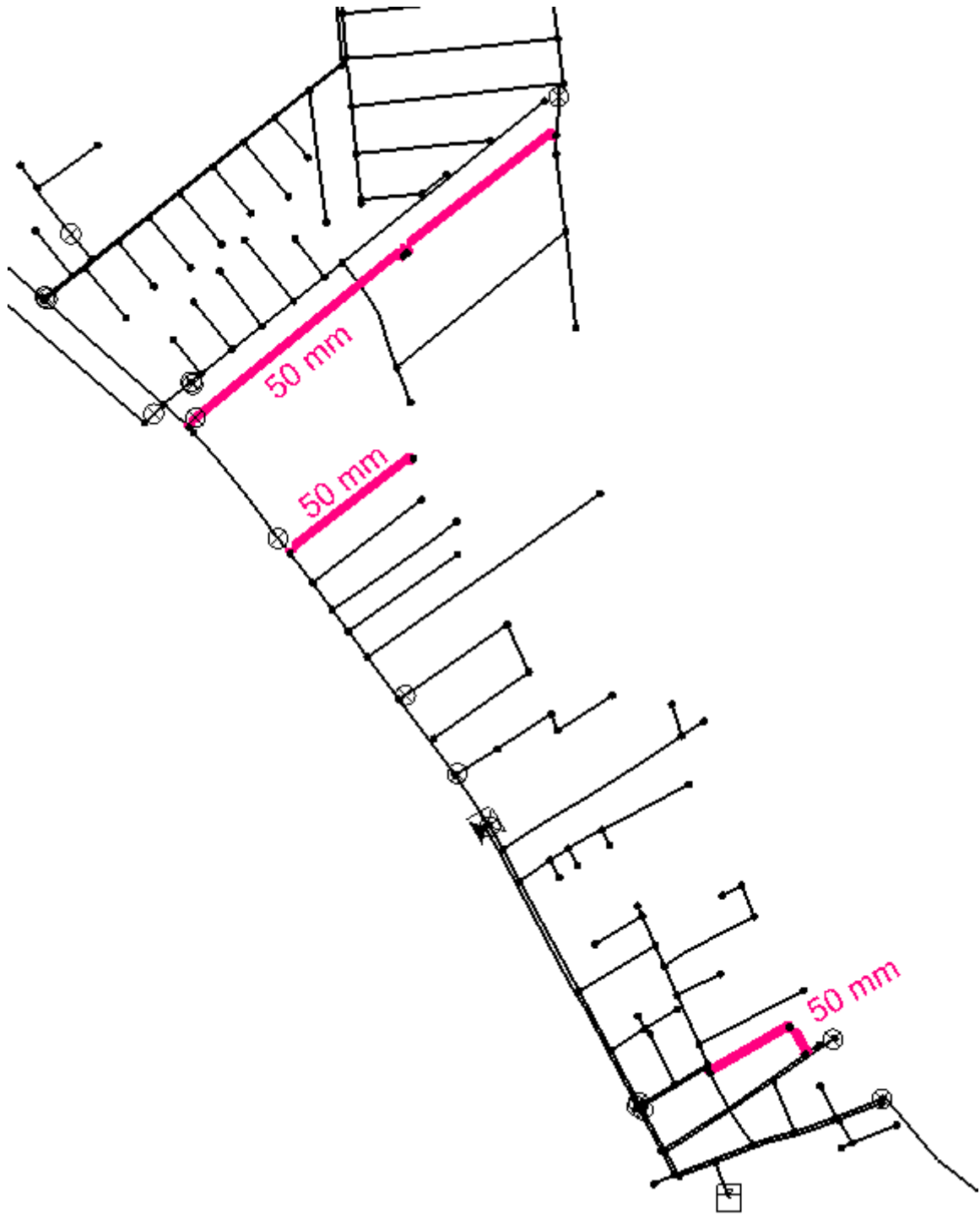


Trecho 53 - Mariscal

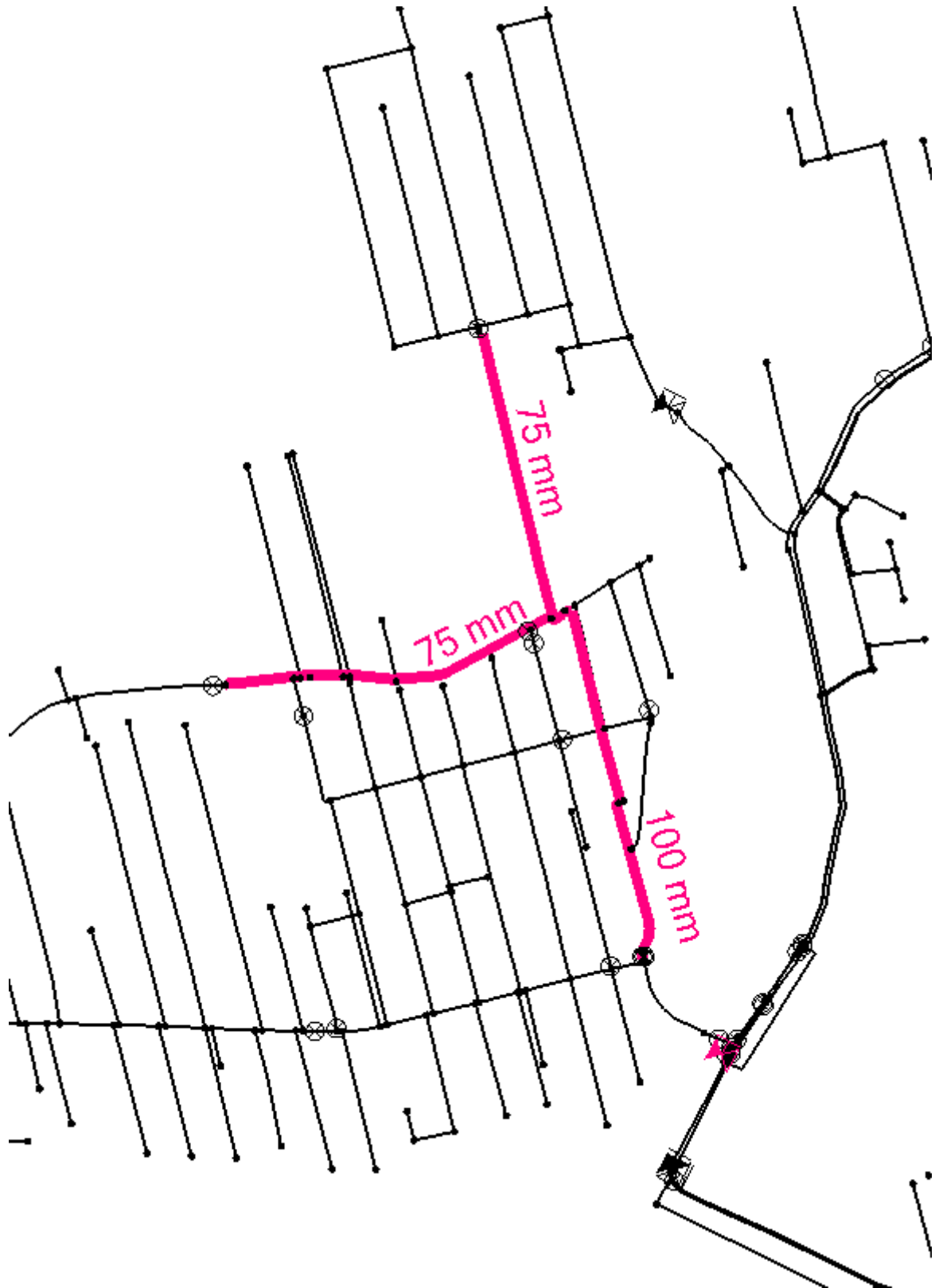
Tubulações de 50mm



Trecho 54 – Canto Grande



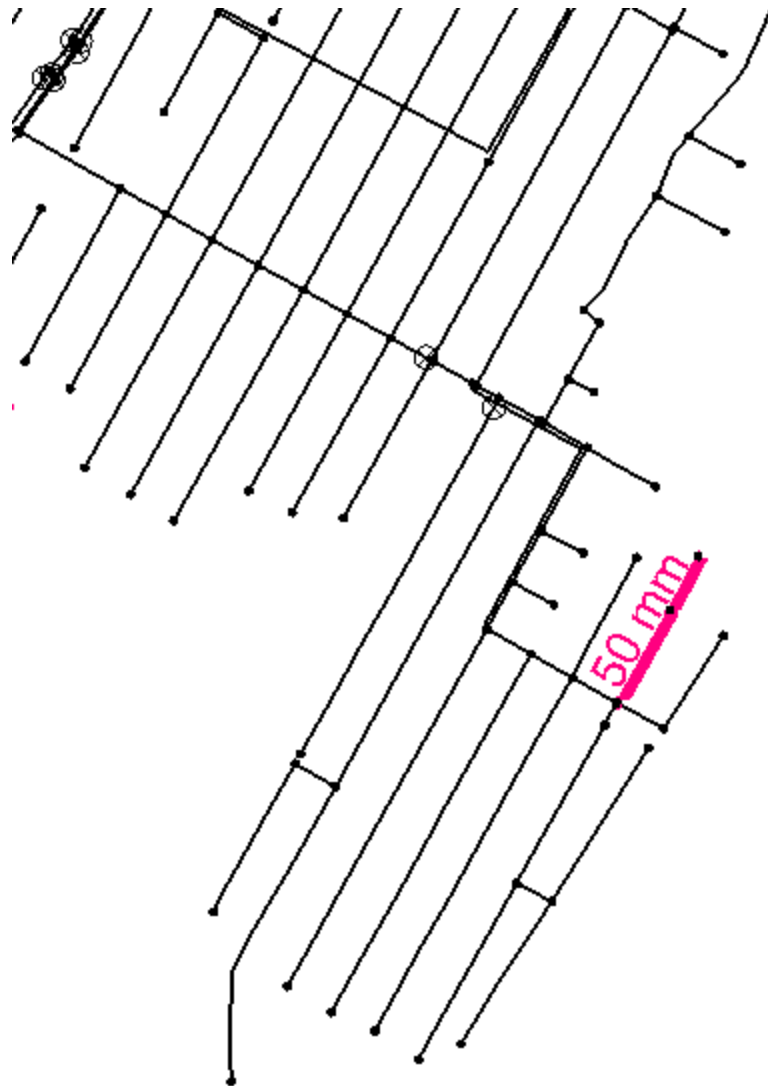
Trecho 55 - Zimbros



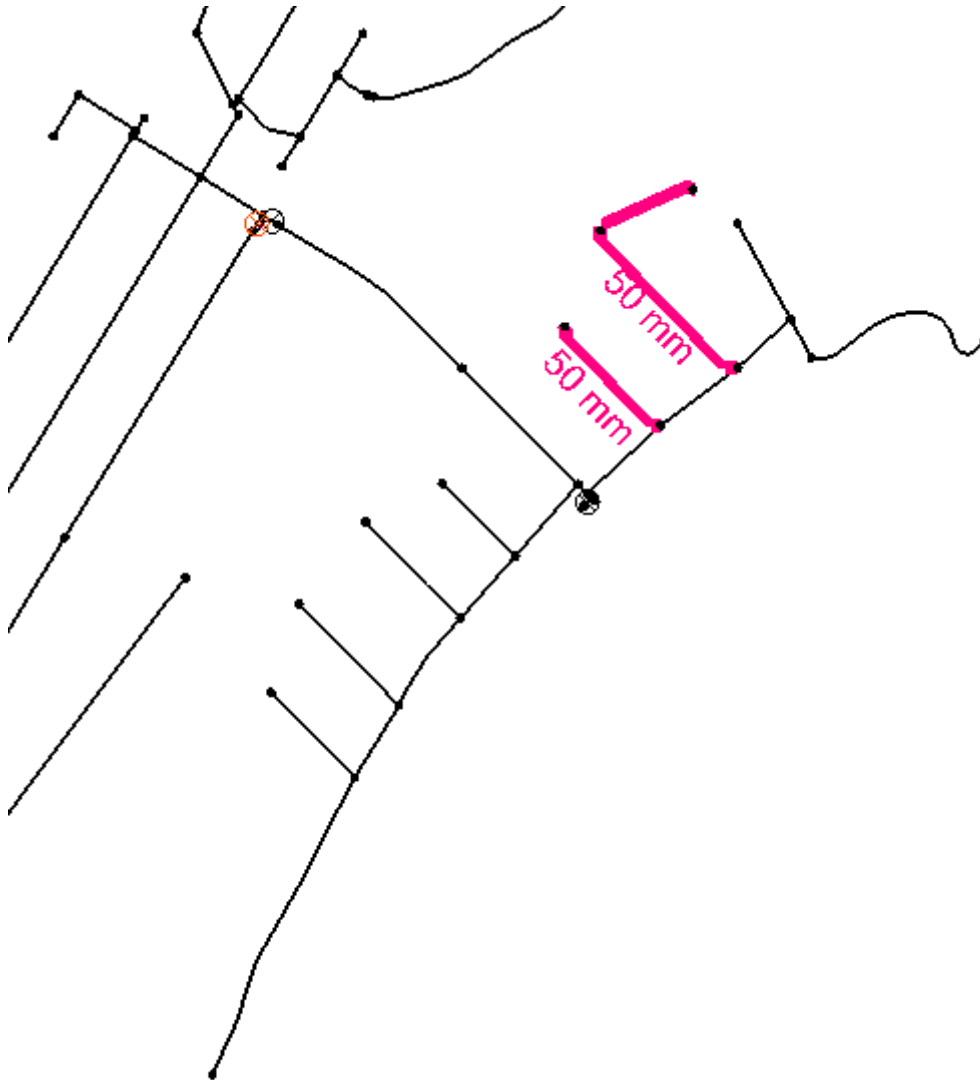
Estudo de Concepção de Bombinhas-SC.



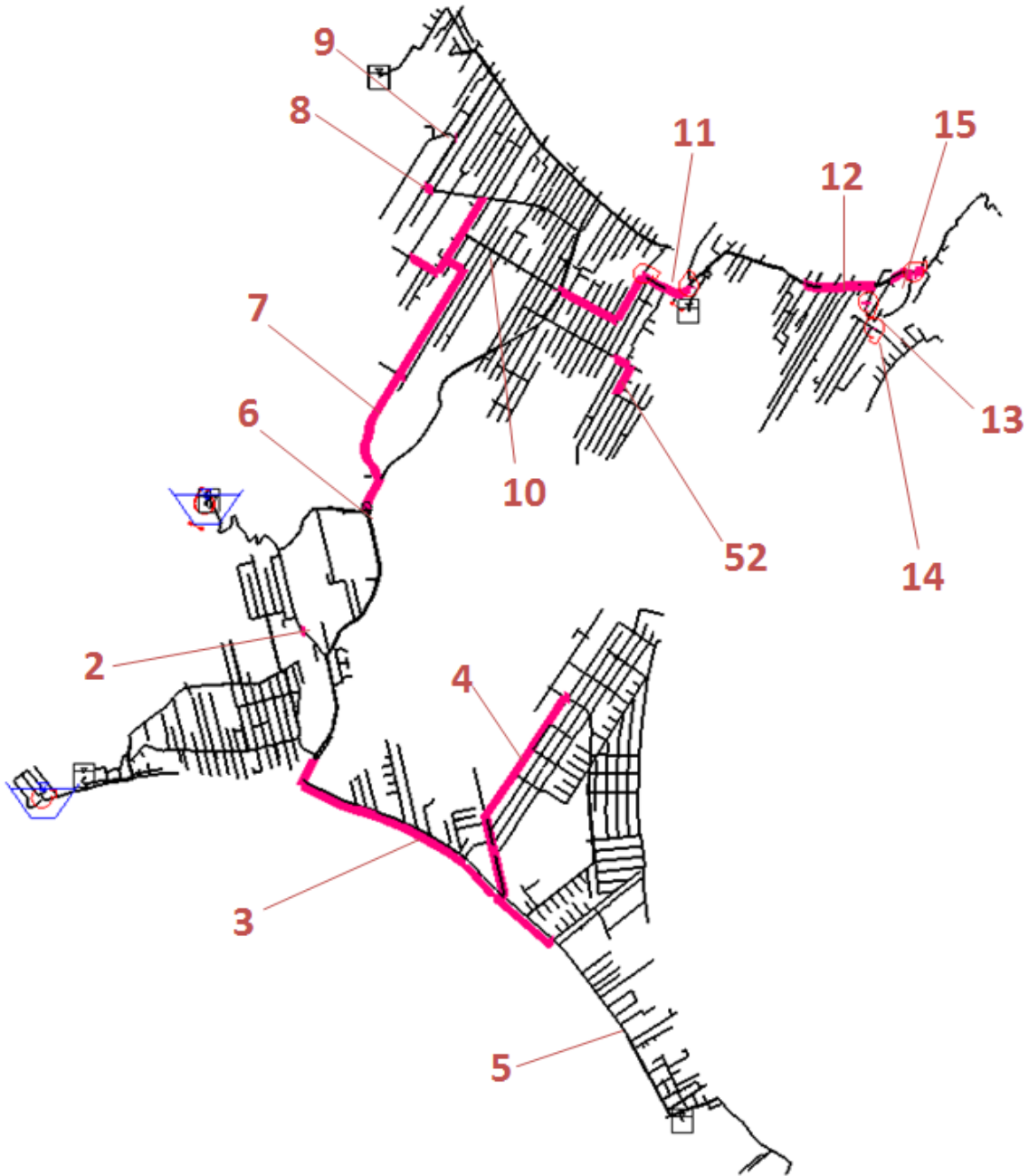
Trecho 56 – José Amândio



Trecho 57 – Quatro Ilhas

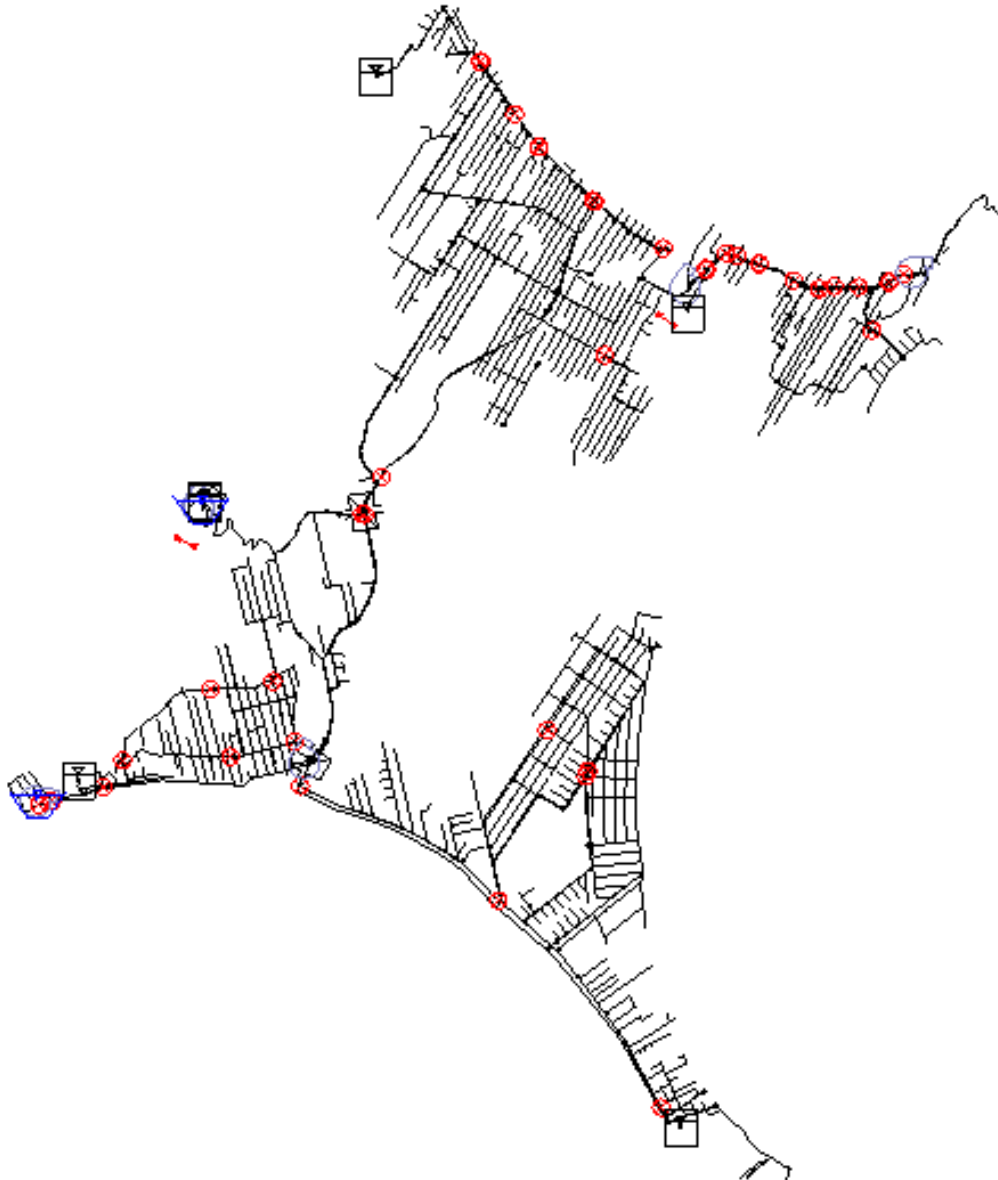


4.2.2.2. Trechos propostos em Prazo Imediato para todas as alternativas

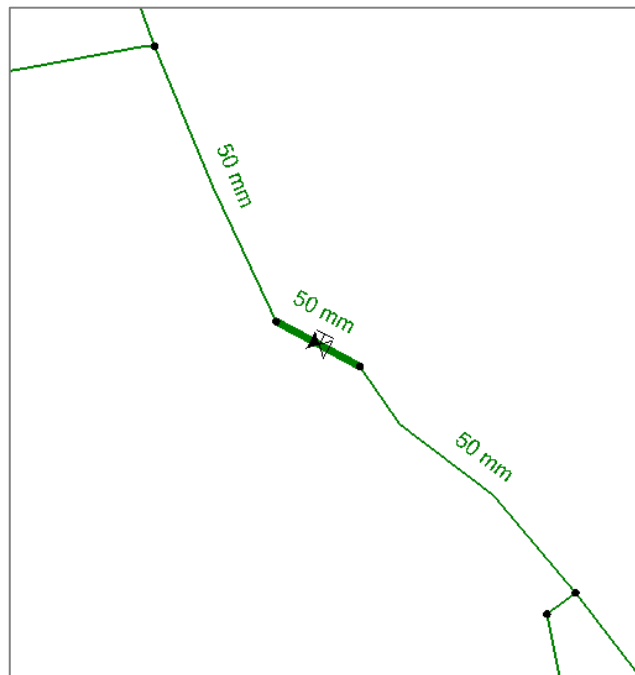


Trecho 1

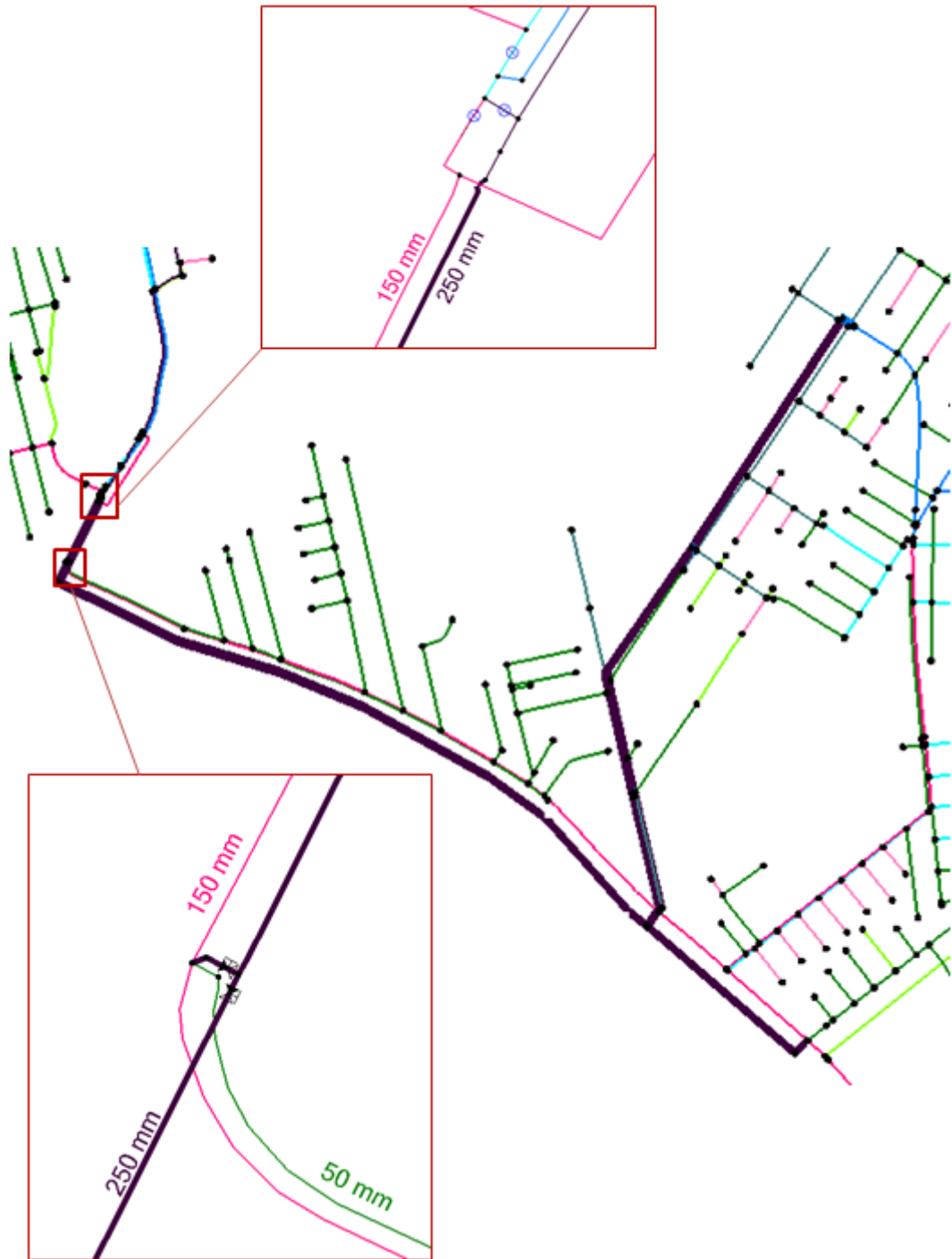
Registros propostos para melhoria de manobras, detalhados no 'ANEXO 6 – Alternativa 2 - Registros de manobra propostos e Subsetores'.



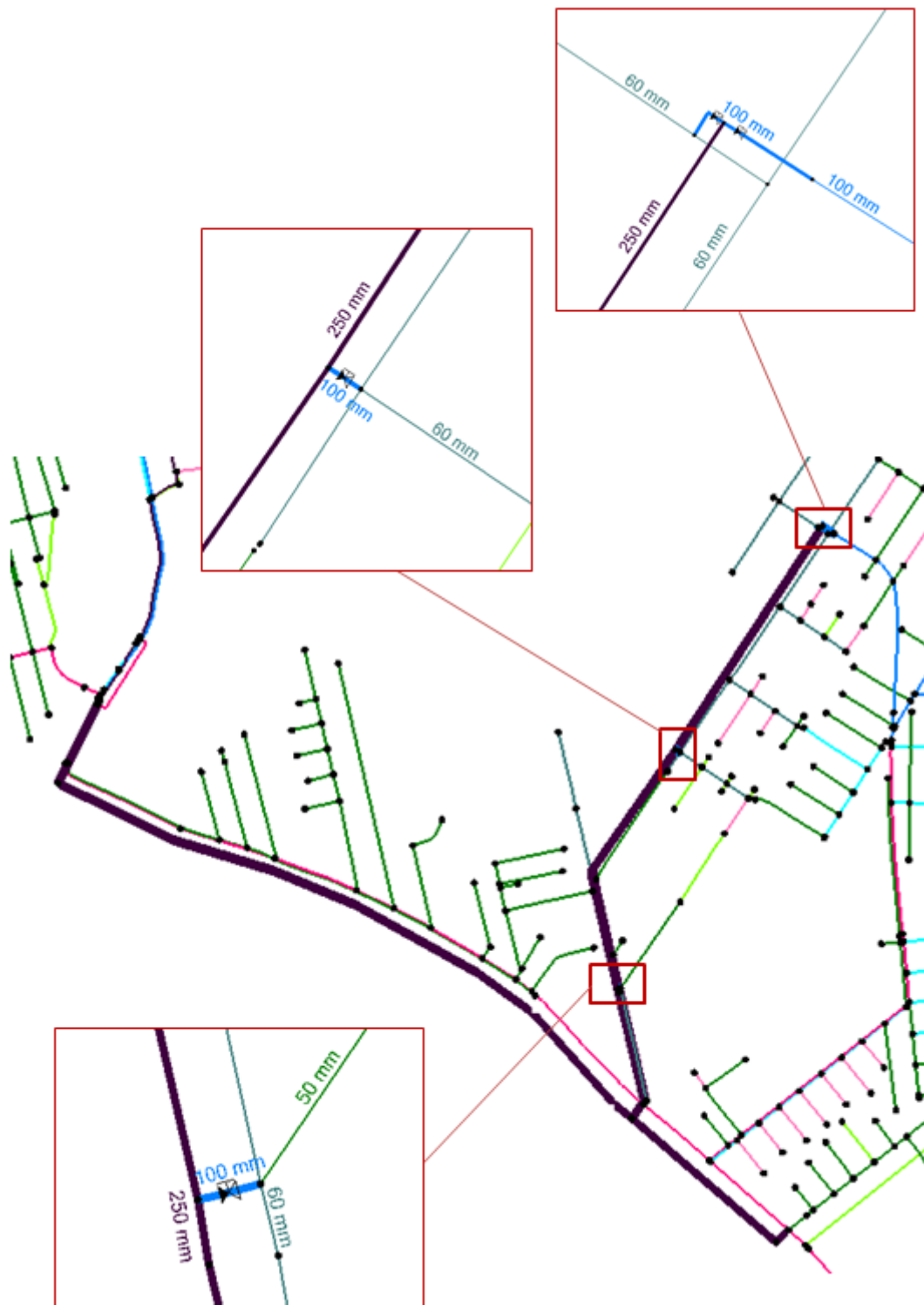
Trecho 2



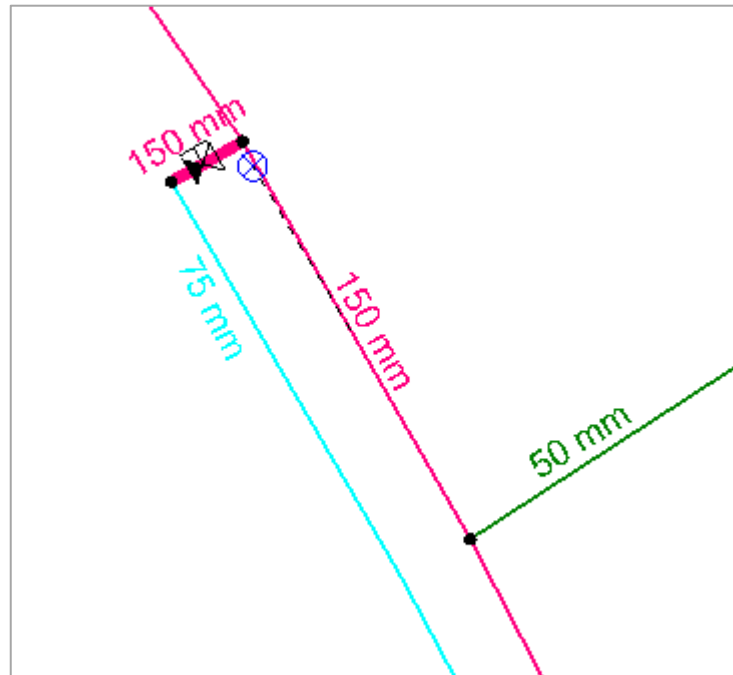
Trecho 3



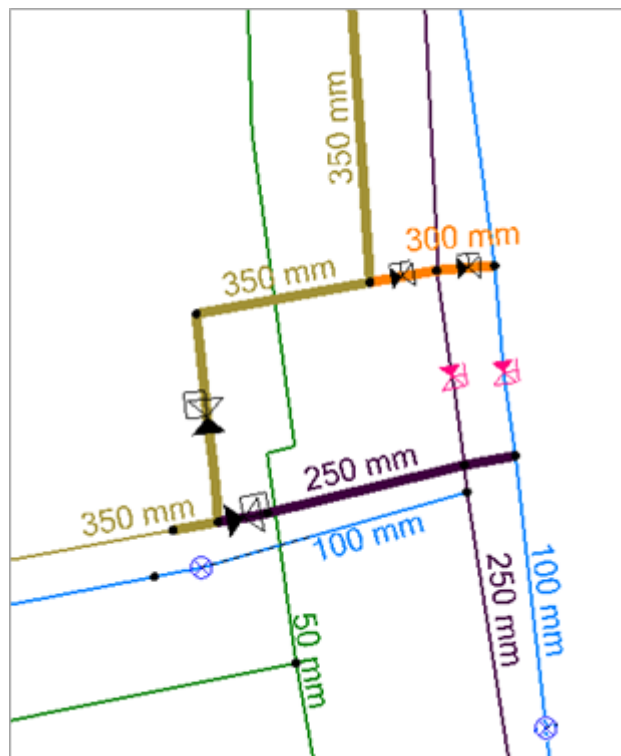
Trecho 4



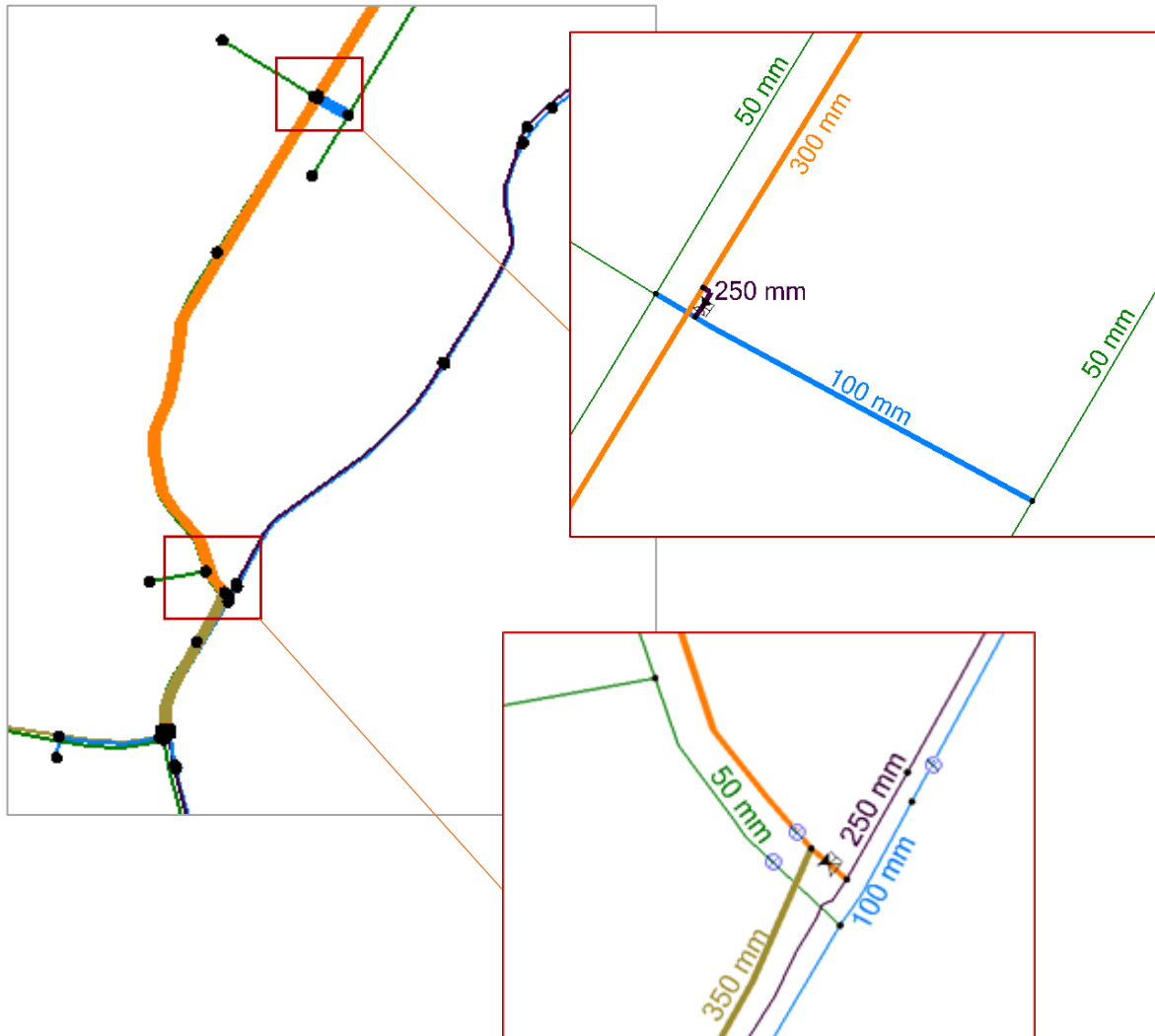
Trecho 5



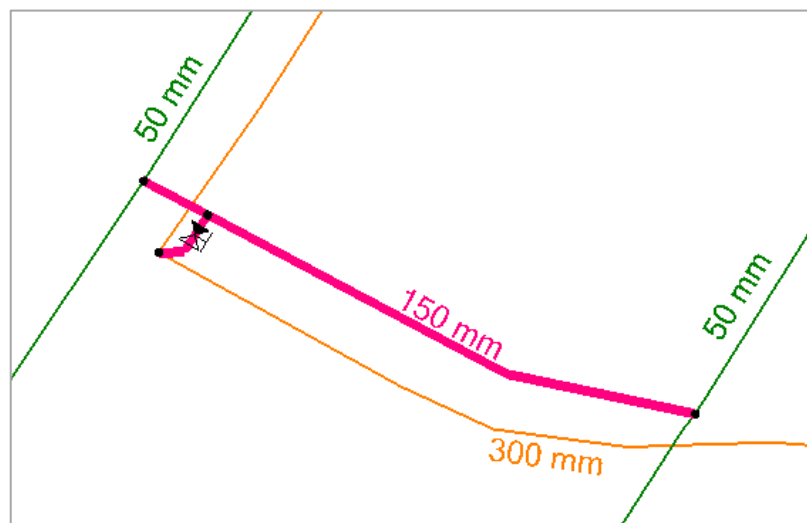
Trecho 6



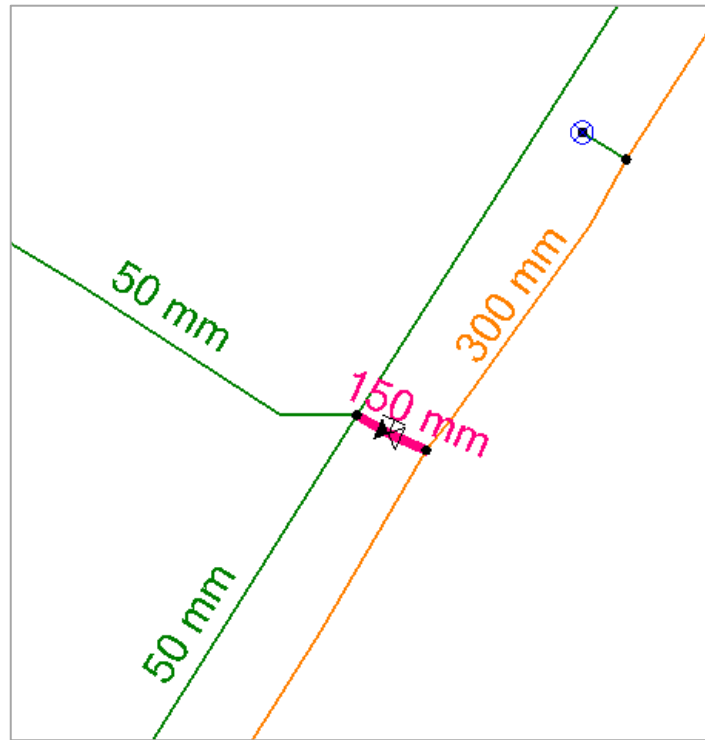
Trecho 7



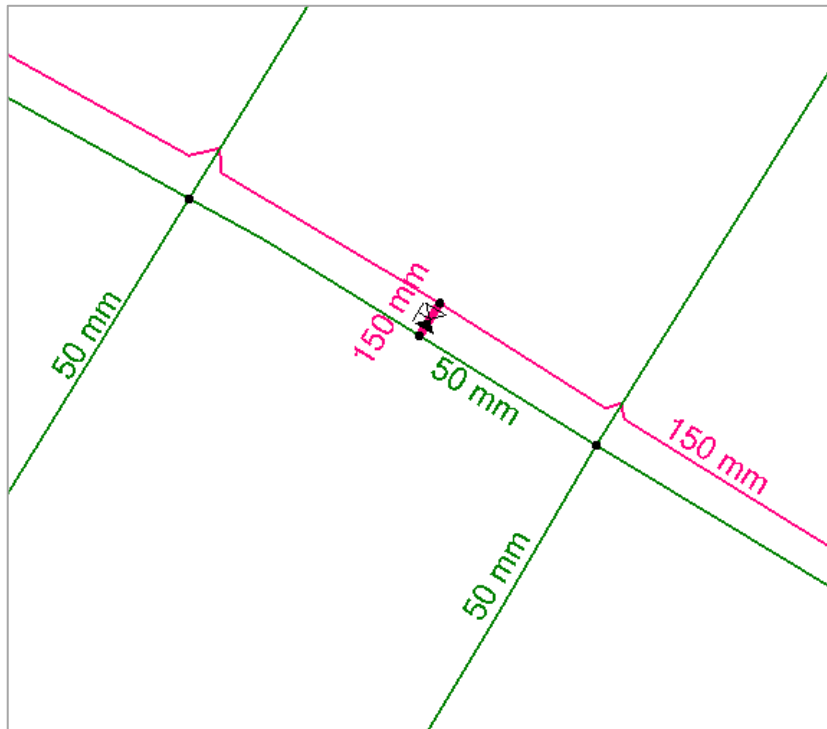
Trecho 8



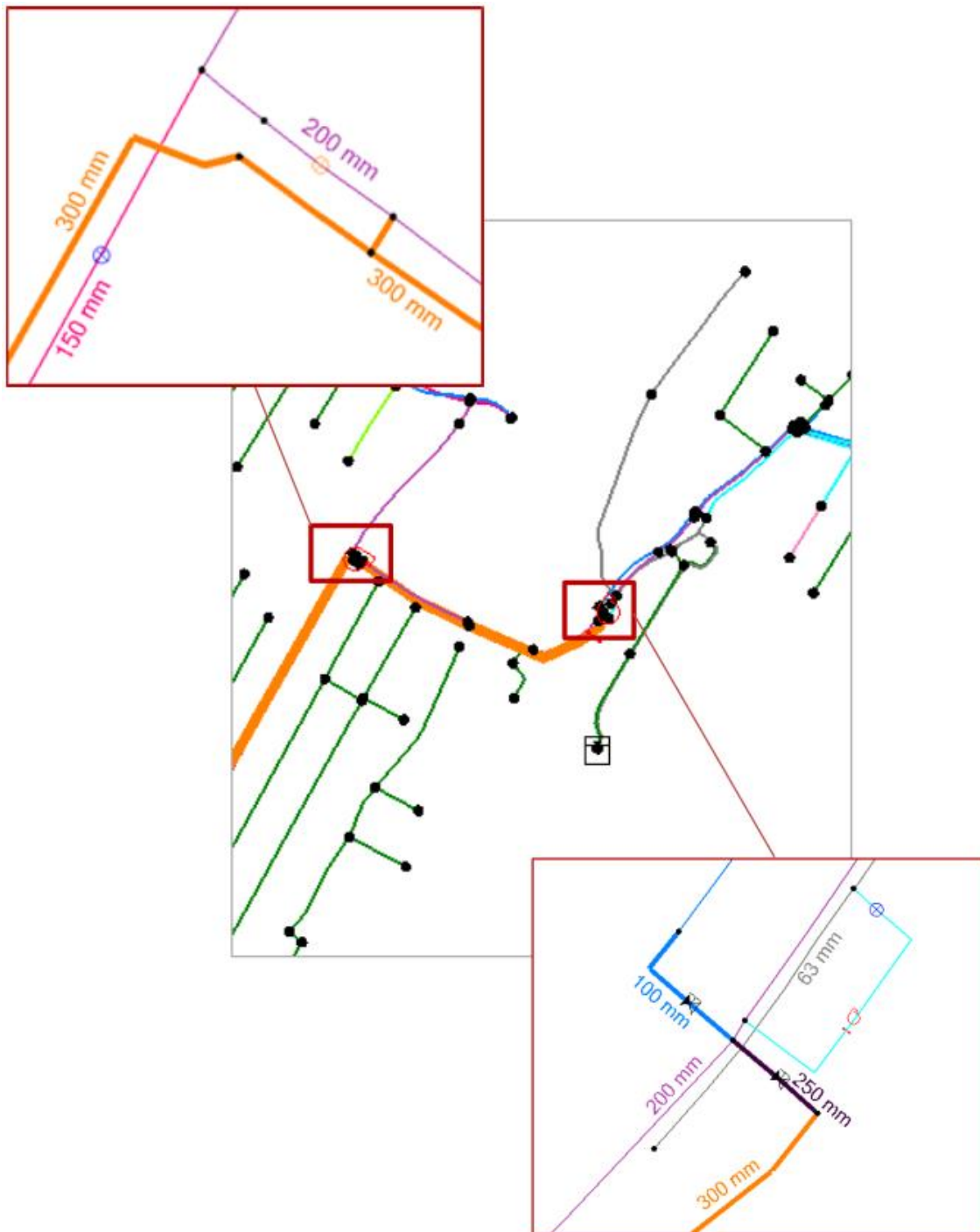
Trecho 9



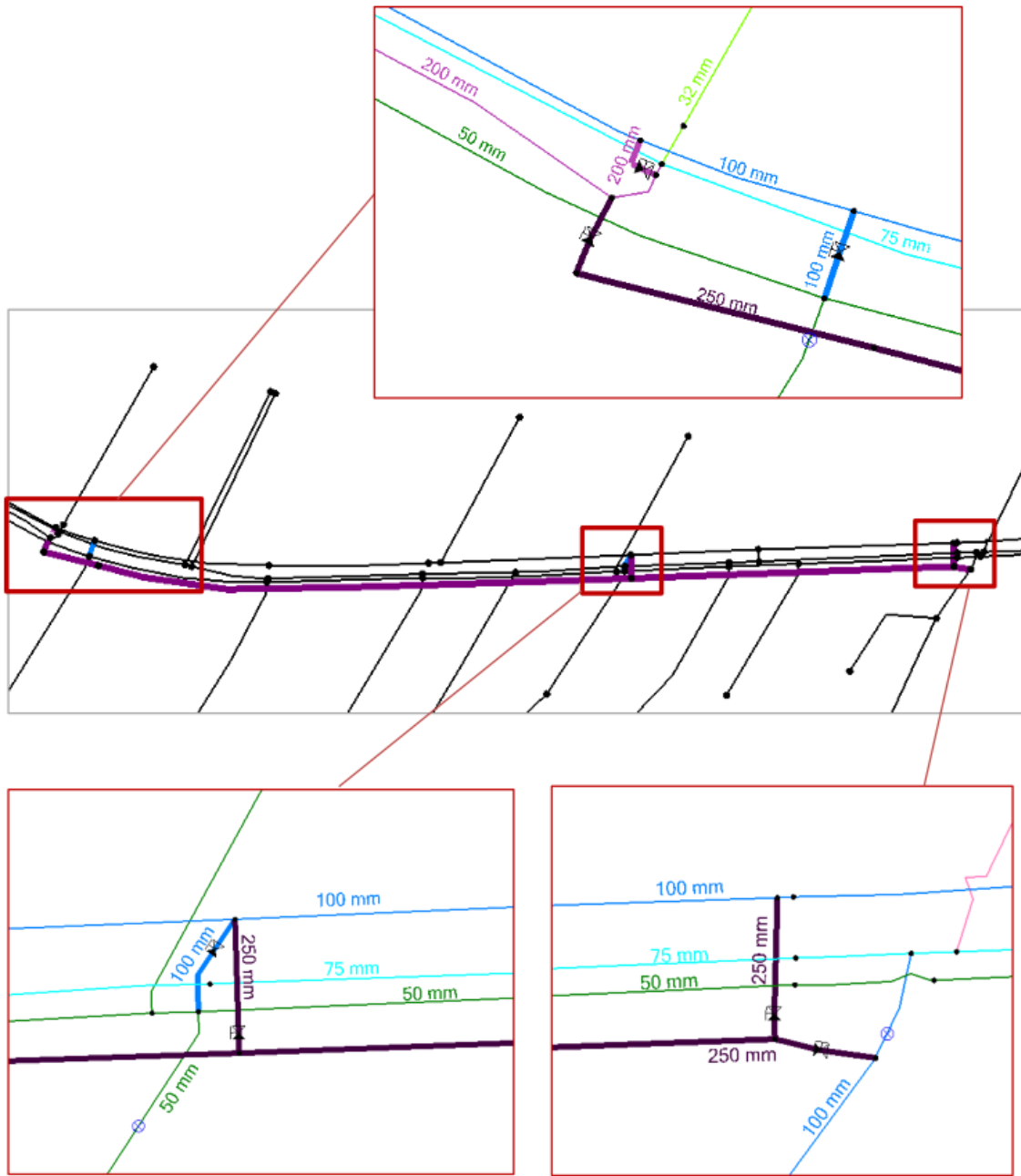
Trecho 10



Trecho 11



Trecho 12



Estudo de Concepção de Bombinhas-SC.



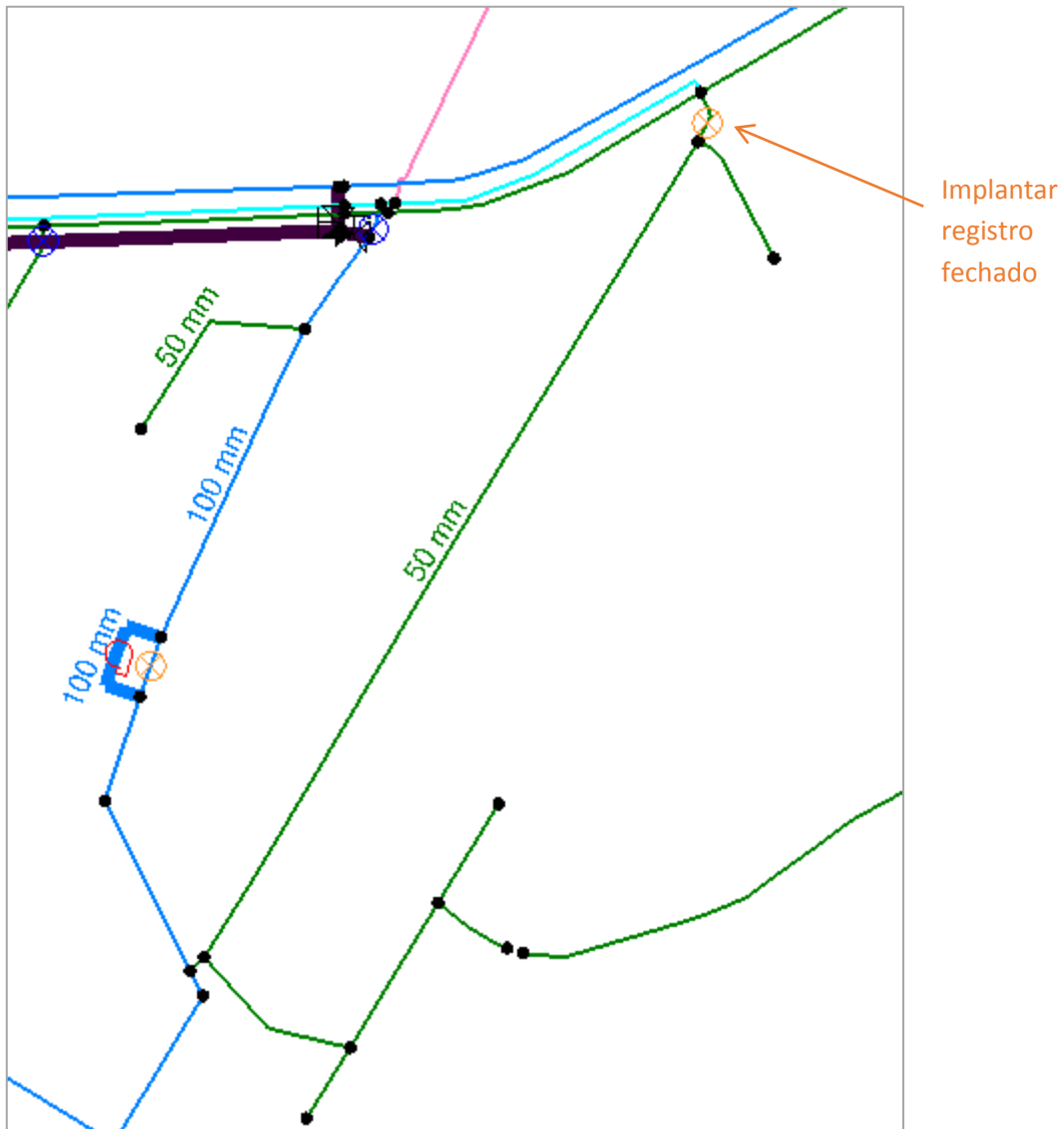
Trecho 13

Relocação de booster:

A região abastecida atualmente pelo booster Quatro Ilhas apresenta **vazão máxima horária de 13,6 L/s** em cenário de alta temporada de curto prazo. Uma vez que esta vazão é superior à vazão máxima verificada na curva desta bomba, propõe-se a substituição do booster atual pela bomba do booster do Mangue (que será também trocada).

Vazão máx hora (L/s) – Curto prazo	13,60
Altura manométrica (mca)	36,7
Potência (cv)	30

*Alta temporada



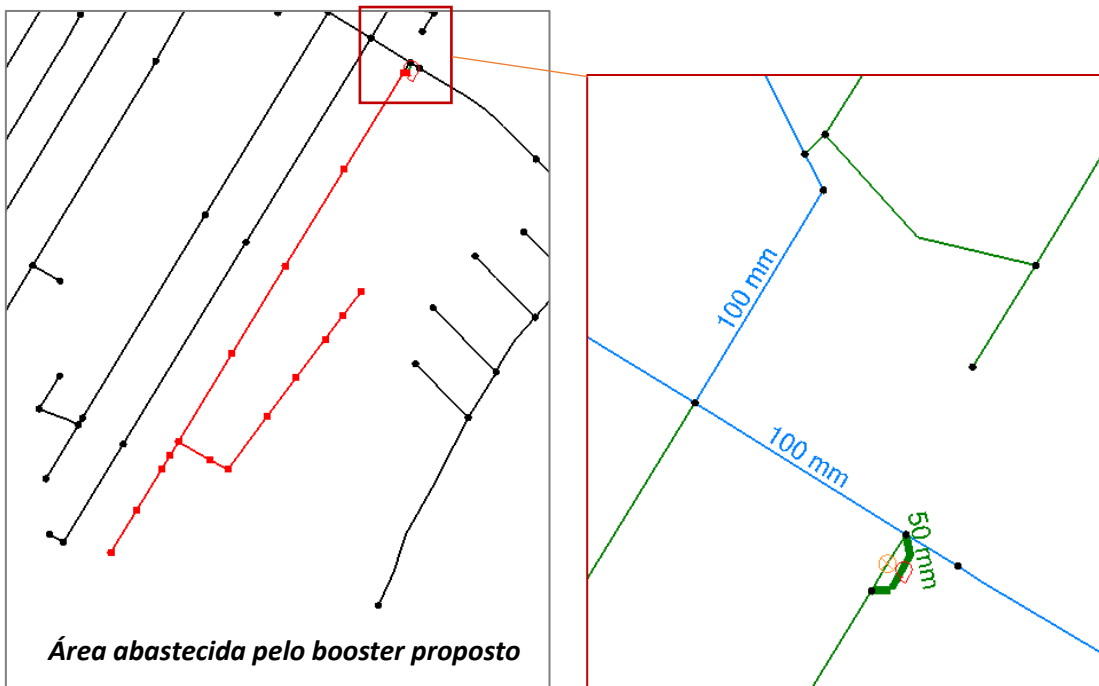
Trecho 14

Relocação de booster (opcional):

A região destacada na figura abaixo compreende cotas topográficas mais elevadas (em torno de 20 metros) do que os demais pontos abastecidos pelo booster Quatro Ilhas. Assim, a implantação de um booster específico para esta área permite que a bomba a montante opere com pressões de recalque menores, o que reduz as pressões na região em horário de pouco consumo. Uma vez que a bomba do booster Quatro Ilhas será substituída pela bomba do booster do Mangue, propõe-se a relocação desta para pressurizar a área em questão.

Vazão máx hora (L/s) – Curto prazo	1,14
Altura manométrica (mca)	39,4
Potência (cv)	5

*Alta temporada

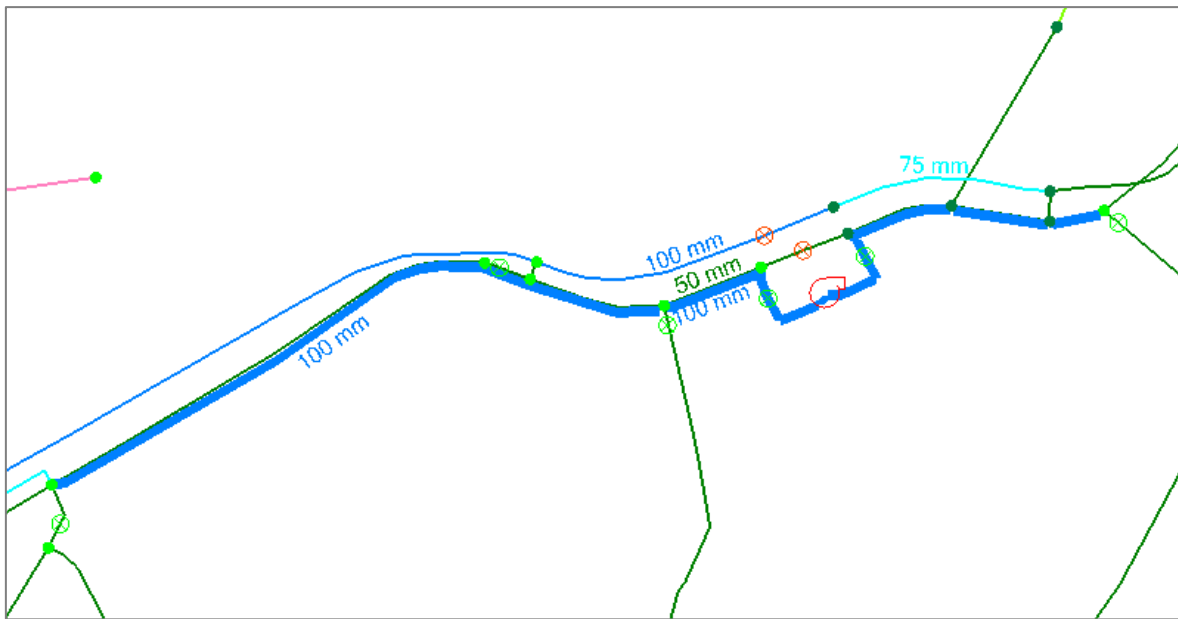


Trecho 15

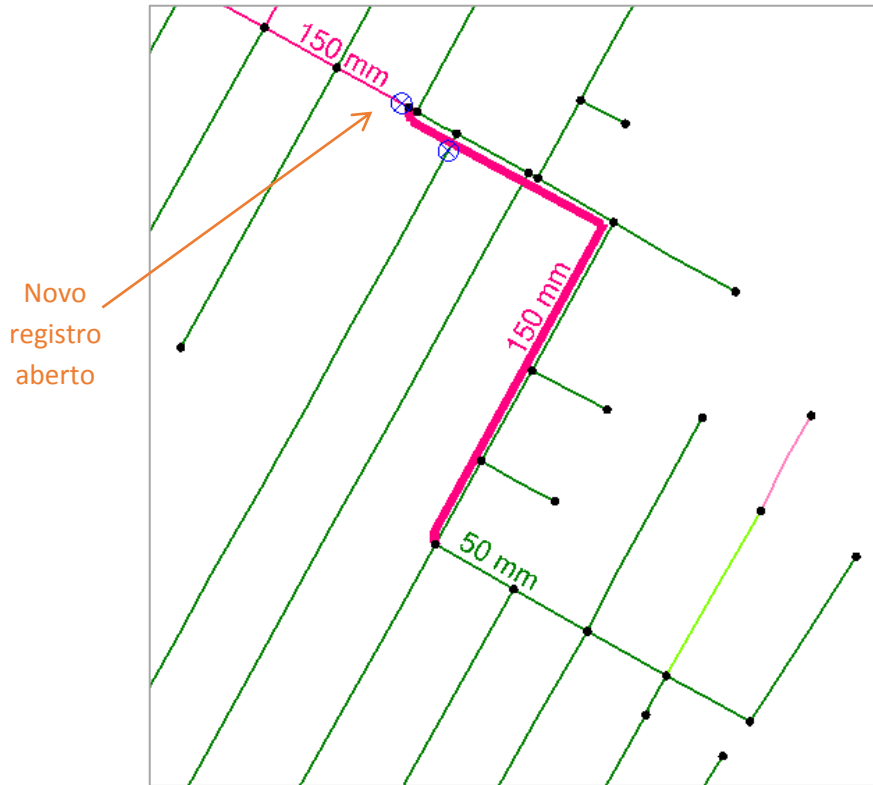
Novo booster

Vazão máx hora (L/s) – Longo prazo	6,58
Altura manométrica (mca)	37
Potência (cv)	7,5

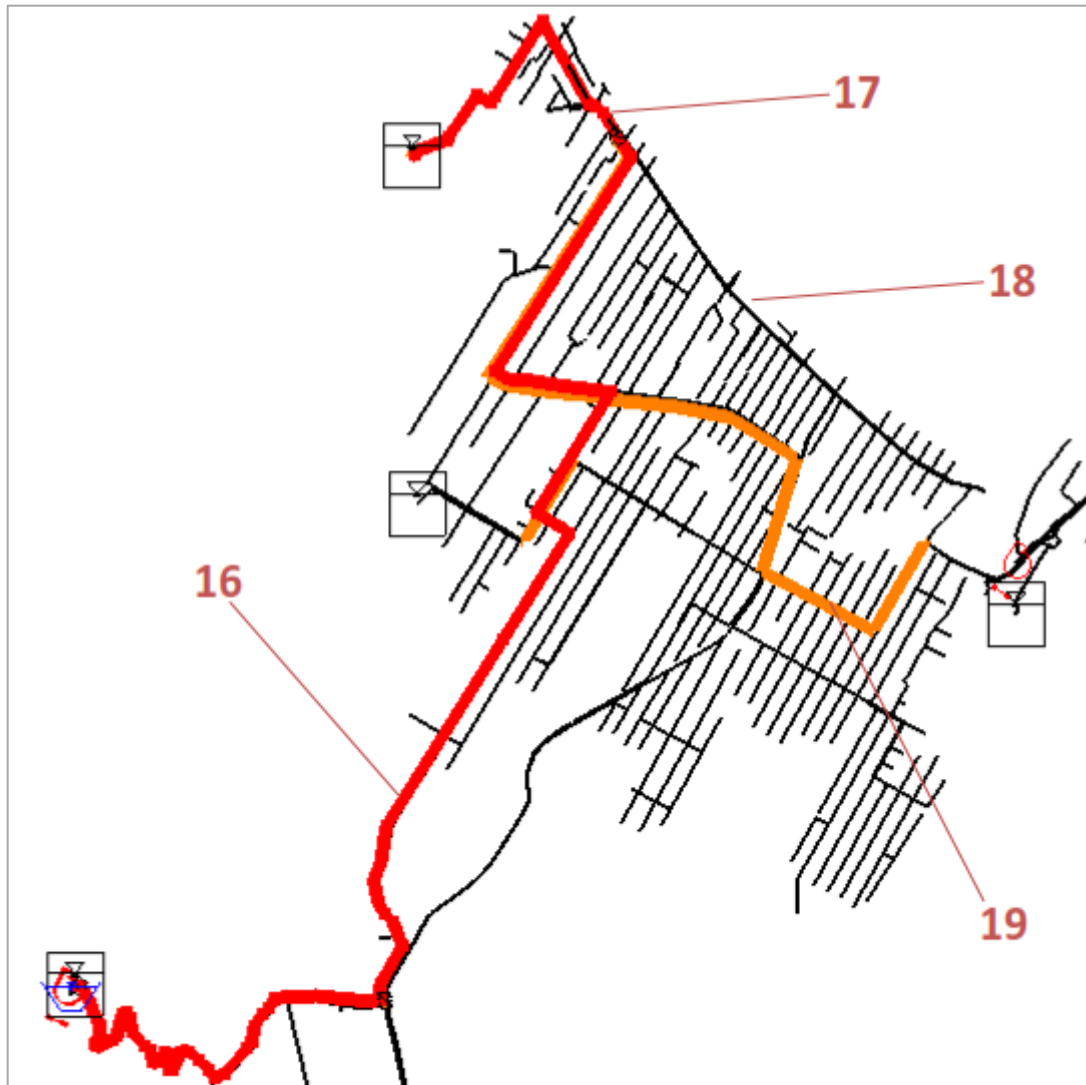
*Alta temporada



Trecho 52



4.2.2.3. Trechos propostos em Prazo Imediato para a Alternativa 1

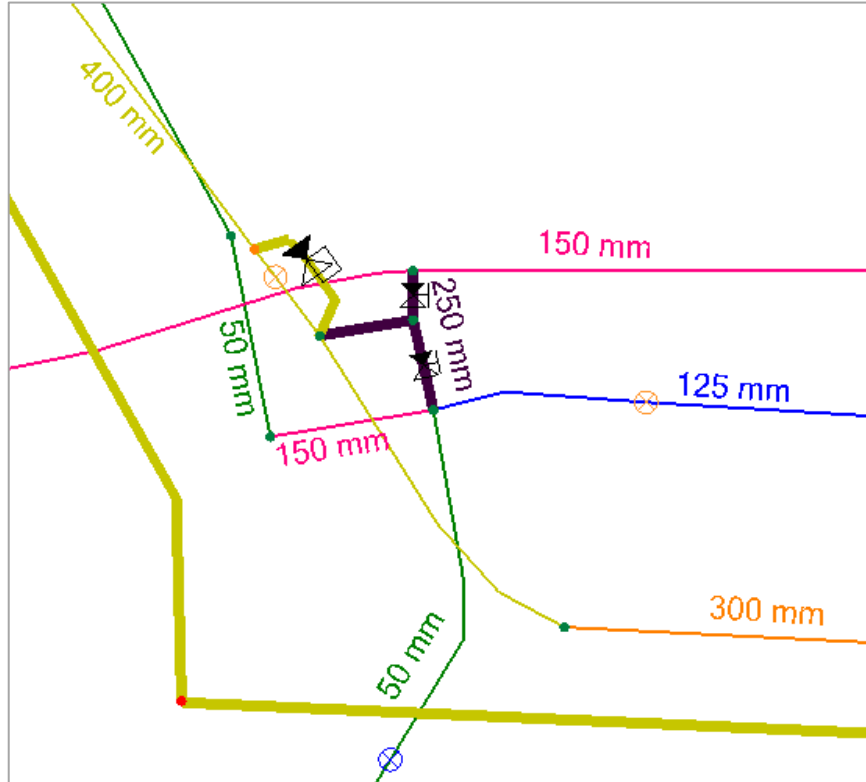


Trecho 16 (Alt. 1)

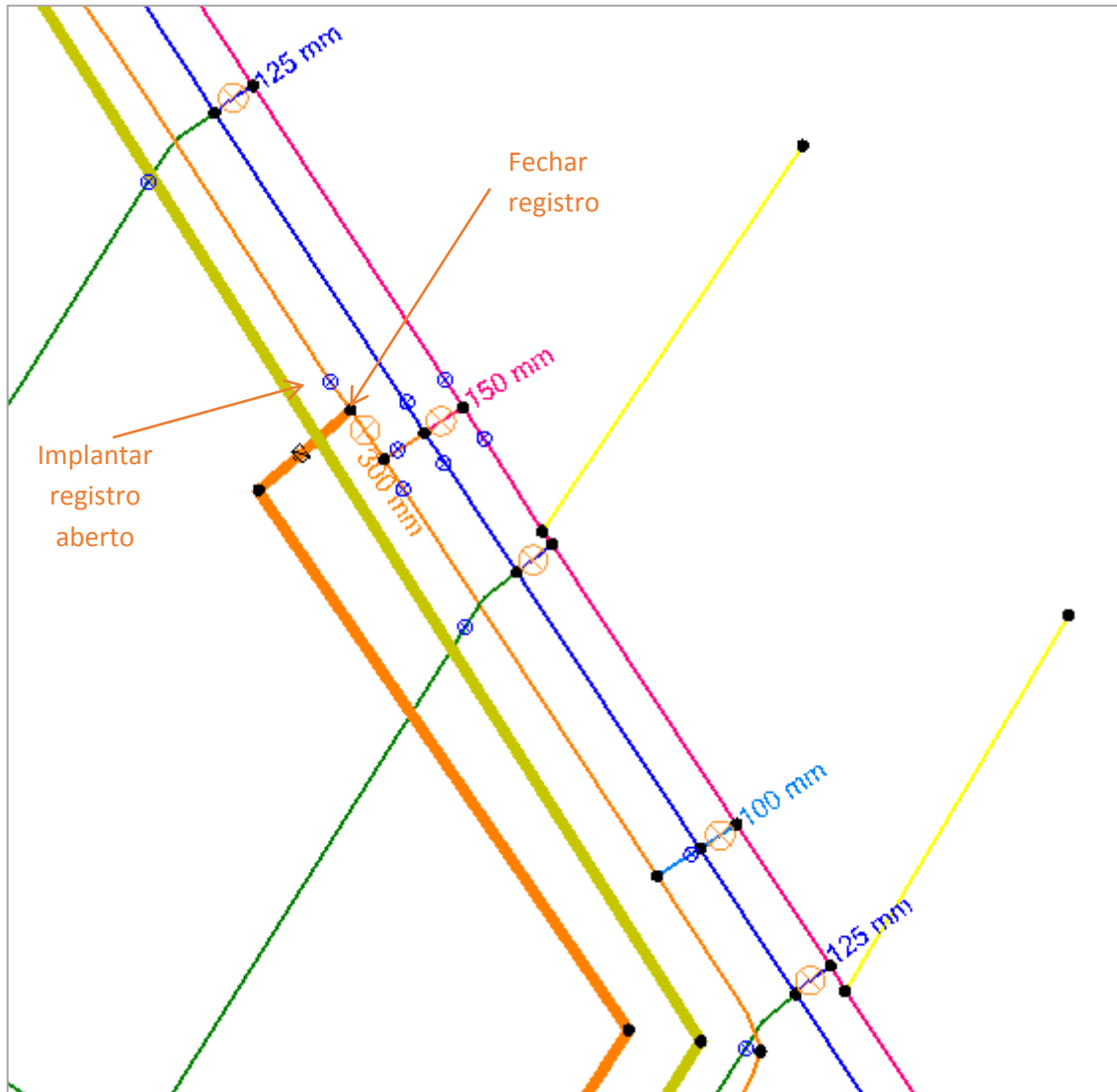
Adutora entre a nova ETA e os Reservatórios da Polícia.

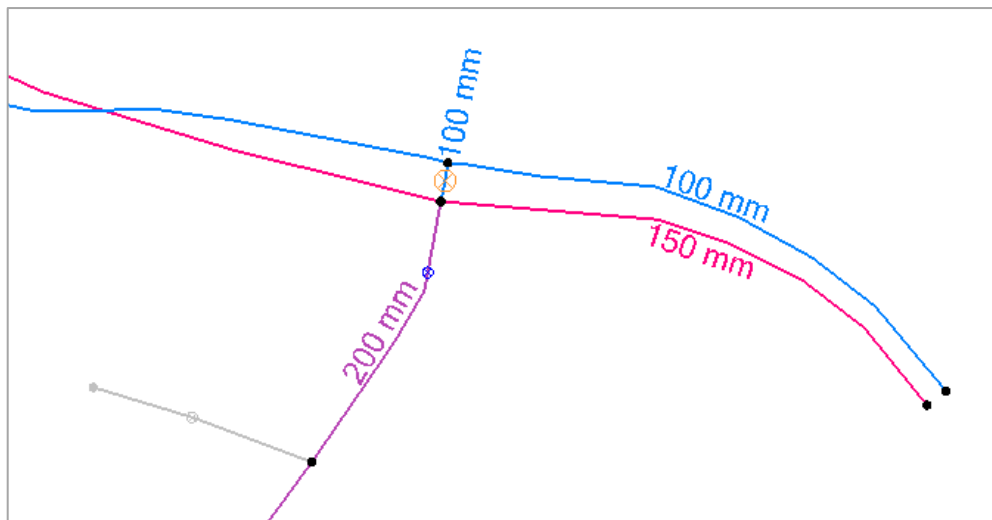
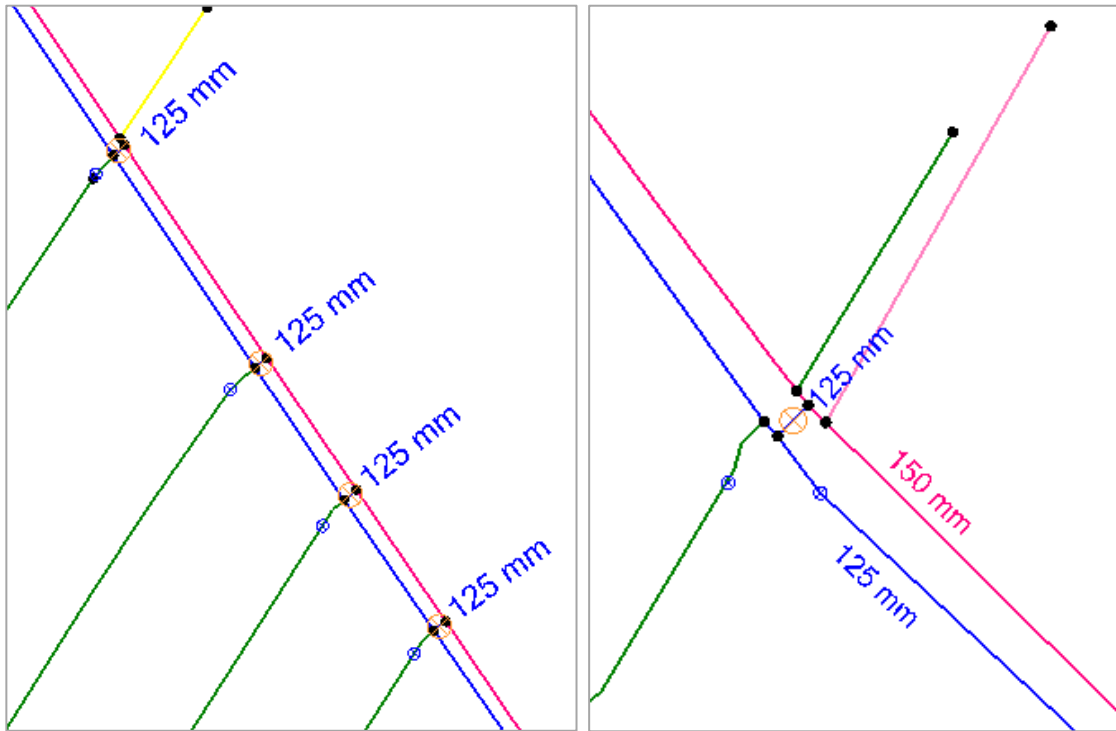


Trecho 17 (Alt. 1)



Trecho 18 (Alt. 1)

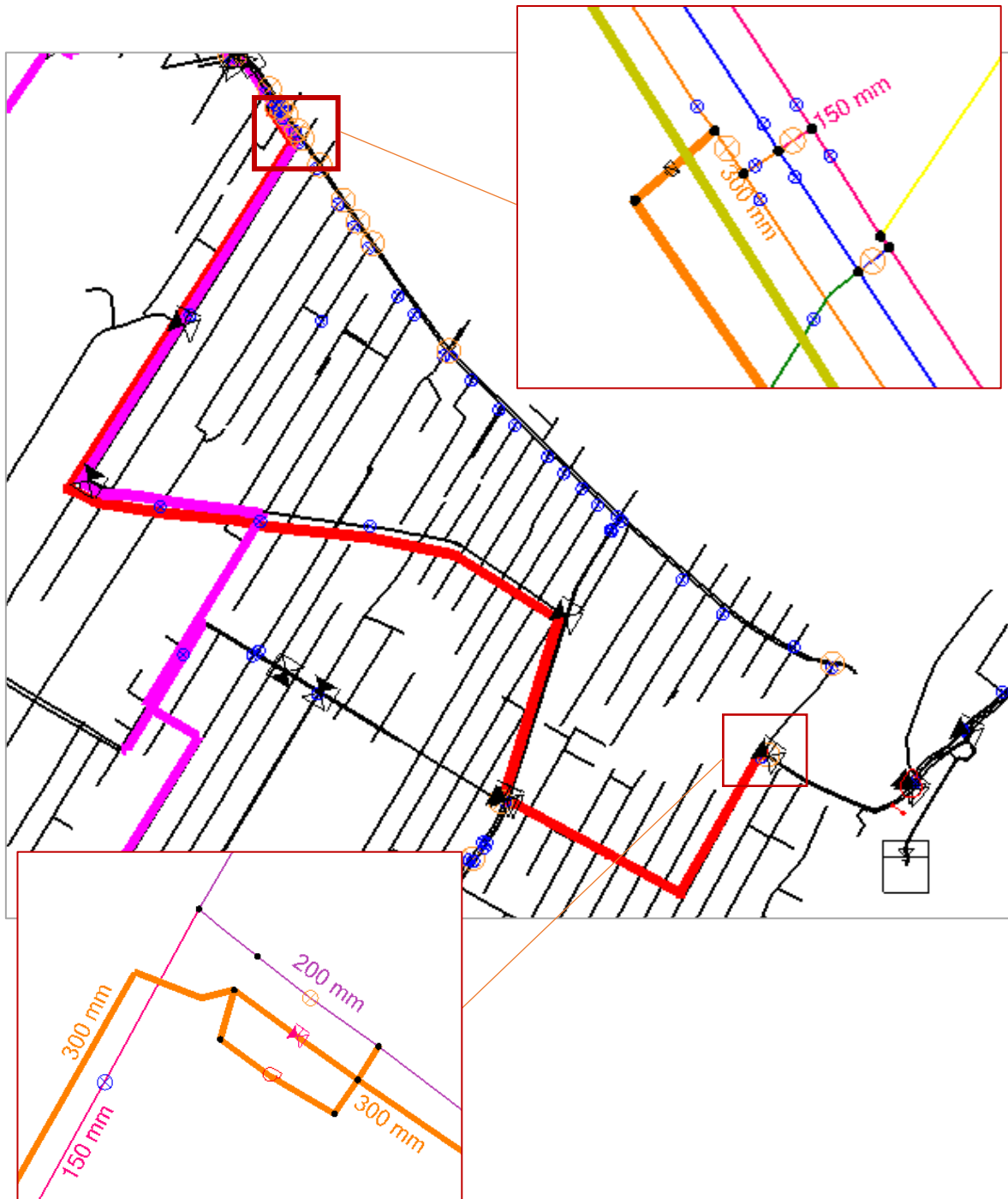




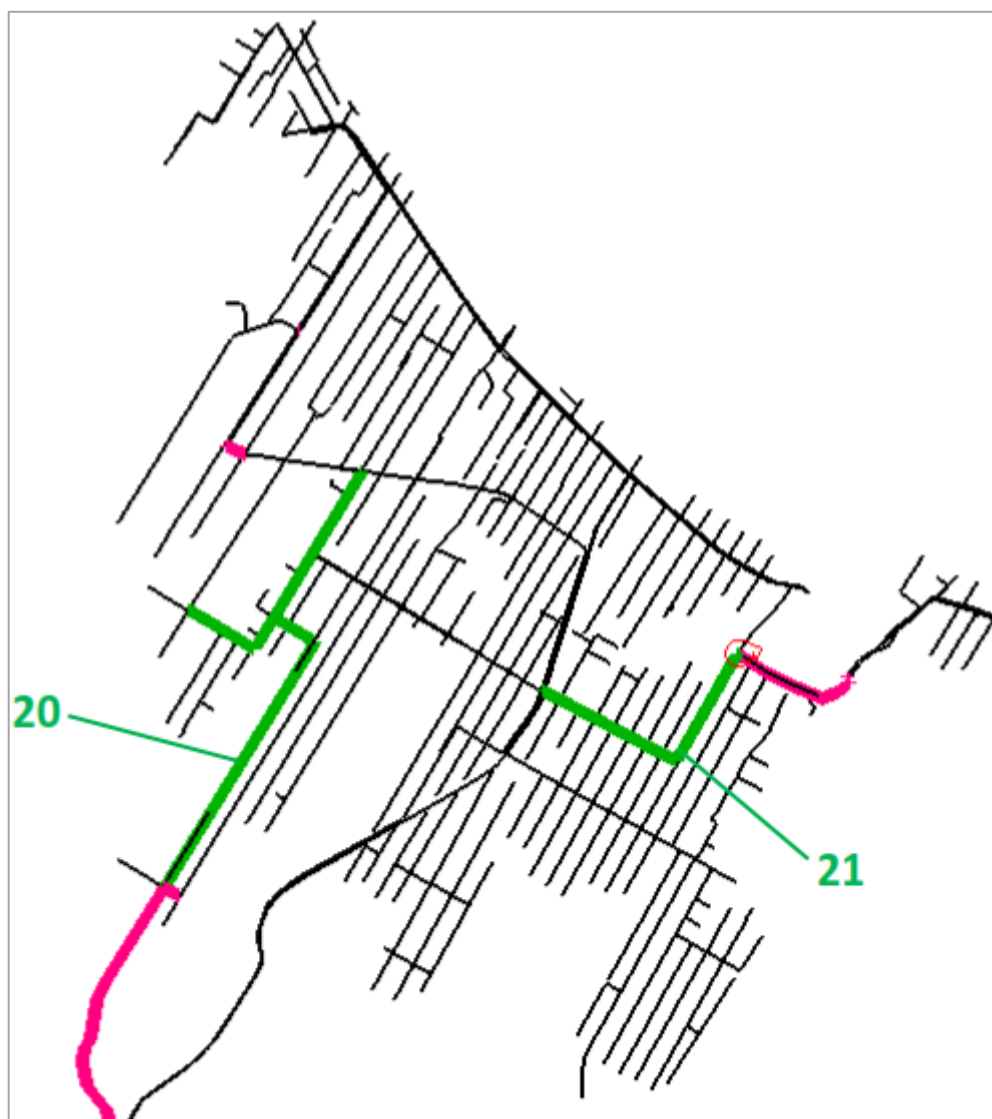
Trecho 19 (Alt. 1)

Nova bomba em substituição ao booster do Mangue

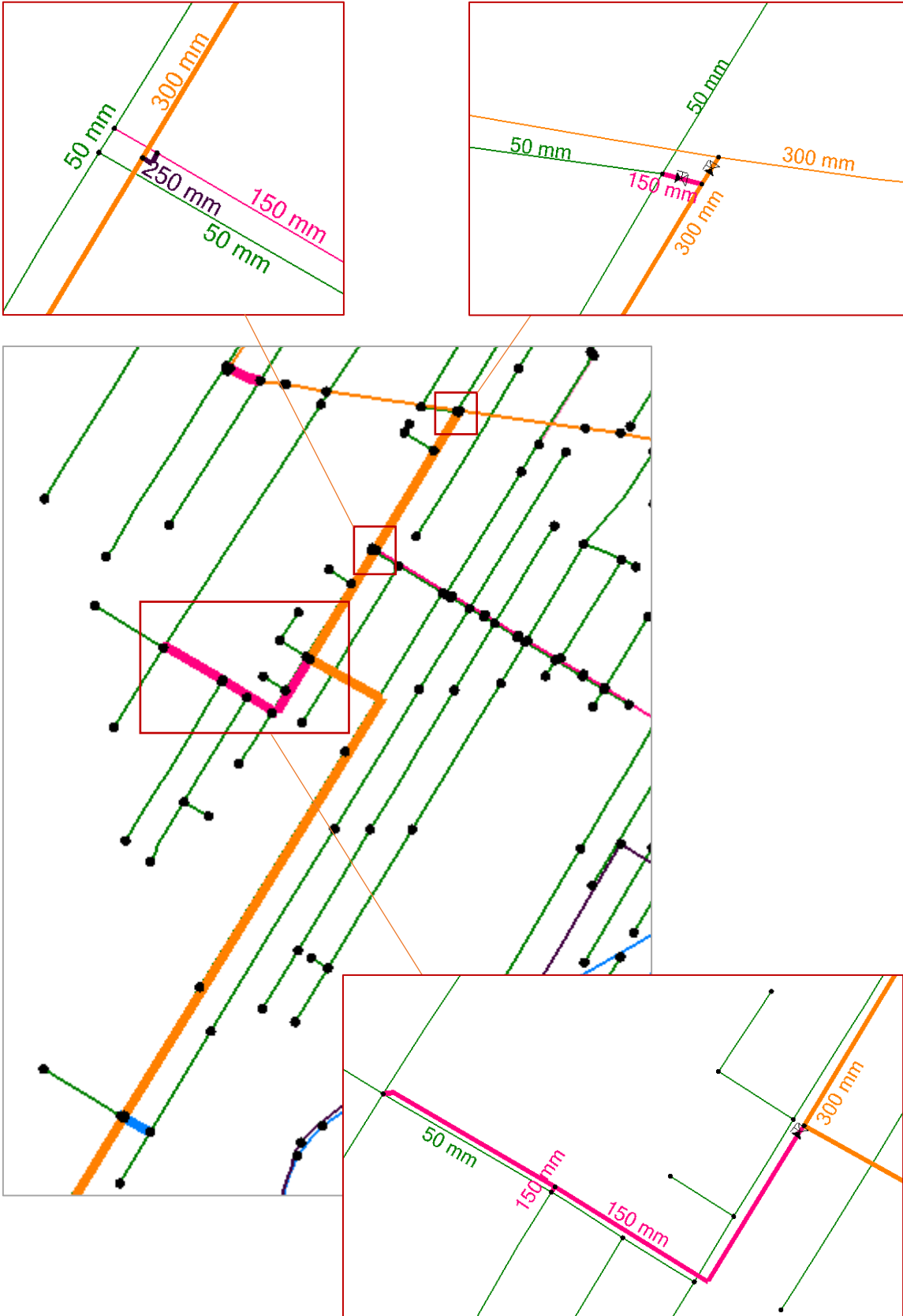
Vazão máx hora (L/s) – Curto prazo	46,86
Altura manométrica (mca)	41,3
Potência (cv)	110
Inversor de frequência	SIM



4.2.2.4. Trechos propostos em Prazo Imediato para a Alternativa 2



Trecho 20 (Alt. 2)



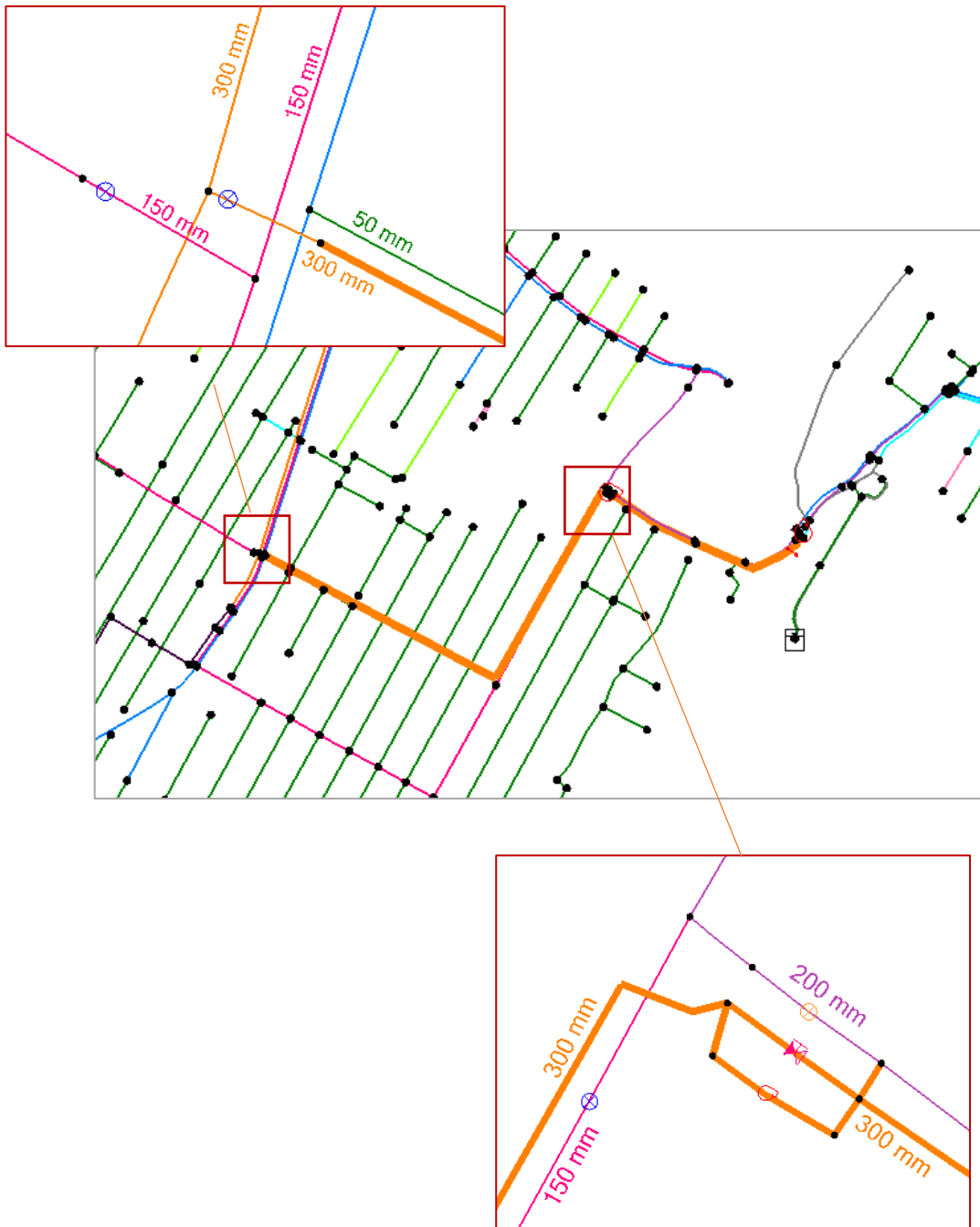
Estudo de Concepção de Bombinhas-SC.



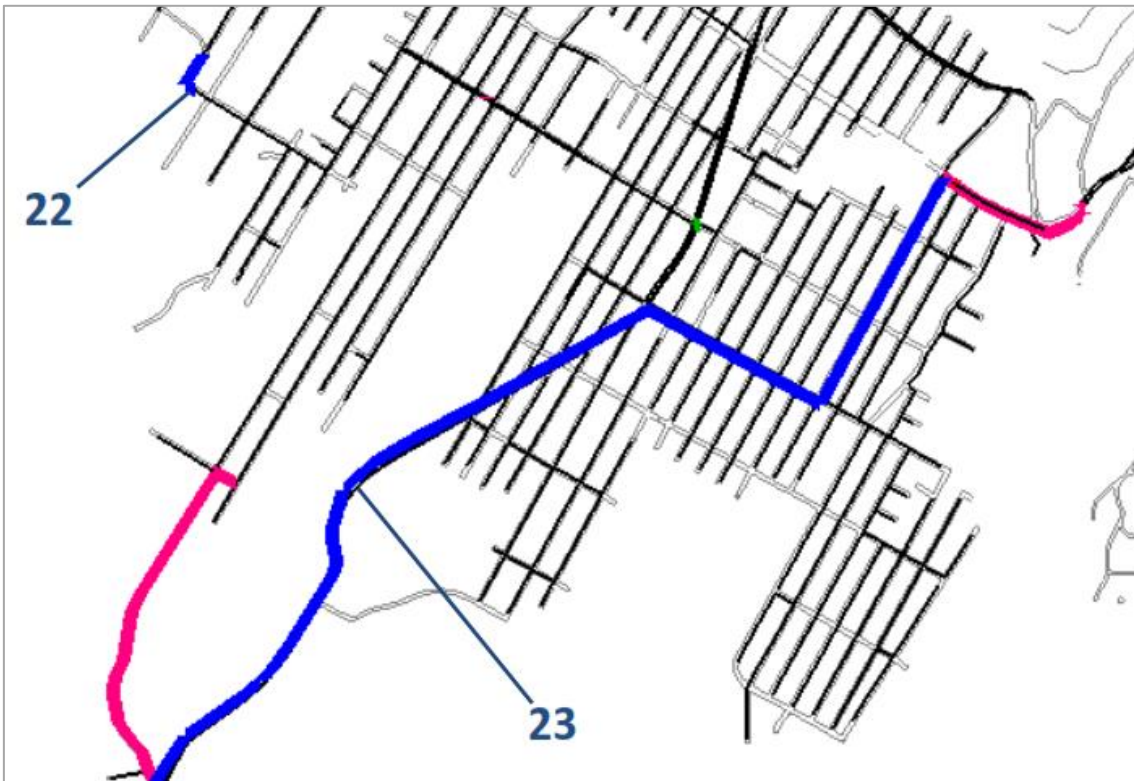
Trecho 21 (Alt. 2)

Nova bomba em substituição ao booster do Manguê

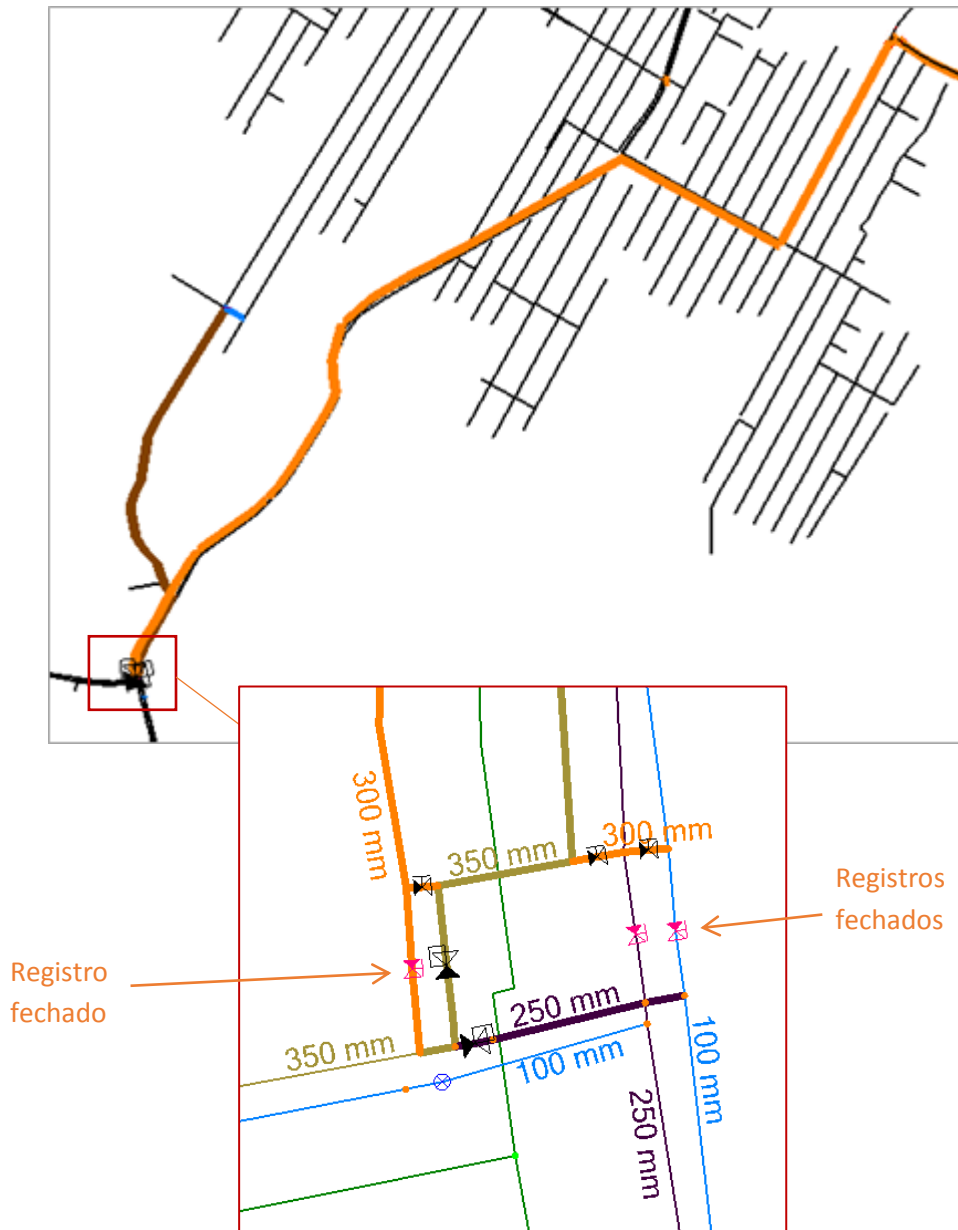
Vazão máx hora (L/s) – Curto prazo	46,86
Altura manométrica (mca)	41,3
Potência (cv)	110
Inversor de frequência	SIM



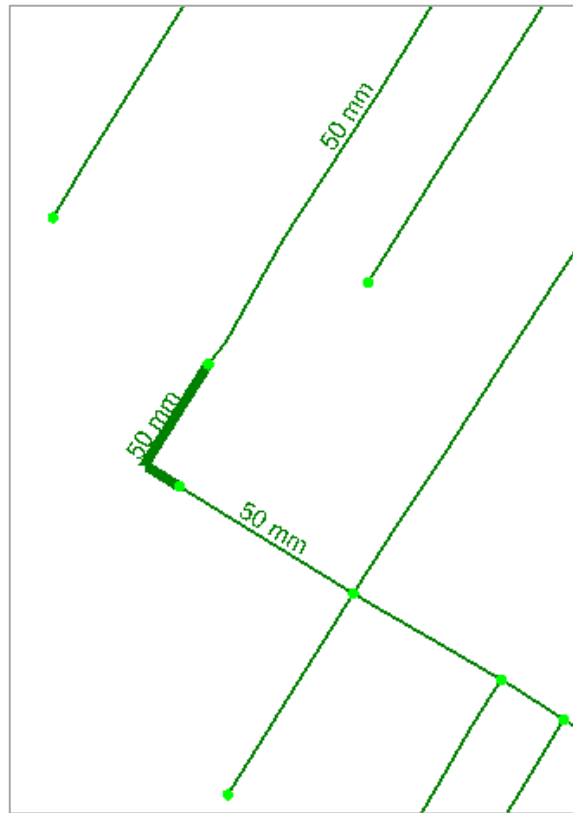
4.2.2.5. Trechos propostos em Prazo Imediato para a Alternativa 3



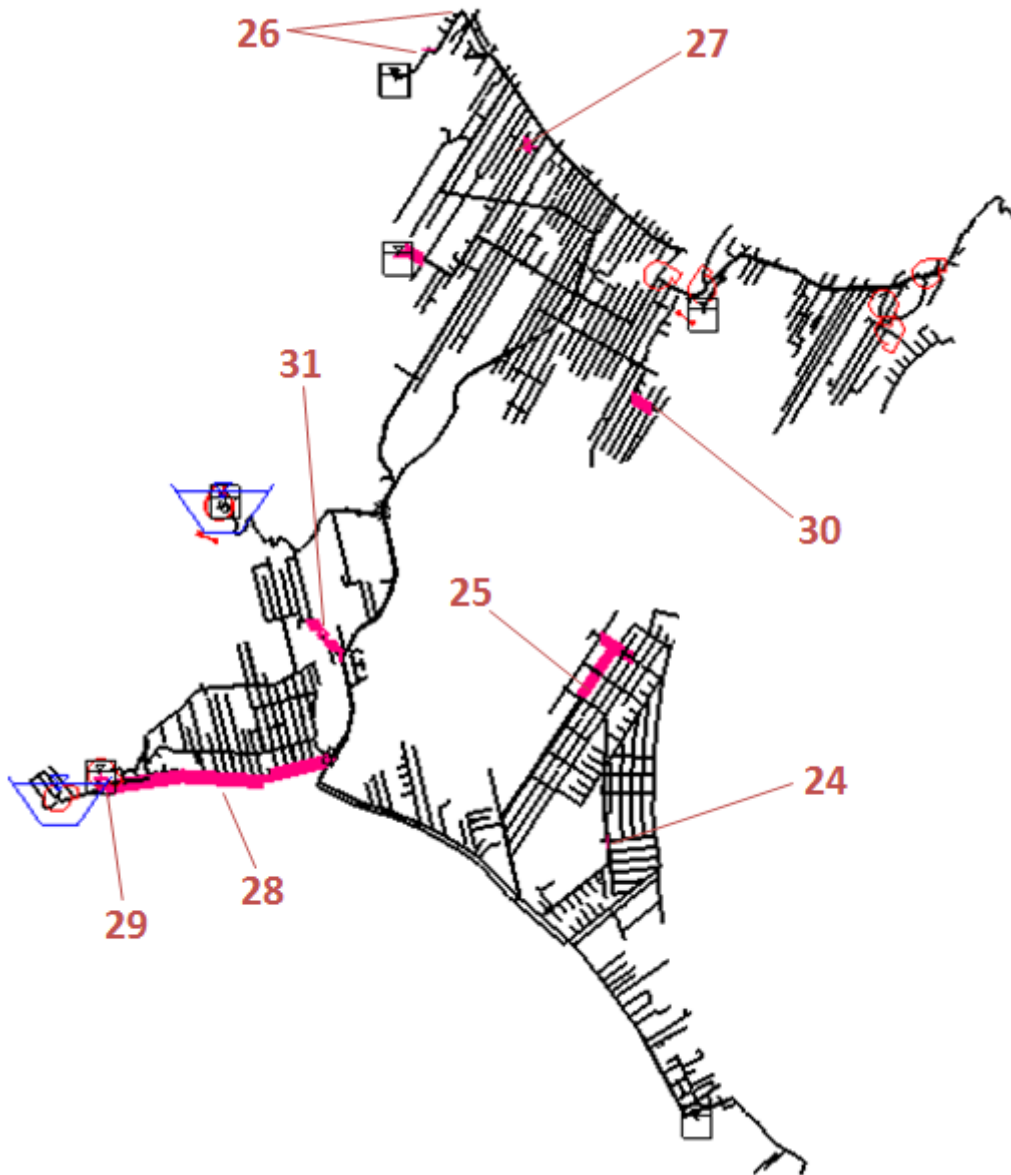
Trecho 22 (Alt. 3)



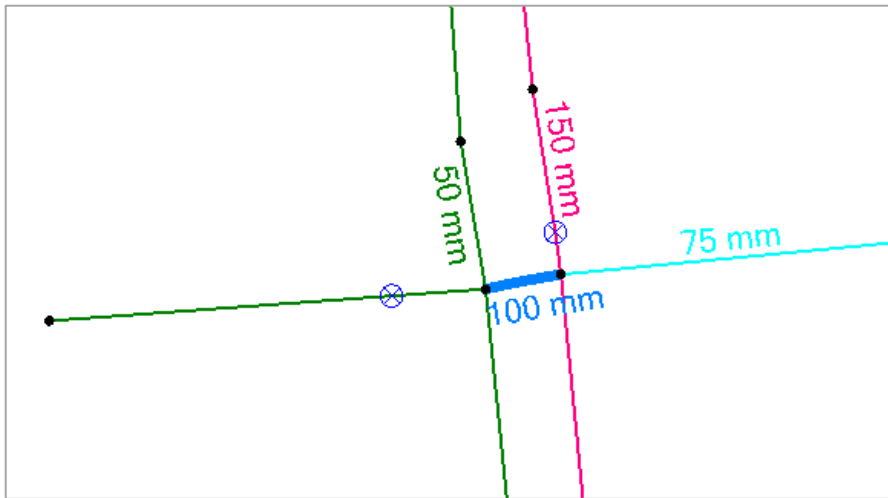
Trecho 23 (Alt. 3)



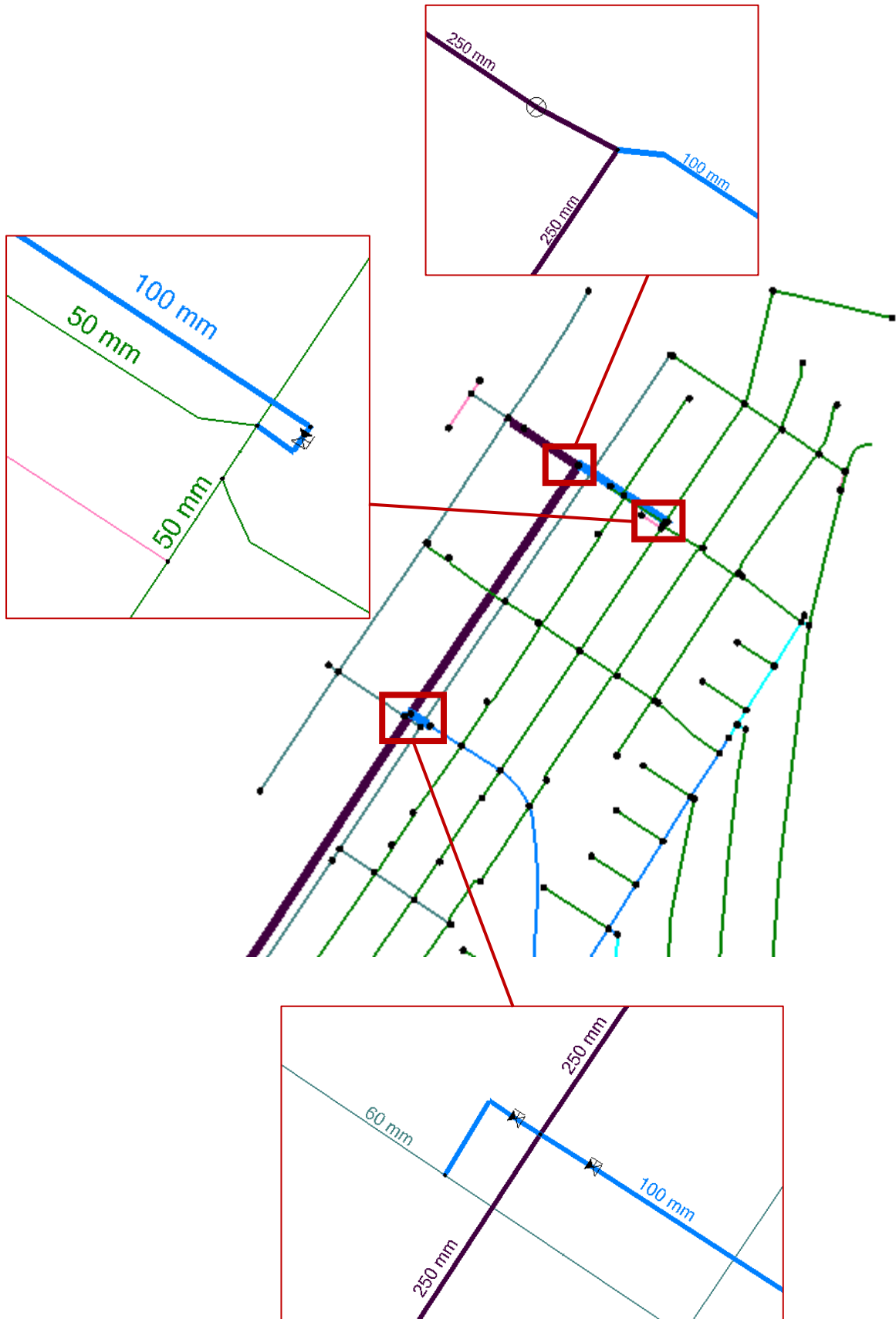
4.2.2.6. Trechos propostos em Curto Prazo para todas as alternativas



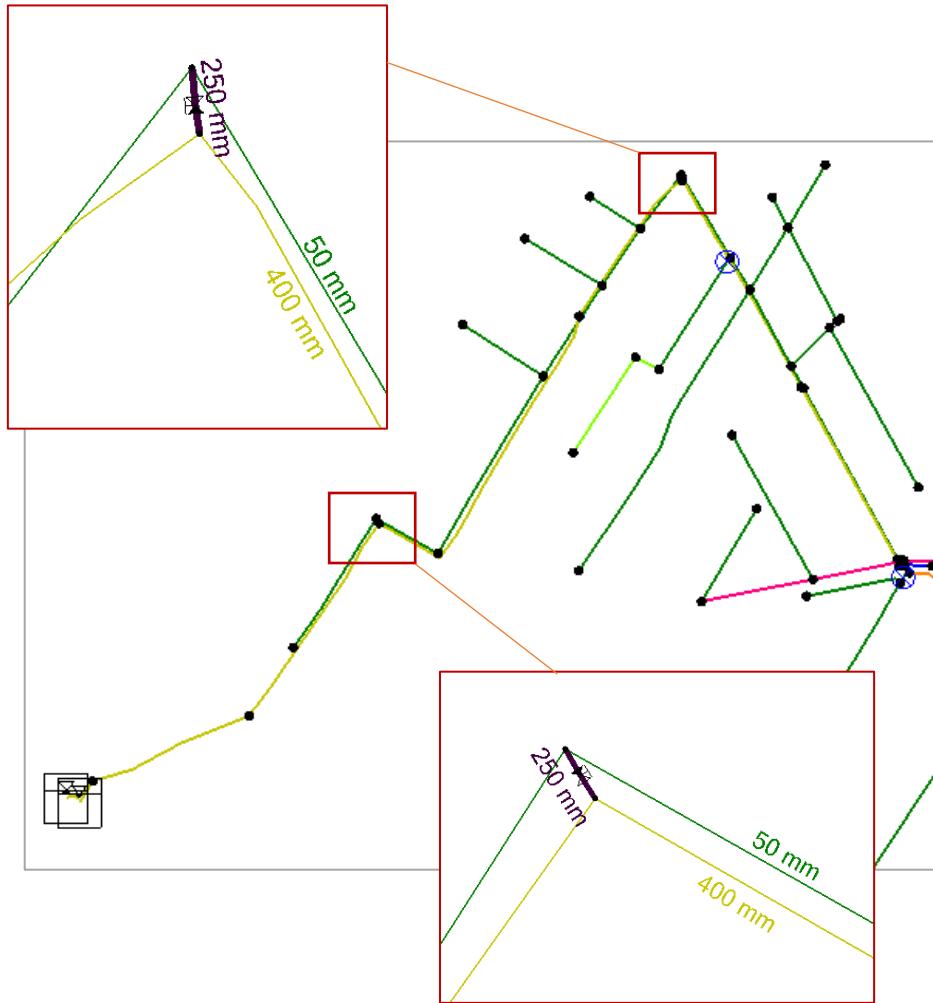
Trecho 24



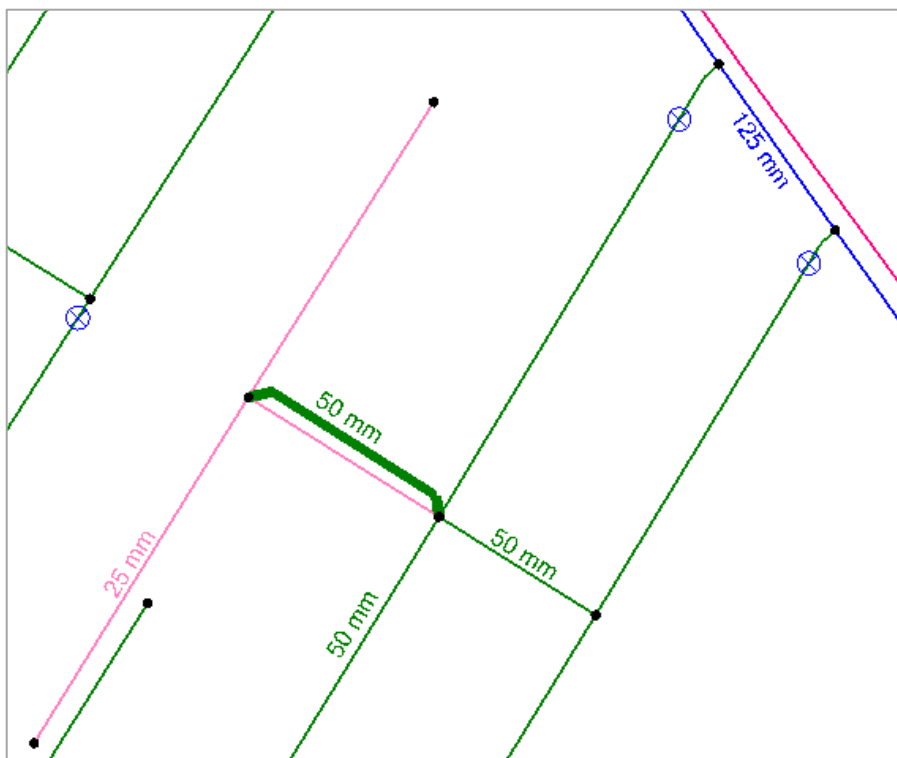
Trecho 25



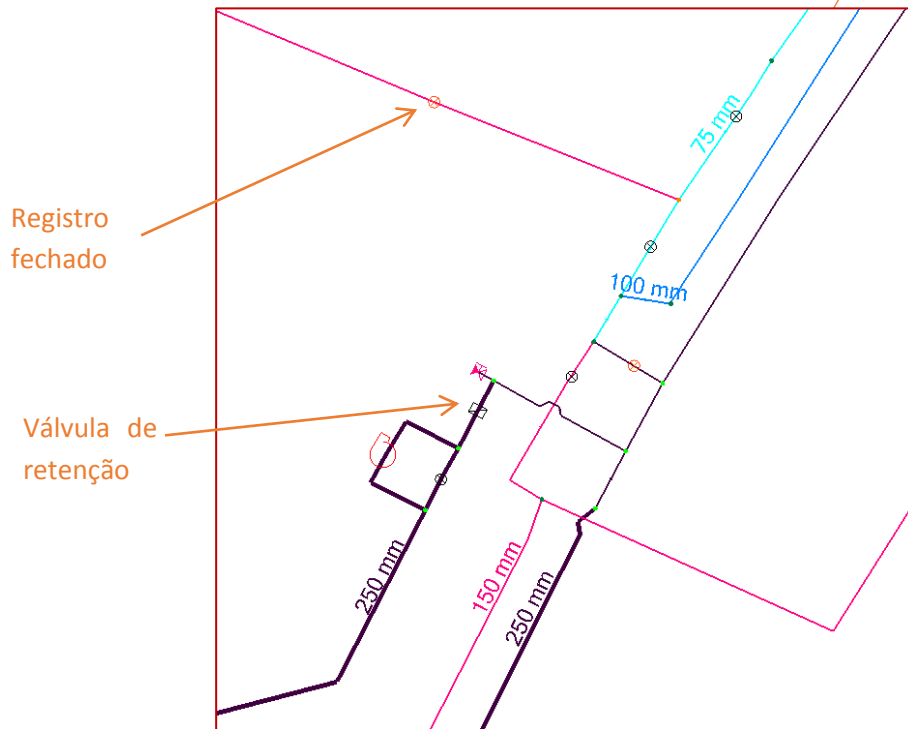
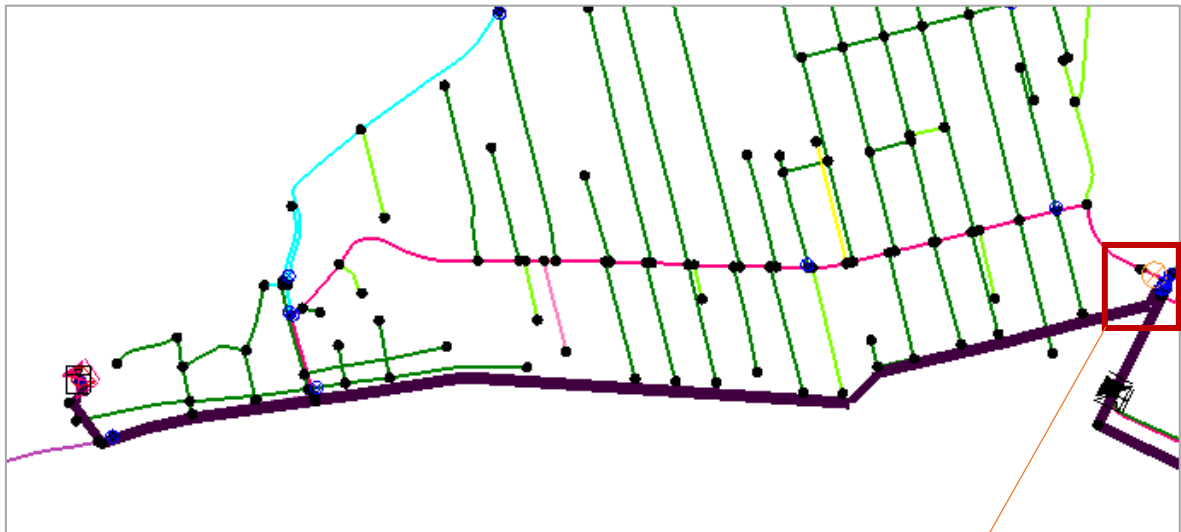
Trecho 26



Trecho 27



Trecho 28



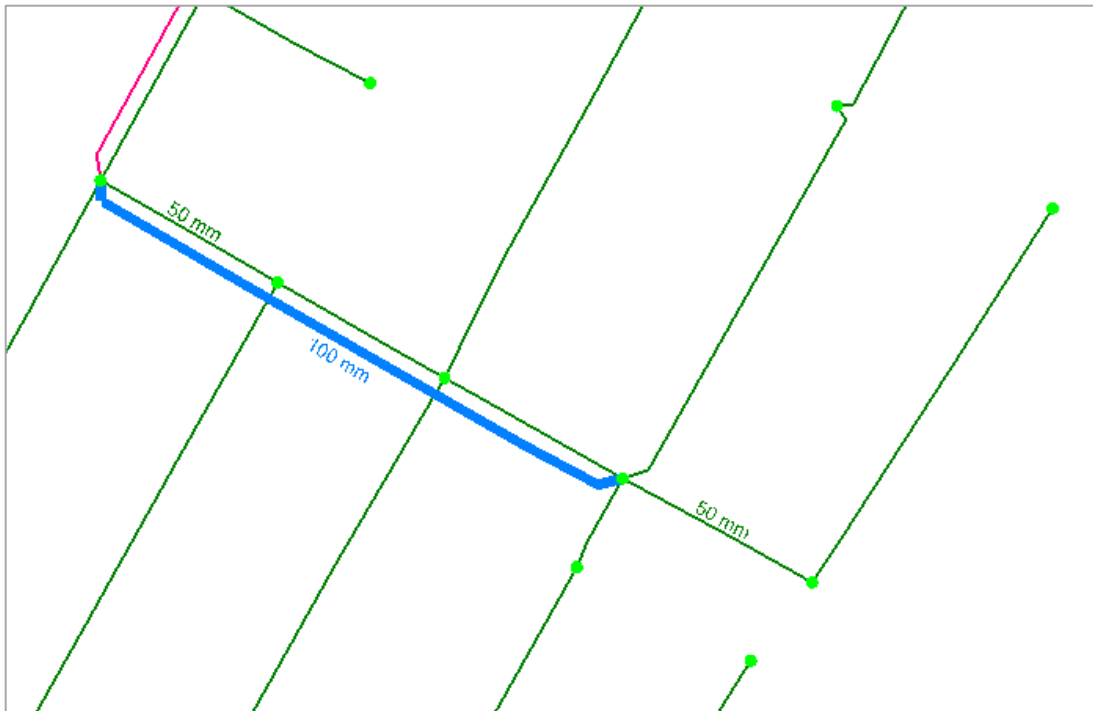
Novo booster na nova adutora Zimbros-Mariscal, de 250mm.

Vazão máx hora (L/s)	40
Altura manométrica (mca)	15
Potência (cv)	12
Inversor de frequência	SIM

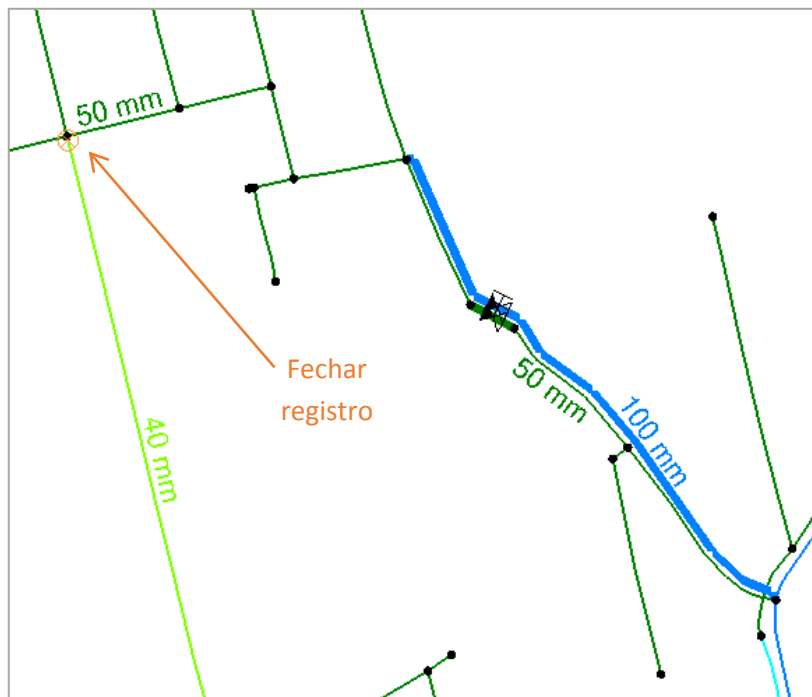
Trecho 29



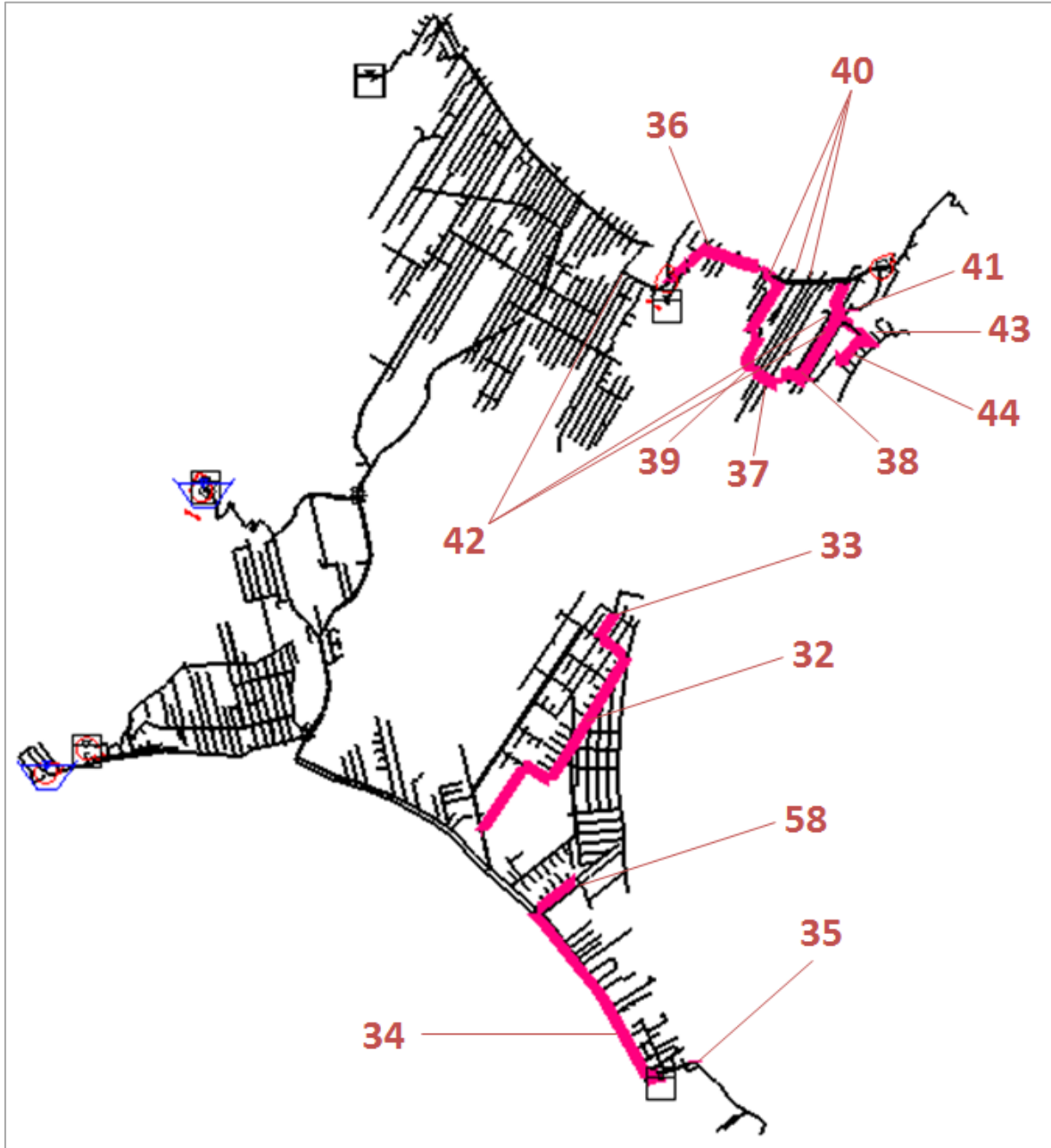
Trecho 30



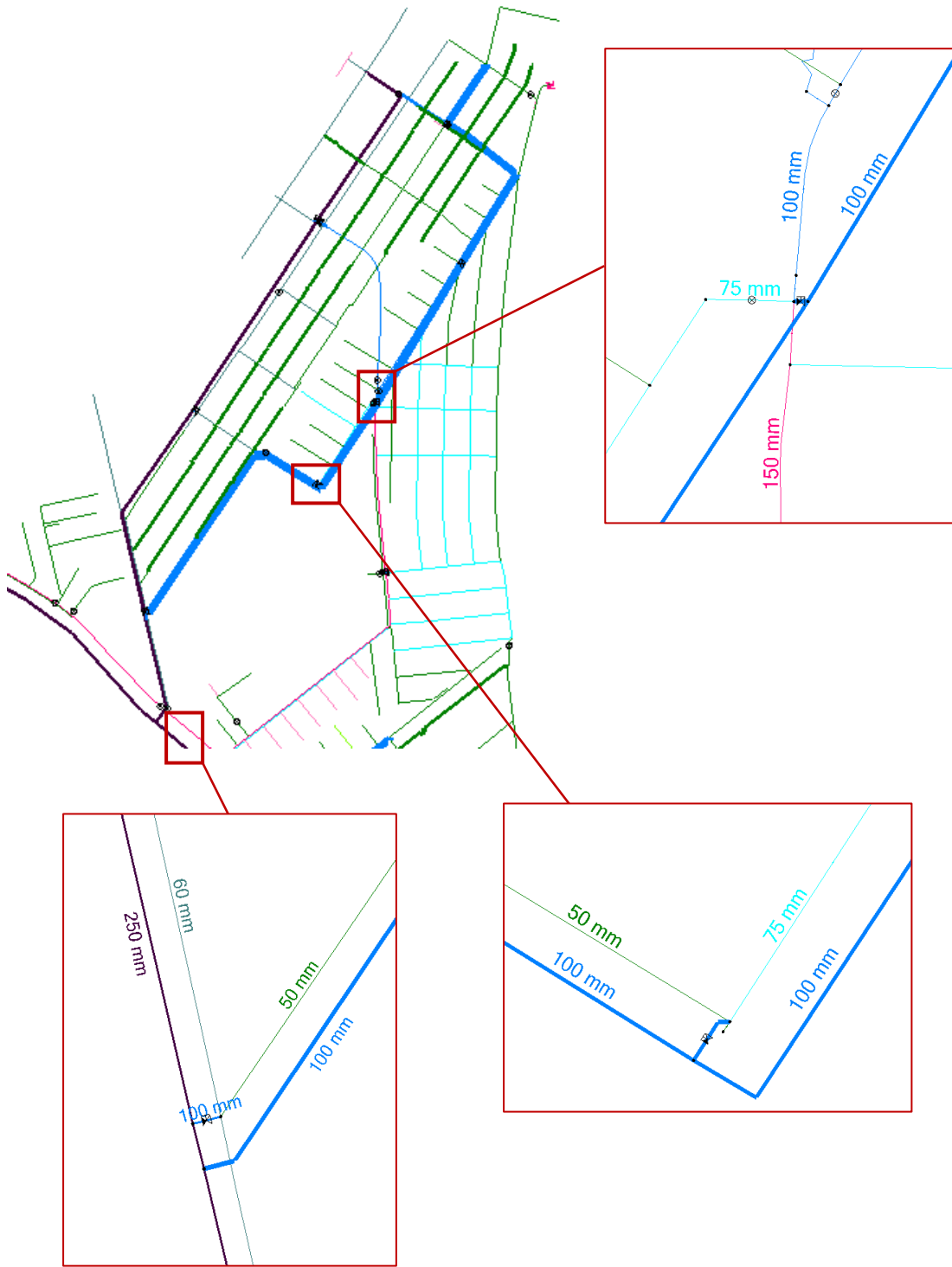
Trecho 31



4.2.2.7. Trechos propostos em Médio Prazo para todas as alternativas

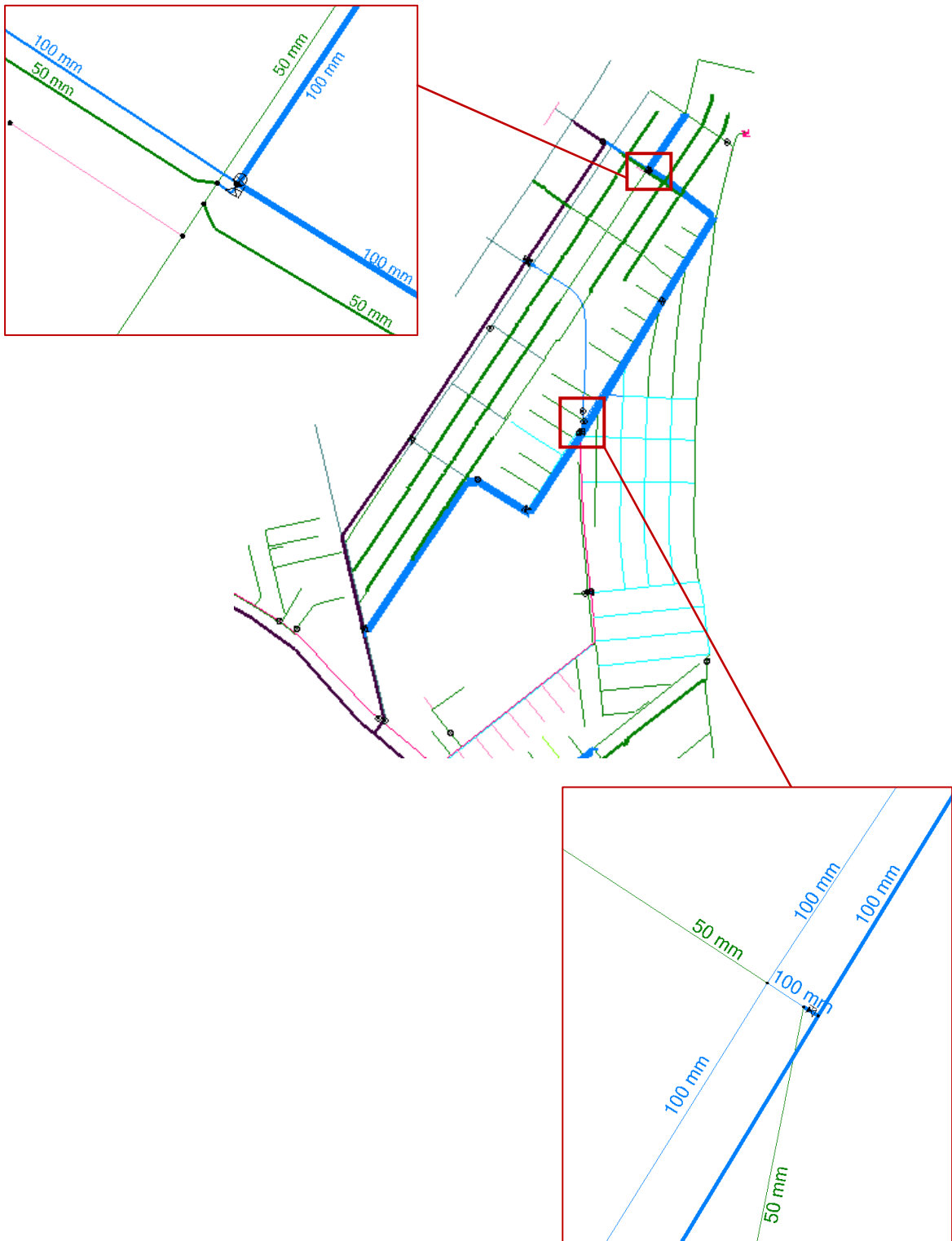


Trecho 32

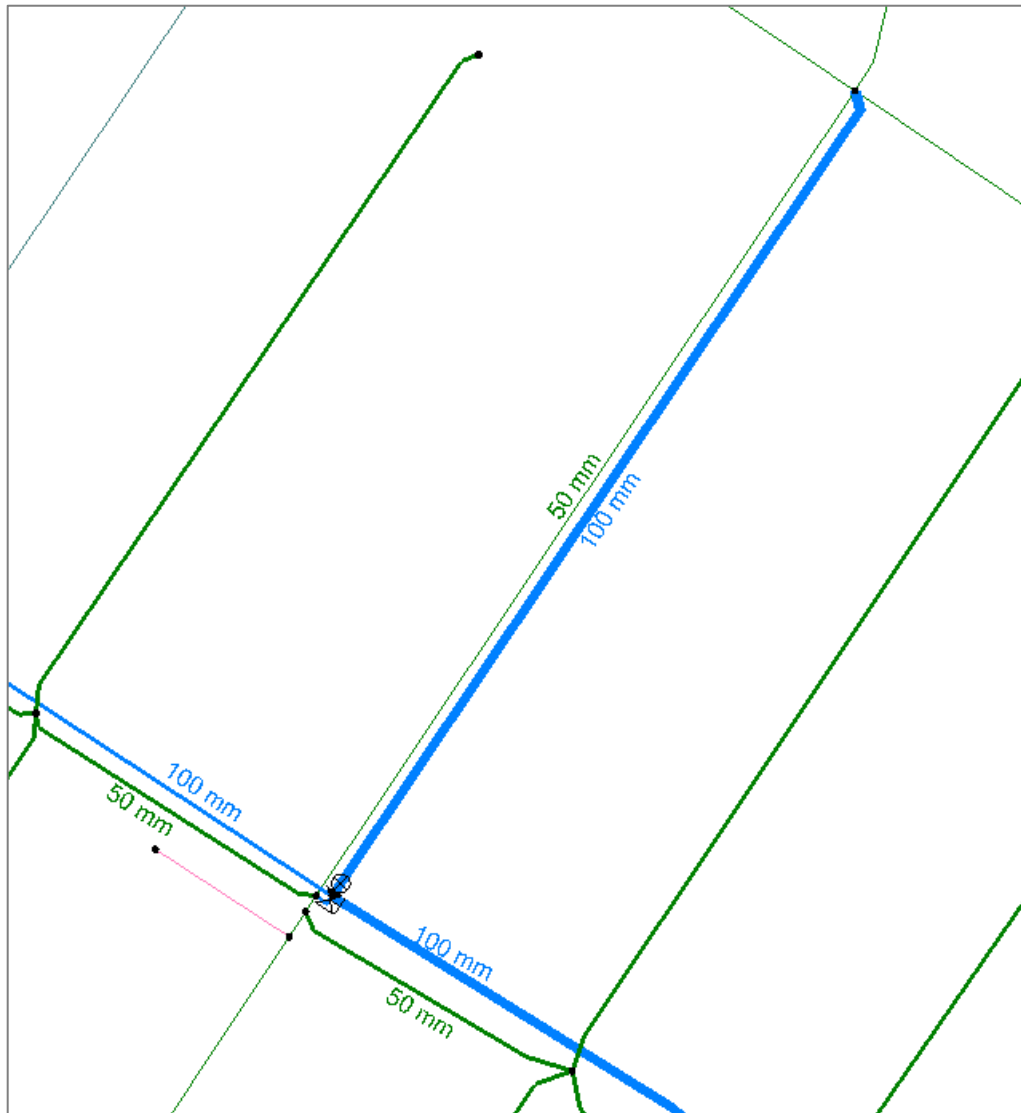


Estudo de Concepção de Bombinhas-SC.

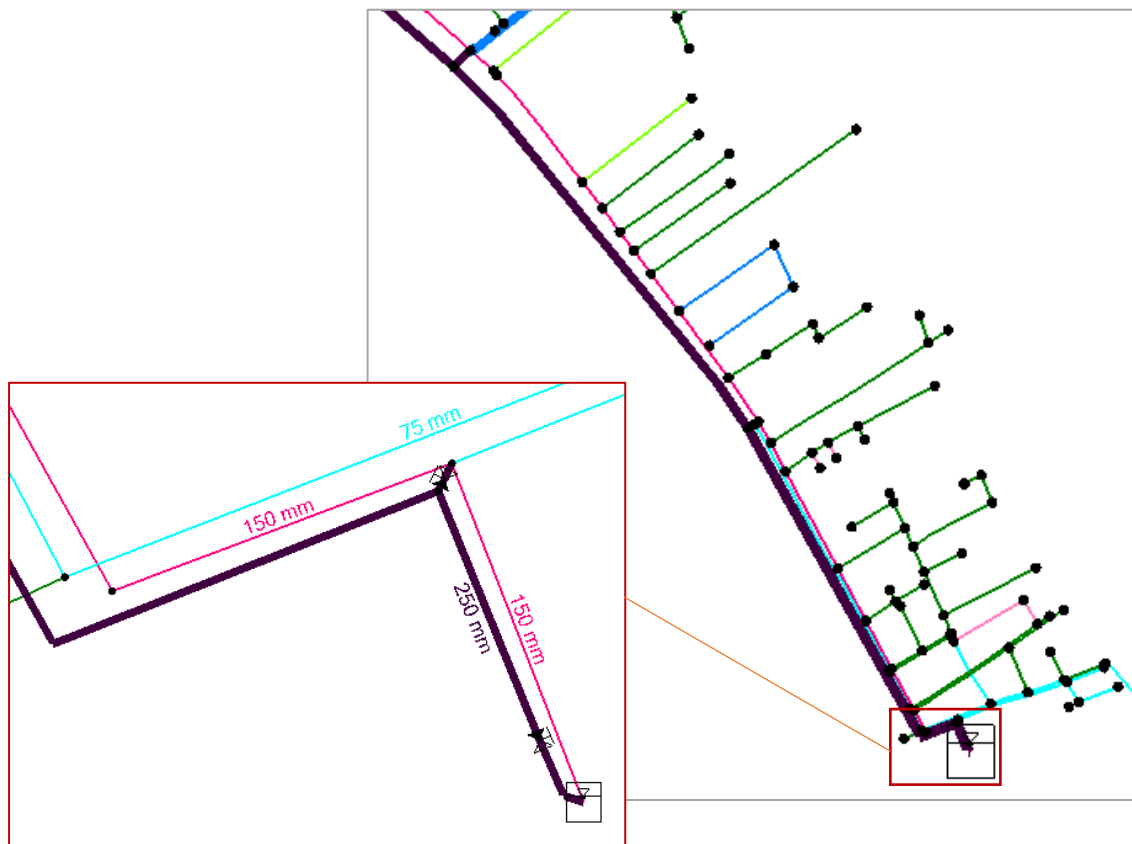




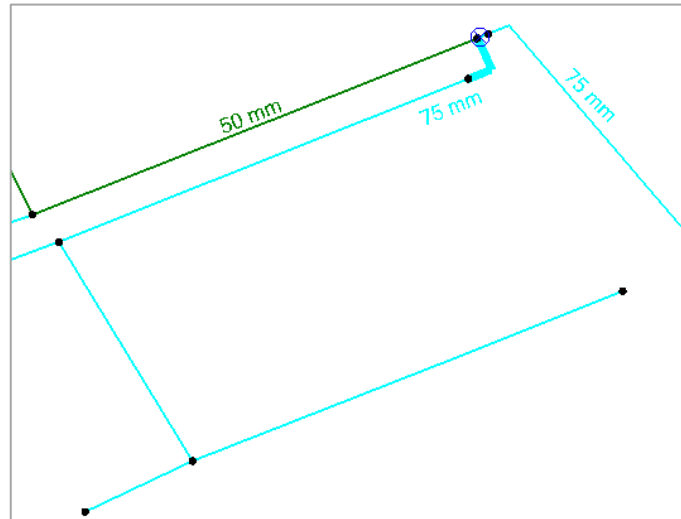
Trecho 33



Trecho 34



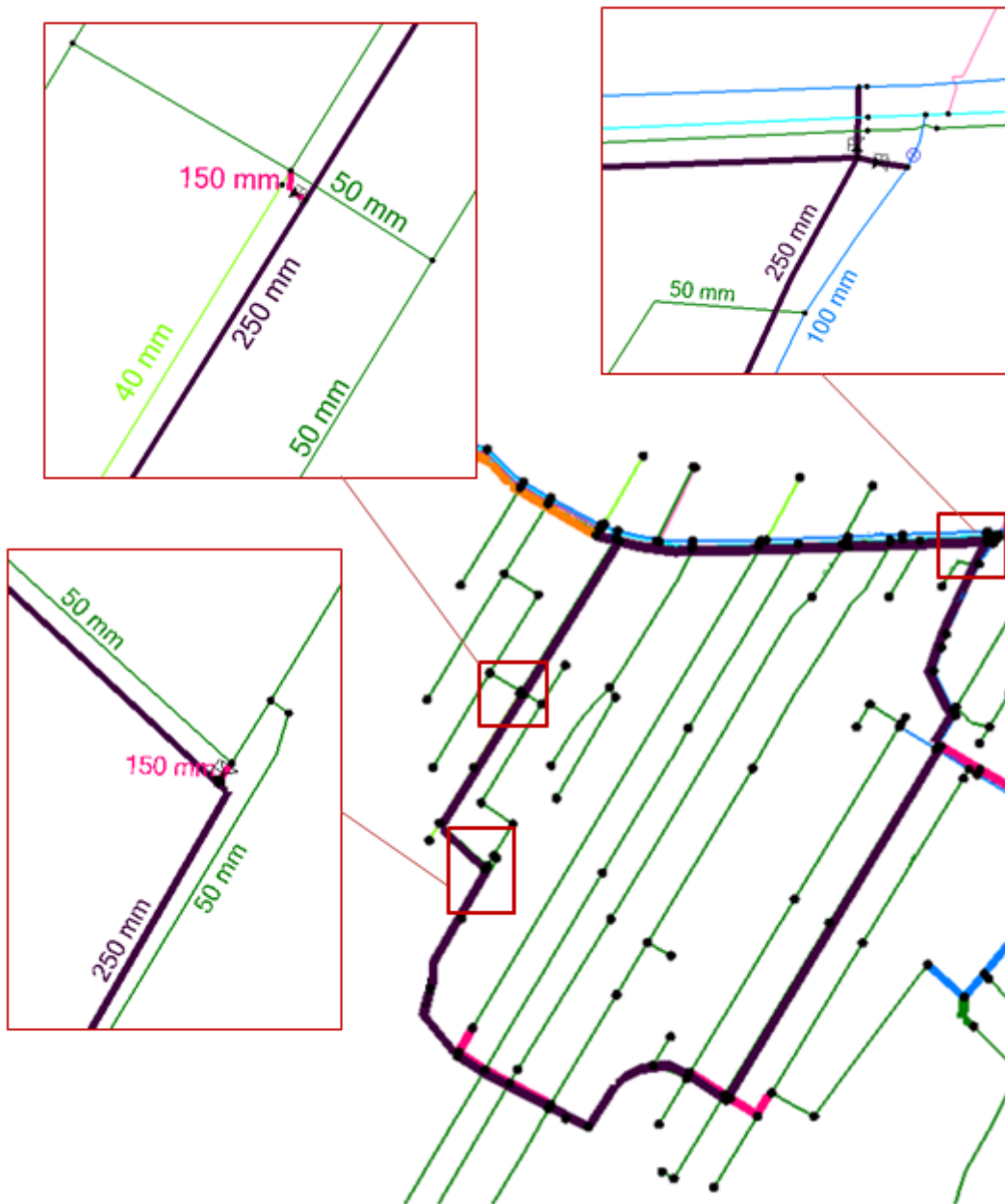
Trecho 35



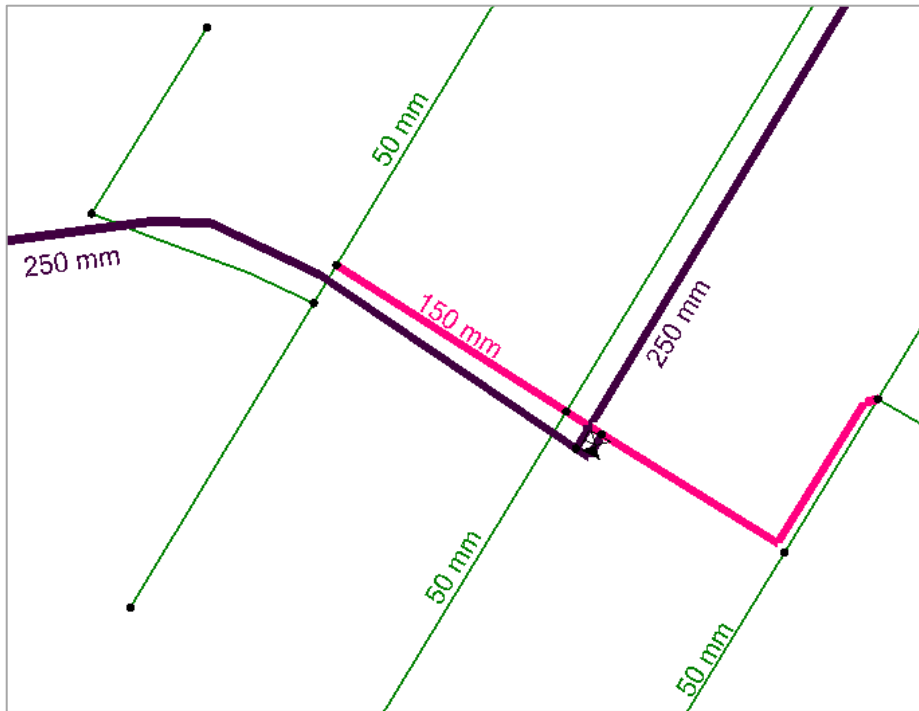
Trecho 36



Trecho 37



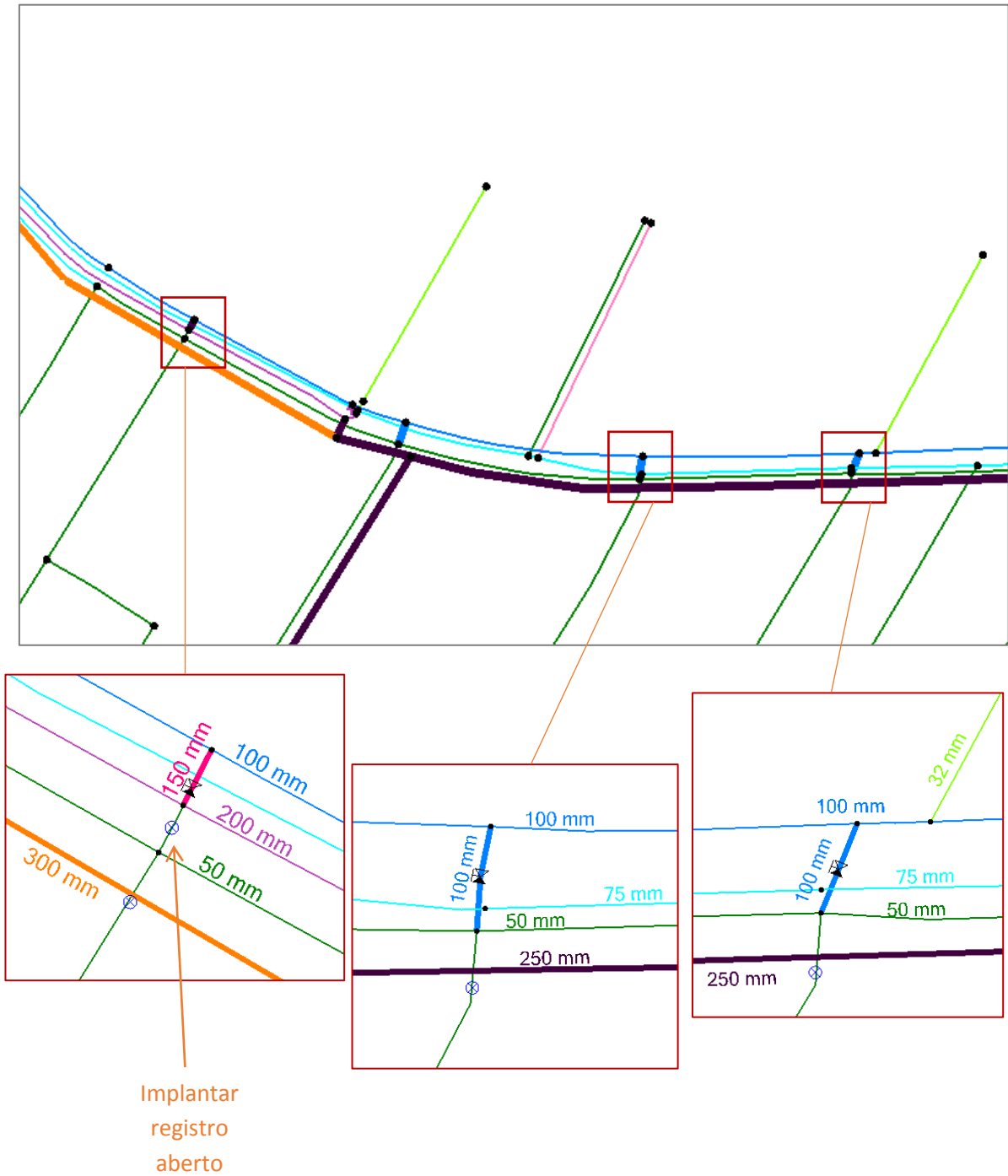
Trecho 38



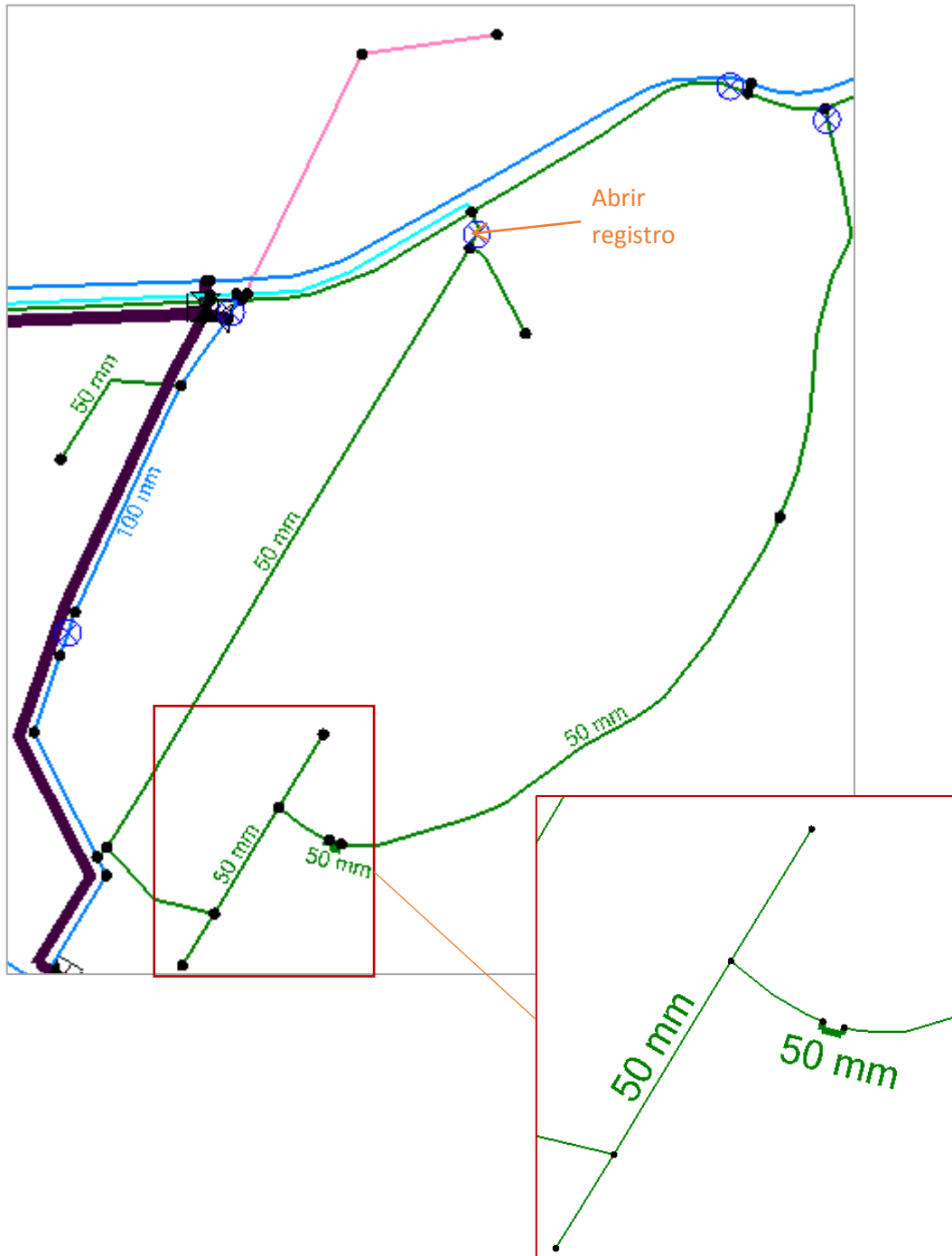
Trecho 39



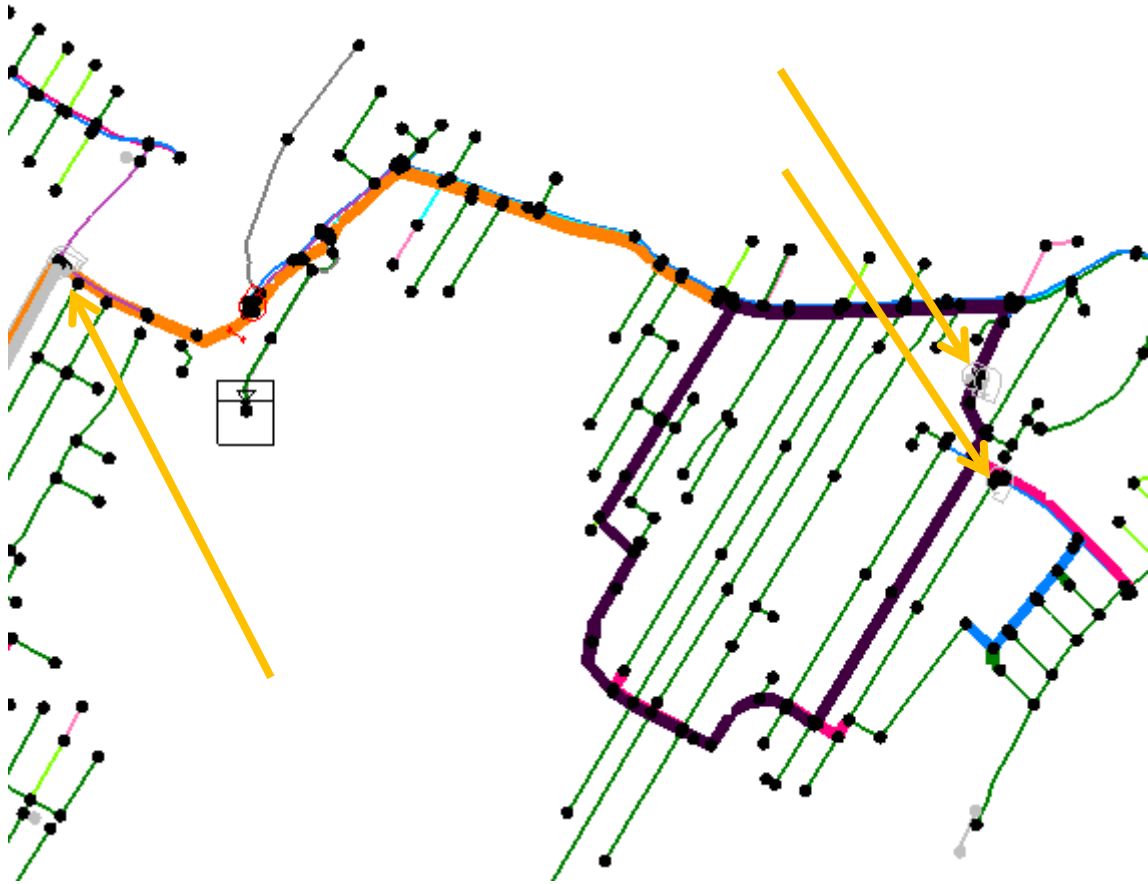
Trecho 40



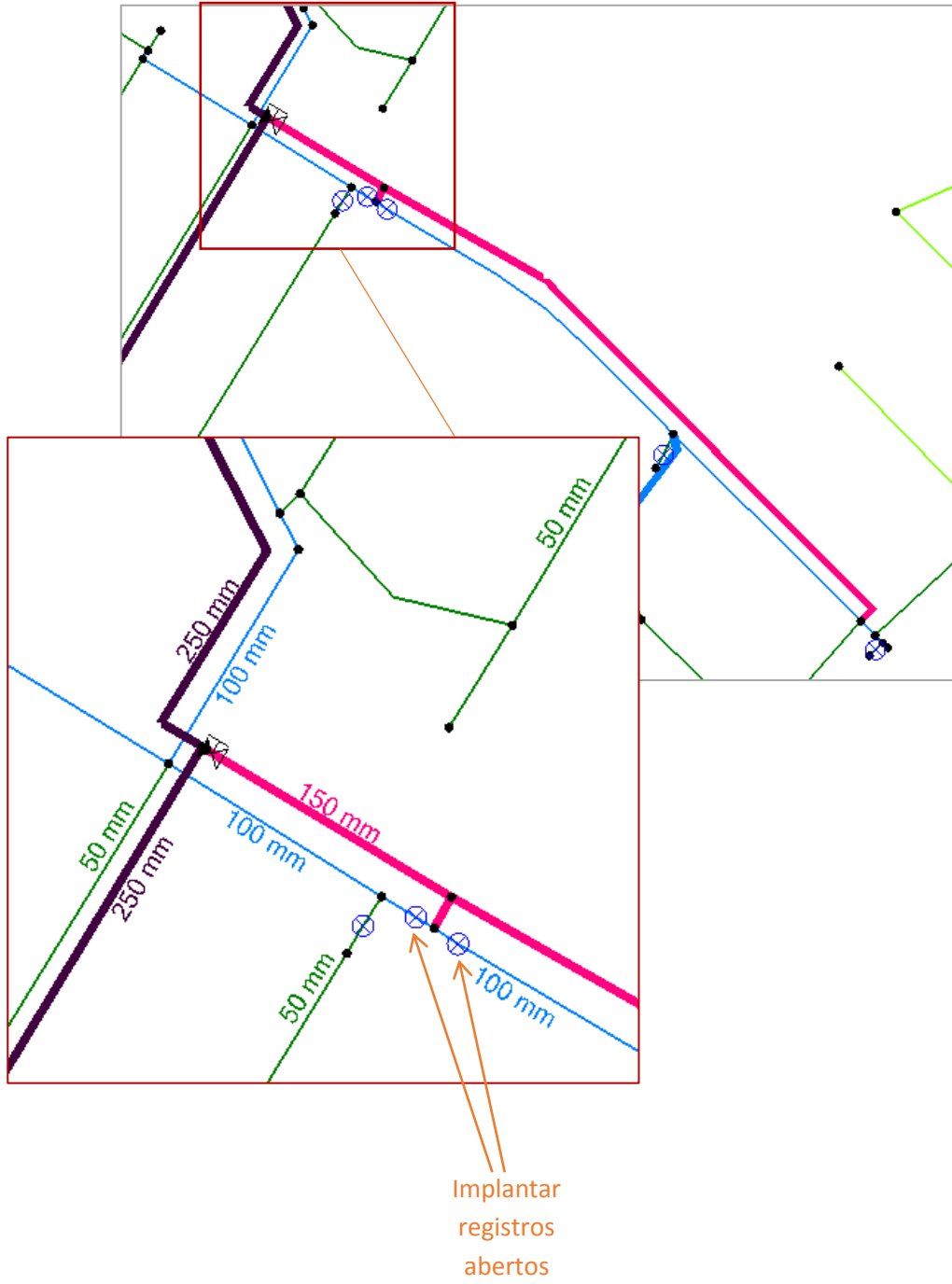
Trecho 41



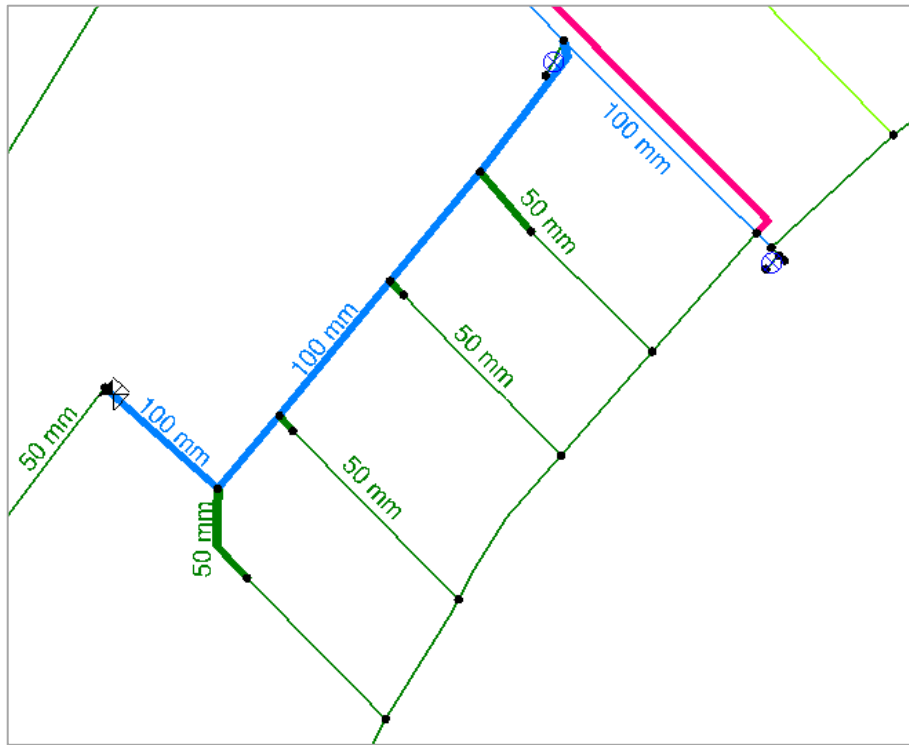
Trecho 42



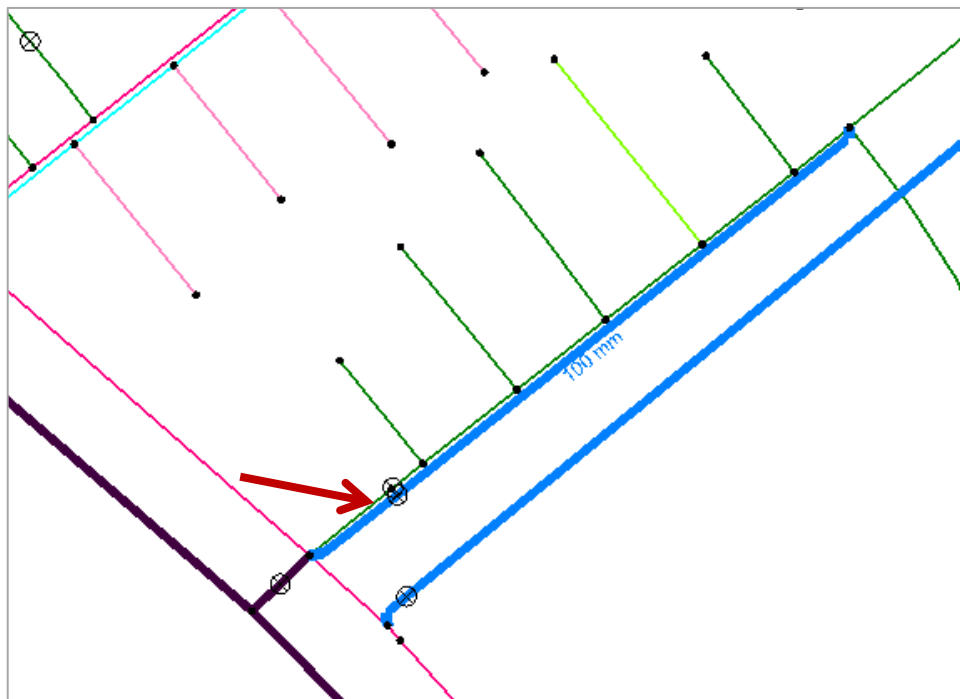
Trecho 43



Trecho 44



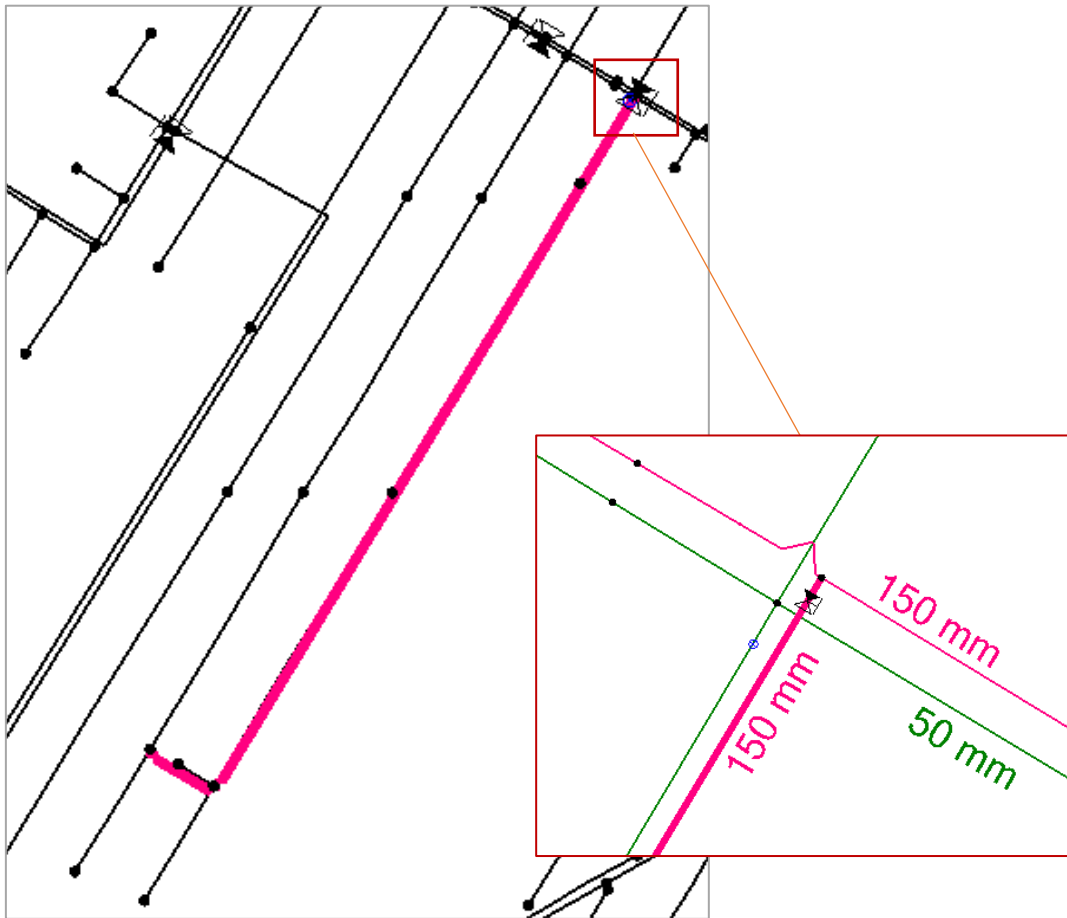
Trecho 58



4.2.2.8. Trechos propostos em Longo Prazo para todas as alternativas



Trecho 45



4.2.3. Resumo das estruturas propostas em cada alternativa

Rede de distribuição

Quadro 15 - Extensão das tubulações propostas (m)

Tubulações	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Tubo PVC 50mm	6.712	6.712	6.820
Tubo PVC 75mm	870	870	870
Tubo PVC 100mm	4.494	4.494	4.494
Tubo PVC 150mm	1.820	2.162	1.820
Tubo PVC 200mm	5	5	5
Tubo PVC 250mm	10.272	10.269	10.266
Tubo FOFO 300mm	5.797	4.570	5.202
Tubo FOFO 350mm	16	16	16
Tubo FOFO 400mm	7.044	0	0
Total	37.030	29.098	29.493

Quadro 16 – Registros e válvulas de retenção propostas (un.)

Válvulas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Registro 50mm	18	18	18
Registro 75mm	6	6	6
Registro 100mm	36	34	34
Registro 125mm	10	3	3
Registro 150mm	22	23	21
Registro 200mm	3	3	3
Registro 250mm	24	23	22
Registro 300mm	5	5	5
Total	124	115	112
Retenção 150mm	1	1	1
Retenção 350mm	1	1	1
Total	2	2	2

Quadro 17 –Válvulas Redutoras de Pressão propostas (un.)

Válvulas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
VRP 250mm	1	1	1
VRP 350mm	1	1	1
VRP 400mm	1		
Total	3	2	2

Estações Pressurizadoras (Boosters)

Quadro 18 – Estações pressurizadoras propostas (un.)

Boosters	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Booster Retiro dos Padres Bomba 7,5cv	1	1	1
Booster de Zimbros Bomba 12cv	1+1	1+1	1+1
Booster do Manguê Bomba 110cv	1	1	-
Total bombas	4	4	3

4.2.4. Análise ambiental, técnica e econômica das alternativas de setorização

As três alternativas estudadas visam à regularização de pressões na rede de distribuição, garantindo tanto o abastecimento ininterrupto da população, como uma redução significativa de perdas reais (diretamente relacionada à redução das pressões).

Em termos econômicos, a síntese da precificação das obras propostas em cada alternativa pode ser verificada no Quadro a seguir, onde observa-se que o custo da Alternativa 2 é ligeiramente menor que o da Alternativa 3. Tal diferença é observada em prazo imediato, onde a primeira propõe a implantação de um booster extra (Manguê) e a segunda propõe a implementação de, aproximadamente, 400m a mais de rede.

Quadro 19 - Estimativa de custos das alternativas (R\$)

Prazo		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Imediato	1 anos	10.479.006,67	5.605.424,90	5.713.715,13
Curto	até 5 anos	1.108.449,44	1.108.449,44	1.108.449,44
Médio	até 10 anos	2.720.125,78	2.720.125,78	2.720.125,78
Longo	até 31 anos	190.682,47	190.682,47	190.682,47
Preço Total		14.498.264,36	9.624.682,59	9.732.972,82

Em relação à questão técnica tem-se que as três alternativas foram devidamente configuradas a fim de atender todas as restrições e recomendações já citadas nos parâmetros de projeto. Entre as obras propostas, é possível verificar que a Alternativa 2 apresenta menor extensão de rede a ser implementada (Quadro 20) o que a torna, tecnicamente, mais viável.



Quadro 20 - Extensão de redes das alternativas (m)

Prazo		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Imediato	1 anos	25.172	17.240	17.635
Curto	até 5 anos	2.996	2.996	2.996
Médio	até 10 anos	8.148	8.148	8.148
Longo	até 31 anos	714	714	714
Extensão Total		37.030	29.098	29.493

Ao se analisar os gastos energéticos relacionados a bombas e boosters do sistema, através da ferramenta de análise de custos energéticos do software WaterGEMS, tem-se os seguintes resultados em prazos imediato e longo:

Quadro 21 – Energia utilizada diariamente pelas bombas do sistema de distribuição de água em cada alternativa analisada (KWh)

Prazo		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alta Temporada				
Imediato	2018	150.00	150.00	135.90
Longo	2049	230.57	226.99	226.36
Baixa Temporada				
Imediato	2018	150.00	150.00	135.90
Longo	2049	230.57	226.99	226.36

Nota: Bombas simuladas:

- Booster Retiro dos Padres
- Booster Zimbros
- Booster Corvina
- EEAT - Nova ETA
- Booster Mangue (proposto)
- Booster Quatro Ilhas (proposto)
- Booster Centro (proposto)
- Booster Reservatório de Zimbros (proposto)

Considerando uma média de 4 meses de duração para a alta temporada e 8 meses de duração para a baixa temporada, e uma tarifa média de 0,37 R\$/KWh, podem ser estimados os custos com bombeamento de água tratada de Bombinhas (Quadro a seguir).

Quadro 22 - Estimativa de custos com operação dos equipamentos de bombeamento propostos.

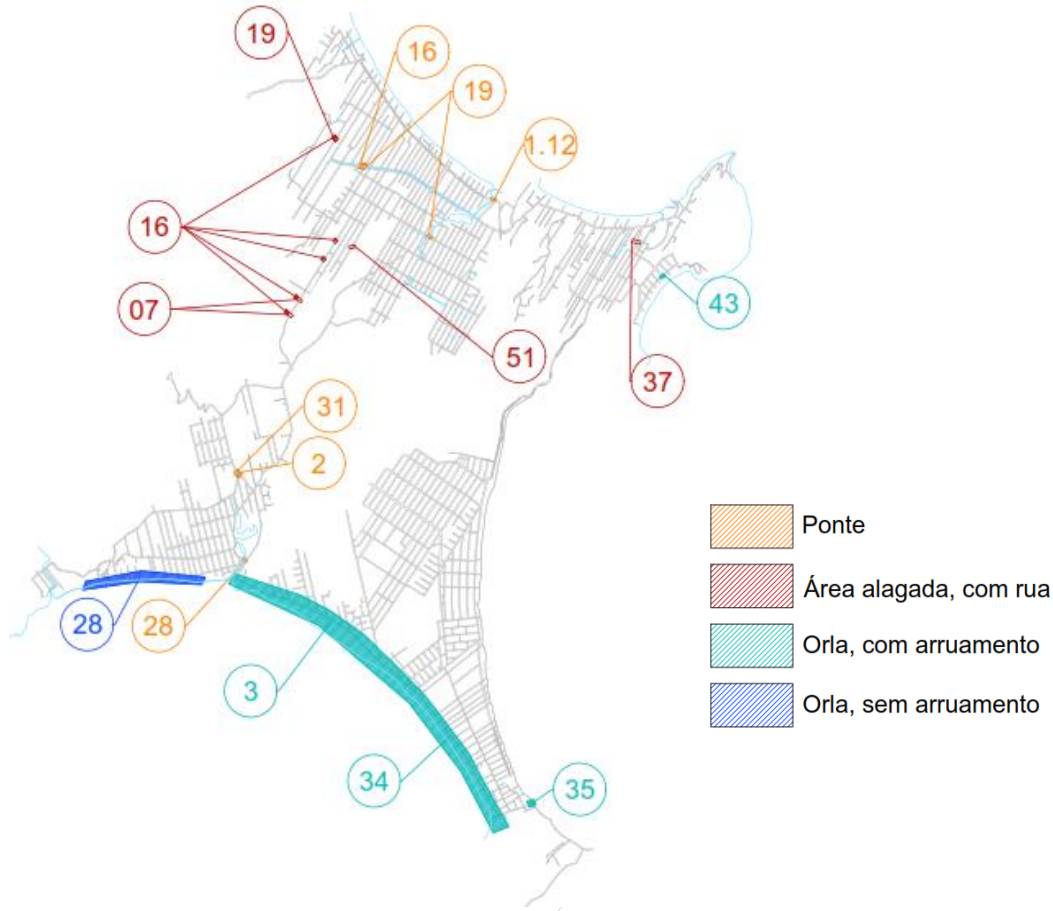
Prazo		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Energia anual (KWh)				
Imediato	2018	246.387	246.387	223.225
Longo	2049	504.394	500.817	499.421
Custo anual (R\$)				
Imediato	2018	91.163,25	91.163,25	82.593,36
Longo	2049	186.625,60	185.302,11	184.785,64

Em prazo imediato, nota-se que a Alternativa 3 apresenta gasto energético menor, uma vez que esta não requer booster na entrada do Centro (onde atualmente encontra-se o booster do Mangue). No entanto, de modo geral, verifica-se que os valores não diferem demasiadamente entre as alternativas.

Ainda que a Alternativa 3 represente uma economia de aproximadamente 10.000 reais anuais em prazo imediato e curto, (até 5 anos), observa-se que esta opera com pressões maiores na região Central de Bombinhas, o que pode refletir em maiores perdas de água, resultando também em impactos ambientais negativos.

Observa-se ainda, que as intervenções de todas as alternativas estão localizadas em áreas urbanizadas e, portanto, implicarão em pouco impacto ambiental. As figuras e quadros a seguir apresentam as obras de cada alternativa próximas a cursos d'água, com extensão de interferência aproximada.

Figura 1 - Alternativa 1 - Intervenções próximas a cursos d'água.



Quadro 23 - Alternativa 1 - Extensão aproximada de interferências próximas a cursos d'água.

Trechos	Local	Infraestrutura / curso d'água	Extensão da interferência (m)
1.12	José Amândio	Ponte	1
2	Zimbros / Sertãozinho	Ponte	20
3	Mariscal	Orla, com arruamento	2063
7	Bombas	Área alagada, com rua	4
16	Bombas	Área alagada, com rua	10
16	Bombas	Ponte	25
19	Bombas	Área alagada, com rua	2
19	Bombas	Ponte	25
19	Centro	Ponte	20
28	Zimbros	Orla, sem arruamento	570
28	Zimbros	Ponte	20
31	Zimbros / Sertãozinho	Ponte	20
34	Canto Grande	Orla, com arruamento	1567
35	Canto Grande	Orla, com arruamento	10
37	Centro		2
43	Quatro Ilhas	Orla, com arruamento	10
51	Bombas	Área alagada, com rua	2
			4371



.Figura 2 - Alternativa 2 - Intervenções próximas a cursos d'água

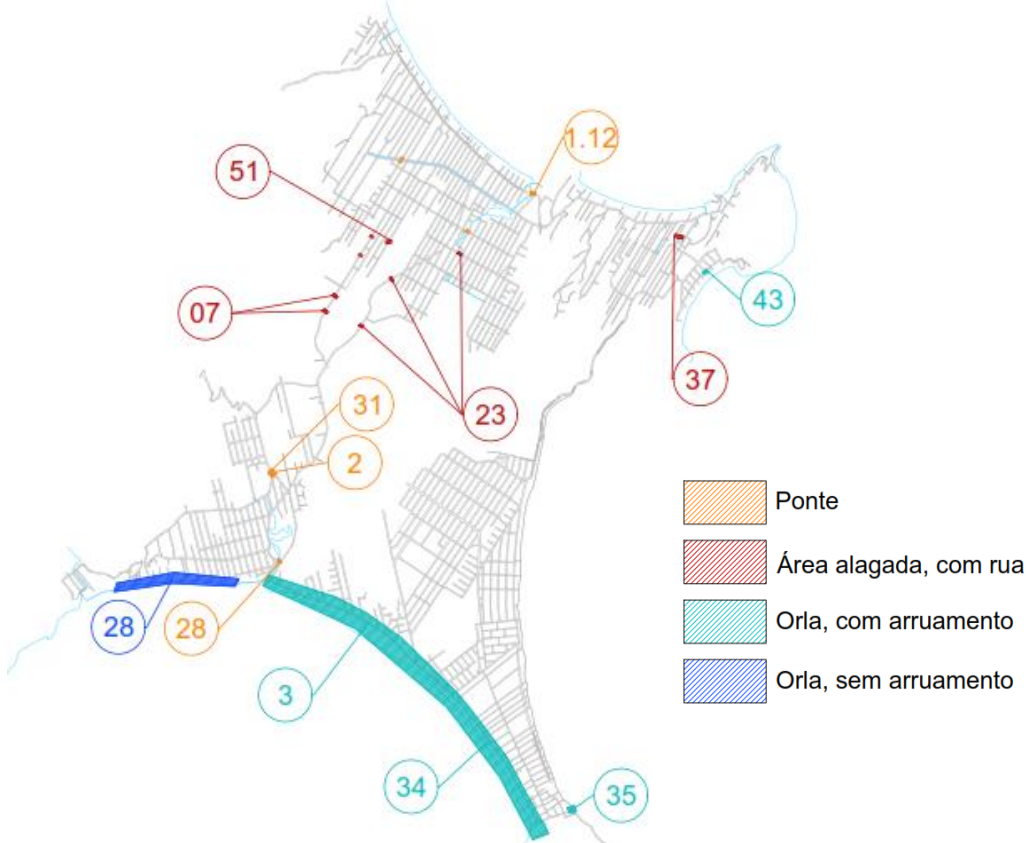


Quadro 24 - Alternativa 2 - Extensão aproximada de interferências próximas a cursos d'água

Trechos	Local	Infraestrutura / curso d'água	Extensão da interferência (m)
1.12	José Amândio	Ponte	1
2	Zimbros / Sertãozinho	Ponte	20
3	Mariscal	Orla, com arruamento	2063
7	Bombas	Área alagada, com rua	4
20	Bombas	Ponte	25
20	Bombas	Área alagada, com rua	4
21	Centro	Ponte	20
28	Zimbros	Orla, sem arruamento	570
28	Zimbros	Ponte	20
31	Zimbros / Sertãozinho	Ponte	20
34	Canto Grande	Orla, com arruamento	1567
35	Canto Grande	Orla, com arruamento	10
37	Centro		2
43	Quatro Ilhas	Orla, com arruamento	10
51	Bombas	Área alagada, com rua	2
			4338



Figura 3 - Alternativa 3 - Intervenções próximas a cursos d'água



Trechos	Local	Infraestrutura / curso d'água	Extensão da interferência (m)
1.12	José Amândio	Ponte	1
2	Zimbros / Sertãozinho	Ponte	20
3	Mariscal	Orla, com arruamento	2063
7	Bombas	Área alagada, com rua	4
23	Bombas	Ponte	25
23	Bombas	Área alagada, com rua	4
28	Zimbros	Orla, sem arruamento	570
28	Zimbros	Ponte	20
31	Zimbros / Sertãozinho	Ponte	20
34	Canto Grande	Orla, com arruamento	1567
35	Canto Grande	Orla, com arruamento	10
37	Centro		2
43	Quatro Ilhas	Orla, com arruamento	10
51	Bombas	Área alagada, com rua	2
			4318

Assim, nota-se que as alternativas diferem muito pouco entre si em relação às obras localizadas próximas a corpos d'água.



4.2.5. Alternativa escolhida para o Sistema de Distribuição

A partir das análises ambientais, técnicas e econômicas apresentadas, a **Alternativa 2** foi escolhida para a concepção do sistema.

A seguir, é apresentado o resumo das obras propostas espaçadas no tempo.

4.2.5.1. Alternativa 2 – Rede de Distribuição de Água

Quadro 25 - Extensão das tubulações propostas (m)

Tubulações	Prazo				Total
	Imediato	Curto	Médio	Longo	
Tubo PVC 50mm	6.549	66	97	0	6.712
Tubo PVC 75mm	860	0	10	0	870
Tubo PVC 100mm	946	668	2.880	0	4.494
Tubo PVC 150mm	781	0	667	714	2.162
Tubo PVC 200mm	5	0	0	0	5
Tubo PVC 250mm	4.420	2.262	3.587	0	10.269
Tubo FOFO 300mm	3.663	0	907	0	4.570
Tubo FOFO 350mm	16	0	0	0	16
Total	17.240	2.996	8.148	714	29.098

Quadro 26 – Registros e válvulas de retenção propostas (un.)

Válvulas	Prazo				Total
	Imediato	Curto	Médio	Longo	
Registro 50mm	16	0	2	0	18
Registro 75mm	6	0	0	0	6
Registro 100mm	22	3	9	0	34
Registro 125mm	3	0	0	0	3
Registro 150mm	17	1	4	1	23
Registro 200mm	2	1	0	0	3
Registro 250mm	12	6	5	0	23
Registro 300mm	5	0	0	0	5
Total	83	11	20	1	115
Retenção 150mm	-	1	-	-	1
Retenção 350mm	1	-	-	-	1
Total	1	1	-	-	2

4.2.5.2. Alternativa 2 - Válvulas de Redutoras de Pressão (VRP)

Quadro 27 –Válvulas Redutoras de Pressão propostas (un.)

Válvulas	Prazo				Total
	Imediato	Curto	Médio	Longo	
VRP 250mm	1	-	-	-	1
VRP 350mm	1	-	-	-	1
Total	2	-	-	-	2

PRÉ-DIMENSIONAMENTO VRP 250MM	
Vazão mín hora – Prazo imediato (L/s) (Alta temporada*)	52,3
Vazão máx hora – Longo prazo (L/s) (Alta temporada)	90,9

*em baixa temporada a VRP permanecerá fechada (sem utilização do by-pass)

PRÉ-DIMENSIONAMENTO VRP 350MM	
Vazão mín hora – Prazo imediato (L/s) (Baixa temporada)	22,82
Vazão máx hora – Longo prazo (L/s) (Alta temporada)	157,51

4.2.5.3. Alternativa 2 - Estações Pressurizadoras (Boosters) propostas

Quadro 28 – Estações pressurizadoras propostas (un.)

Boosters	Prazo				Total
	Imediato	Curto	Médio	Longo	
Booster Retiro dos Padres Bomba 7,5cv	1	-	-	-	1
Booster de Zimbros Bomba 12cv	-	1 + 1	-	-	2
Booster do Mangue Bomba 110cv	1	-	-	-	1
Total bombas	2	2	-	-	4

PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
Booster Retiro dos Padres - Bomba 7,5cv	
Vazão máx hora (L/s) – Longo prazo	6,58
Altura manométrica (mca)	37
Potência (cv)	7,5
Inversor de frequência	SIM

PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
Booster de Zimbros - Bomba 12cv	
Vazão máx hora (L/s) – Curto prazo	12
Altura manométrica (mca)	10,3
Potência (cv)	16
Inversor de frequência	SIM

PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
Booster do Mangue - Bomba 110cv	
Vazão máx hora (L/s) – Curto prazo	46,86
Altura manométrica (mca)	41,3
Potência (cv)	110
Inversor de frequência	SIM



5. Estudo de reservação

5.1. Capacidade de reservação atual

A partir da modelagem realizada para o sistema de Bombinhas, foi possível extrair as vazões de demanda (consumo + perda) de cada região. O quadro a seguir apresenta os valores de vazão média e vazão máxima diária observados no cenário atual e em cenário de fim de plano.

Quadro 29 - Vazões médias e máximas diárias no cenário atual e futuro.

Região / bairro	Cenário atual (2018)		Cenário futuro (2049)	
	Q méd (m³/dia)	Q máx dia (m³/dia)	Q méd (m³/dia)	Q máx dia (m³/dia)
Zimbros	1643	1868	2172	2470
Morrinhos	217	246	286	325
Mariscal	3180	3615	4203	4779
Canto Grande	1204	1369	1592	1810
Sertãozinho	351	399	464	527
Bombas	4096	4657	5415	6156
J. Amândio Oeste	411	468	544	618
J. Amândio Leste	588	668	777	884
Centro	2045	2326	2704	3074
Quatro Ilhas	314	357	416	472
Retiro dos Padres	327	372	433	492
Corvina	146	166	193	219
DEMANDA TOTAL	14.523	16.511	19.198	21.828

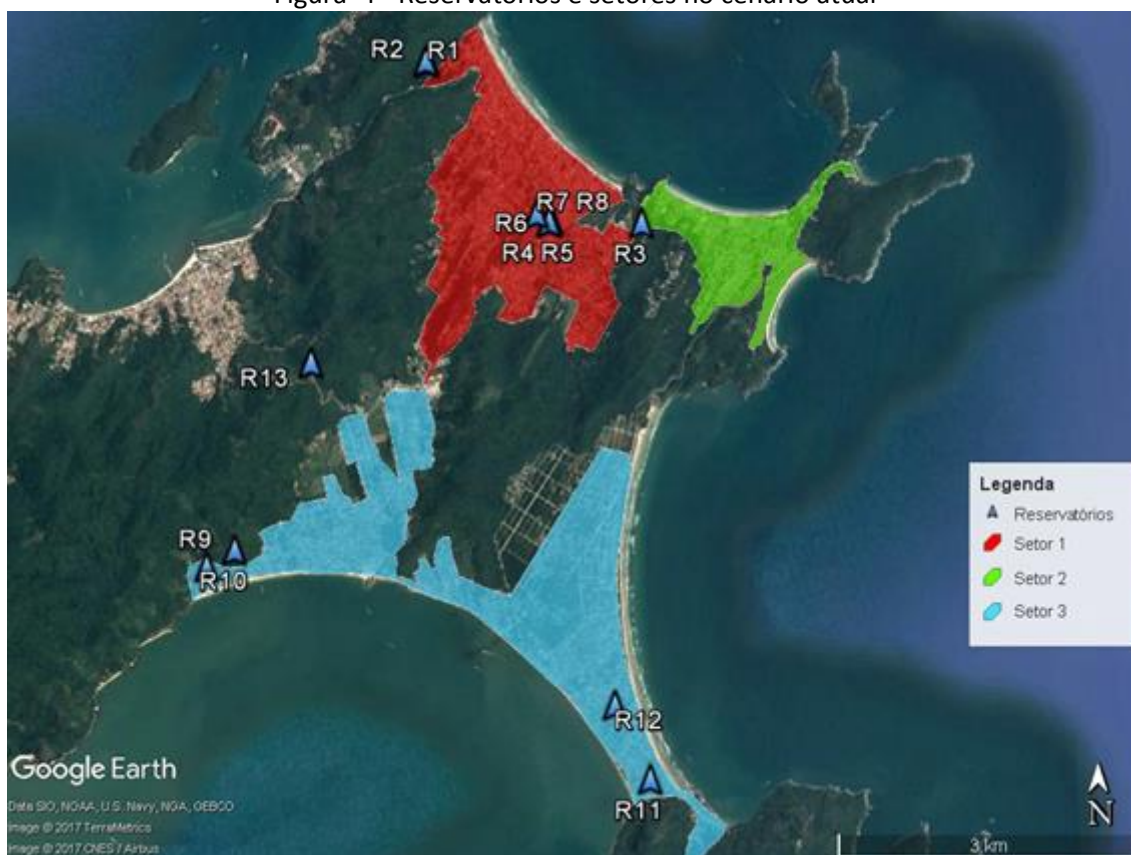
Como medida de segurança, o presente estudo adotou um volume mínimo de reservação de 1/3 da demanda máxima diária. Assim, o déficit de reservação atual pode ser verificado a partir dos dados apresentados no quadro a seguir, o qual agrupa as regiões/bairros em três setores:

- I. Bombas / José Amândio
- II. Centro / Quatro Ilhas / Corvina / Retiro dos Padres
- III. Zimbros / Sertãozinho / Mariscal / Morrinhos / Canto Grande

Quadro 30 – Balanço de reservação atual

Setor de Medição	Reservação			Volume reservação (m³)	1/3 Q máx dia (m³/dia)	Balanço reservação (m³)
	Reservatório	Volume	Funcionamento			
1 - Bombas/ José Amândio	R1/ R2	150/ 250	Ativos	400	1.931	-1.531
	R4/R5/R6/R7/R8	20/ 20/10/10/*	Não utilizados			
2 - Centro/ Retiro dos Padres/ Quatro Ilhas/ Corvina	R3	50	Ativo – abastece apenas R. Cherne e R. Corvina	50	1.074	-1.024
3 - Zimbros/ Sertãozinho/ Mariscal/ Canto Grande/ Morrinhos	R9/R12	3/ 20	Ativos	423	2.499	-2.076
	R10/ R11	150/ 250	Inativos na alta temporada			
Nova ETA	R13	2.000	Inativo	-	-	+ 2000
Total				873	4.841	-2.631

Figura 4 - Reservatórios e setores no cenário atual



Uma vez que o reservatório de 2000m³ da nova ETA abastecerá tanto os setores a norte (Setores 1 e 2), como a sul (Setor 3), este volume pode ser considerado parcialmente em ambas as regiões. Ainda neste caso, nota-se um déficit total de reservação atual de aproximadamente 2.700m³.

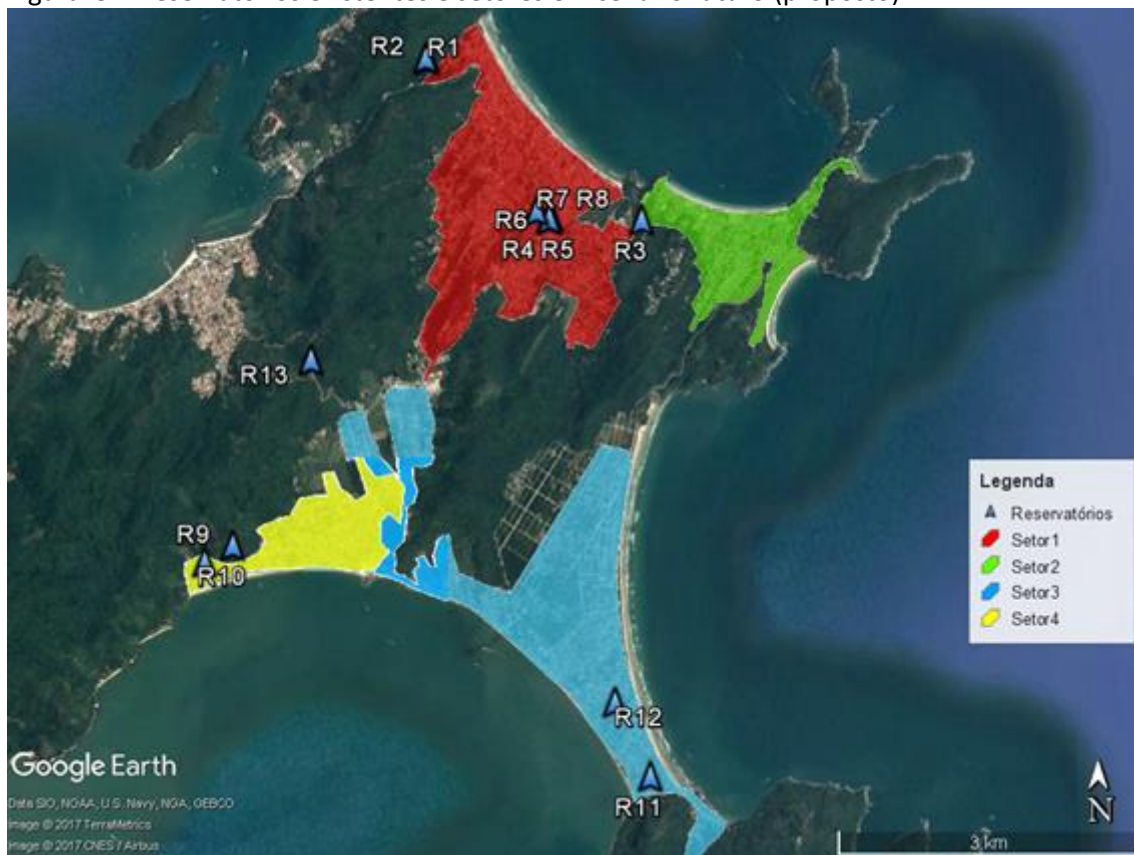
As propostas de reservação, no entanto, foram concebidas a partir da setorização proposta, considerando a demanda total de final de plano. O balanço de reservação futuro é apresentado no quadro a seguir.

Quadro 31 - Balanço de reservação futuro

Setor de Medição	Reservação			Volume reservação (m ³)	1/3 Q máx dia (m ³ /dia)	Balanço reservação (m ³)
	Reservatório	Volume	Funcionamento			
1 - Bombas/ José Amândio	R1/ R2	150/ 250	Não utilizados	-	2.553	-2.553
	R4/R5/R6/R7/R8	20/ 20/10/10/*	Não utilizados			
2 - Centro/ Retiro dos Padres/ Quatro Ilhas/ Corvina	R3	50	Ativo – abastece apenas R. Cherne e R. Corvina	50	1.419	-1.369
3 - Sertãozinho/ Mariscal/ Canto Grande/ Morrinhos	R11/ R12	250/ 20	Ativos	270	2.480	-2.210
4 - Zimbros	R9/R10	3/ 150	Ativos	153	823	-670
Nova ETA	R13	2.000	Inativo	2000	-	+ 2000
Total				2.473	7.275	-4.802

Assim, nota-se um déficit total de reservação futura de, aproximadamente, 4.800m³.

Figura 5 – Reservatórios existentes e setores em cenário futuro (proposto).



5.2. Alternativas para o Sistema de Reservação e Elevação de Água Tratada

Duas análises foram realizadas para a concepção do sistema de reservação de bombinhas:

- A. Atendimento da demanda por reservação com reservatórios de montante e jusante (existentes e propostos)
- B. Atendimento da demanda por reservação com reservatórios de montante, apenas.

5.2.1. Alternativa A - Atendimento da demanda com reservatórios de montante e jusante

Conforme mencionado anteriormente, a Alternativa A considera a implantação de reservatórios de montante e jusante, aproveitando o volume existente, para suprir a demanda do sistema em alta temporada (1/3 da vazão máx diária).

O quadro a seguir apresenta os reservatórios propostos em cada setor e o balanço de reservação final.

Quadro 32 - Alternativa A - Balanço de reservação futuro com reservação proposta

Setor de Medição	Reservação montante		Reservação jusante		Volume reservação (m ³)	1/3 Q máx dia (m ³ /dia)	Balanço reservação (m ³)
	Volume existente ativo (m ³)	Volume proposto (m ³)	Volume existente ativo (m ³)	Volume proposto (m ³)			
1 - Bombas/ José Amândio	-	-	-	1.200	1.200	2.553	-1.353
2 - Centro/ Retiro dos Padres/ Quatro Ilhas/ Corvina	-	-	50	800	850	1.419	-569
3 - Sertãozinho/ Mariscal/ Canto Grande/ Morrinhos	-	-	270	550 +550	1.370	2.480	-1.110
4 - Zimbros	3	-	150	-	153	823	-670
Nova ETA	2.000	2.000	-	-	4.000	0	4.000
Total					7.573	7.275	298



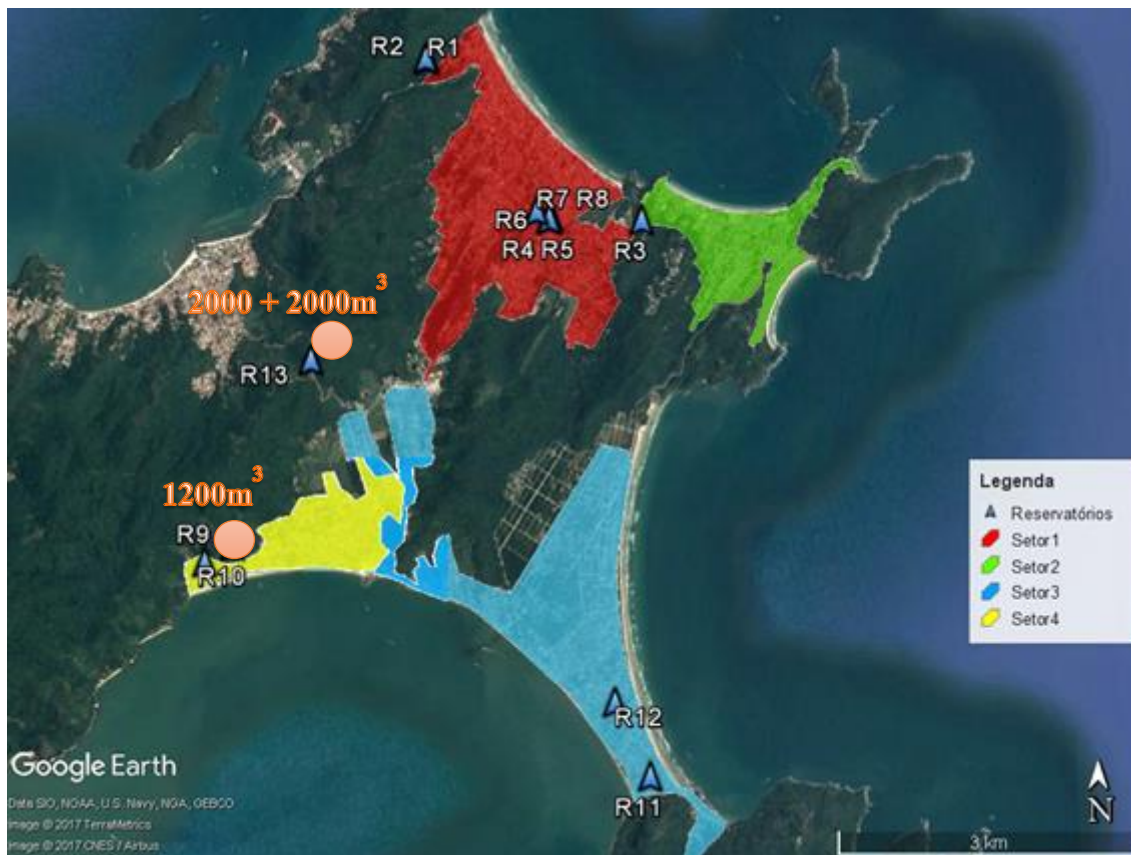
Quadro 33 - Alternativa B - Balanço de reservação futuro com reservação proposta

Setor de Medição	Reservação montante		Reservação jusante	Volume reservação (m ³)	1/3 Q máx dia (m ³ /dia)	Balanço reservação (m ³)
	Volume existente ativo (m ³)	Volume proposto (m ³)	Volume existente ativo (m ³)			
1 - Bombas/ José Amândio	-	-	-	-	2.553	-2.553
2 - Centro/ Retiro dos Padres/ Quatro Ilhas/ Corvina	-	-	50	-	1.419	-1.419
3 - Sertãozinho/ Mariscal/ Canto Grande/ Morrinhos	-	-	270	-	2.480	-2.480
4 - Zimbros	3	1.200	*	1.203	823	380
Nova ETA	2.000	2.000 + 2.000	-	6.000	-	6.000
Total				7.203	7.275	-72

* Reservatório de Zimbros (R-10) será substituído pelo reservatório proposto, e necessitará de uma nova estação elevatória.



Figura 7 - Alternativa B - Localização dos reservatórios propostos



5.2.3. Estimativa de custos de implantação dos reservatórios

Os custos apresentados no Quadro 14 foram estimados a fim de permitir a comparação econômica das alternativas. Observa-se que, previamente à implantação destas, será necessária a elaboração de projetos executivos, detalhando o caminhamento das tubulações, acessórios, localização de interferências, etc, a fim de definir precisamente o custo de tais obras.



Quadro 34 – Estimativa de custos de implantação de reservatórios e estação elevatória propostos em cada alternativa.

Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Un.	QT	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
RESERVAÇÃO - Alternativa A - MONTANTE E JUSANTE												
R-A1	CURTO	Bombas	R. Juriti x R. Beija Flor	Novo reservatório	Atender reservação de segurança mínima	Implantar reservatório	Reservatório 1200 m3	un.	1	530.157,71	530.157,71	588.063,49
						Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	220	263,21	57.905,78	
R-A2	CURTO	Centro	R. Peixe Serra	Novo reservatório	Atender reservação de segurança mínima	Implantar reservatório	Reservatório 800 m3	un.	1	432.587,55	432.587,55	443.972,52
						Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	30	379,50	11.384,97	
R-A3	CURTO	Mariscal	R. Rubi	Novo reservatório em Mariscal	Atender reservação de segurança mínima	Implantar tubulação	Tubo PVC 200mm	m	246	317,57	78.121,42	447.916,46
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.314,85	5.314,85	
						Implantar reservatório	Reservatório 550 m3	un.	1	364.480,20	364.480,20	
R-A4	CURTO	Mariscal	R. Rubi	Novo reservatório em Mariscal	Atender reservação de segurança mínima	Implantar tubulação	Tubo PVC 250mm	m	35	379,50	13.282,46	383.077,51
						Implantar registro aberto	Registro 250mm	un.	1	5.314,85	5.314,85	
						Implantar reservatório	Reservatório 550 m3	un.	1	364.480,20	364.480,20	
R-A5	CURTO	Zimbros	Nova ETA Bombinhas	Novo reservatório	Atender reservação de segurança mínima	Implantar reservatório	Reservatório 2000 m3	un.	1	850.234,91	850.234,91	850.234,91
TOTAL												2.713.264,90



Trecho	Prazo	Localização		Descrição da obra	Objetivo	Ação	Estrutura	Un.	QT	Preço Unitário	Preço Final	Total Ação
		Bairro	Endereço							(R\$)	(R\$)	(R\$)
RESERVAÇÃO - Alternativa B - MONTANTE												
R-B1	CURTO	Zimbros	C.R. do atual reservatório de 150m3	Novo reservatório em substituição ao existente	Atender reservação de segurança mínima	Implantar reservatório	Reservatório 1200 m3	un.	1	530.157,71	530.157,71	588.063,49
						Implantar tubulação	Tubo PVC 150mm	m	220	263,21	57.905,78	
			Reservatório Zimbros, orla, até C.R. Zimbros	Estação Elevatória para o novo reservatório	Possibilitar a utilização do reservatório proposto em Zimbros como reservatórios de montante	Implantar tubulação com bomba de zimbros interligada nesta	Tubo FOFO 300mm	m	440	465,29	204.728,42	204.728,42
R-B2	CURTO	Zimbros	Nova ETA Bombinhas	Novo reservatório na área da nova ETA Bombinhas	Atender reservação de segurança mínima	Implantar reservatório	Reservatório 2000 m3	un.	1	850.234,91	850.234,91	850.234,91
R-B3	CURTO	Zimbros	Nova ETA Bombinhas	Novo reservatório na área da nova ETA Bombinhas	Atender reservação de segurança mínima	Implantar reservatório	Reservatório 2000 m3	un.	1	850.234,91	850.234,91	850.234,91
TOTAL												2.493.261,74



5.2.4. Detalhamento das alternativas de reservação

Quadro 35 - Pré-dimensionamento dos reservatórios propostos

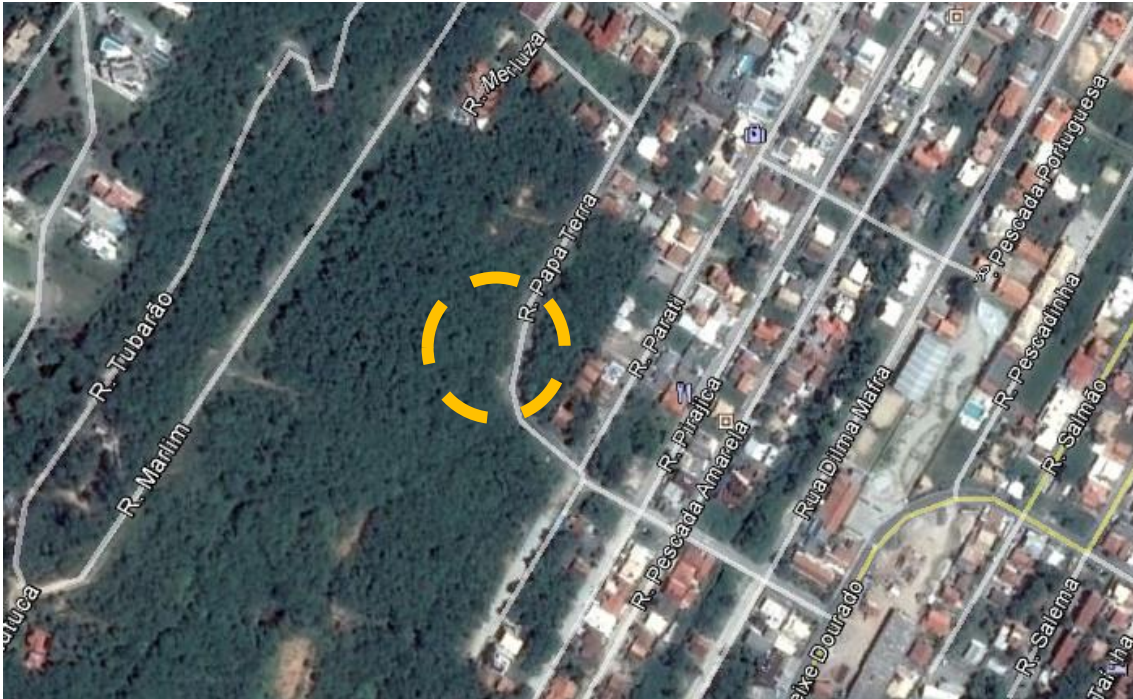
	Tipo	Material	Volume (m ³)	Diâmetro (m)	Altura (m)	Cota do terreno (m)
Alternativa A						
RA-1	Apoiado	Concreto	1.200	11,0	13,1	10,8
RA-2	Apoiado	Concreto	800	9,55	11,7	35,0
RA-3	Apoiado	Concreto	550	8,6	10	4,0
RA-4	Apoiado	Concreto	550	8,6	10	4,0
RA-5	Apoiado	Concreto	2000	24	4,9	153,5
Alternativa B						
RB-1	Apoiado	Concreto	1.200	11,0	13,1	29,785
RB-2	Apoiado	Concreto	2.000	24	4,9	153,5
RB-3	Semi-enterrado	Metálico	2.000	17	9,5	149

RA-1 - Reservatório Apoiado de 1200m³ em Bombas

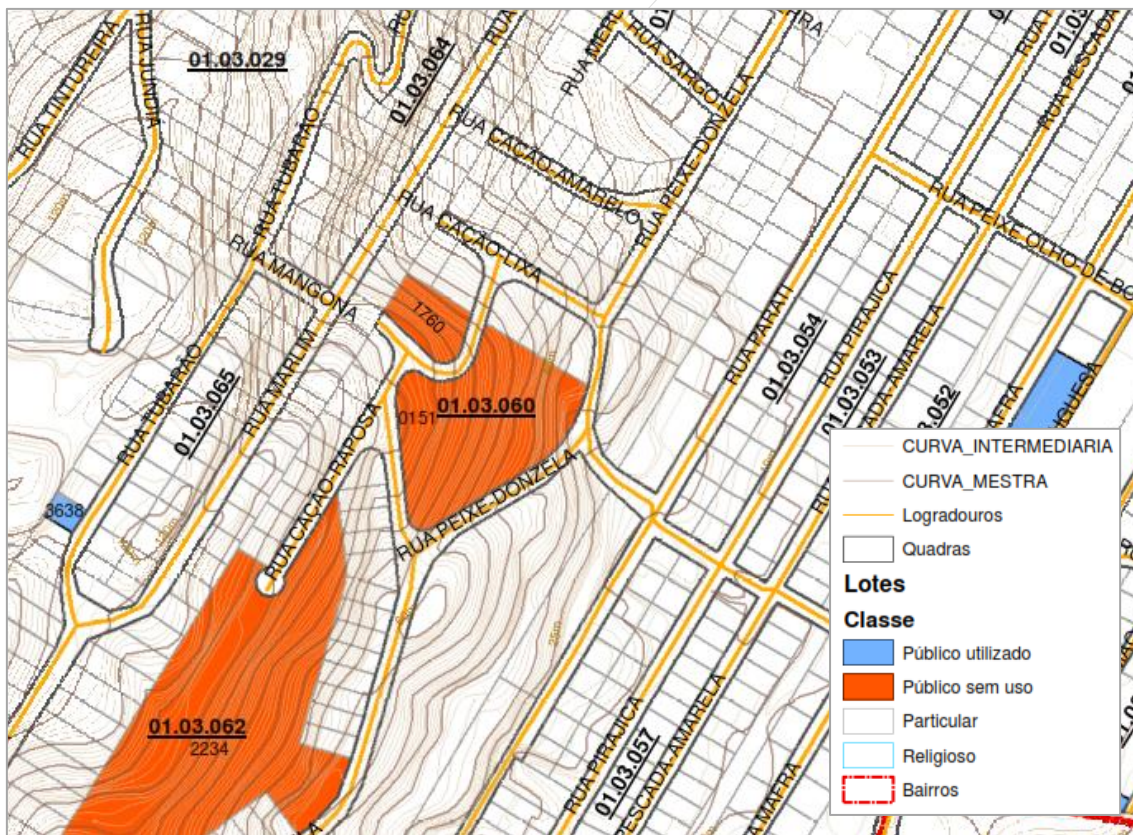


Localização do reservatório - Imagem aérea

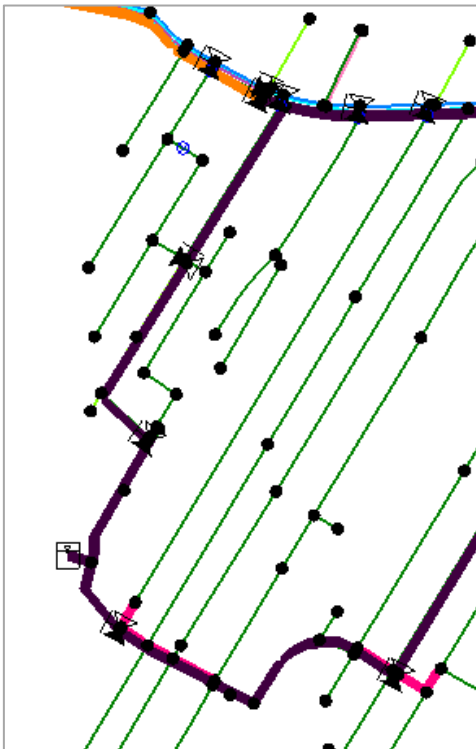
RA-2 - Reservatório Apoiado de 800m³ no Centro



Localização do reservatório - Imagem aérea



Mapa de lotes públicos sem uso (Fonte: Prefeitura Municipal de Bombinhas)



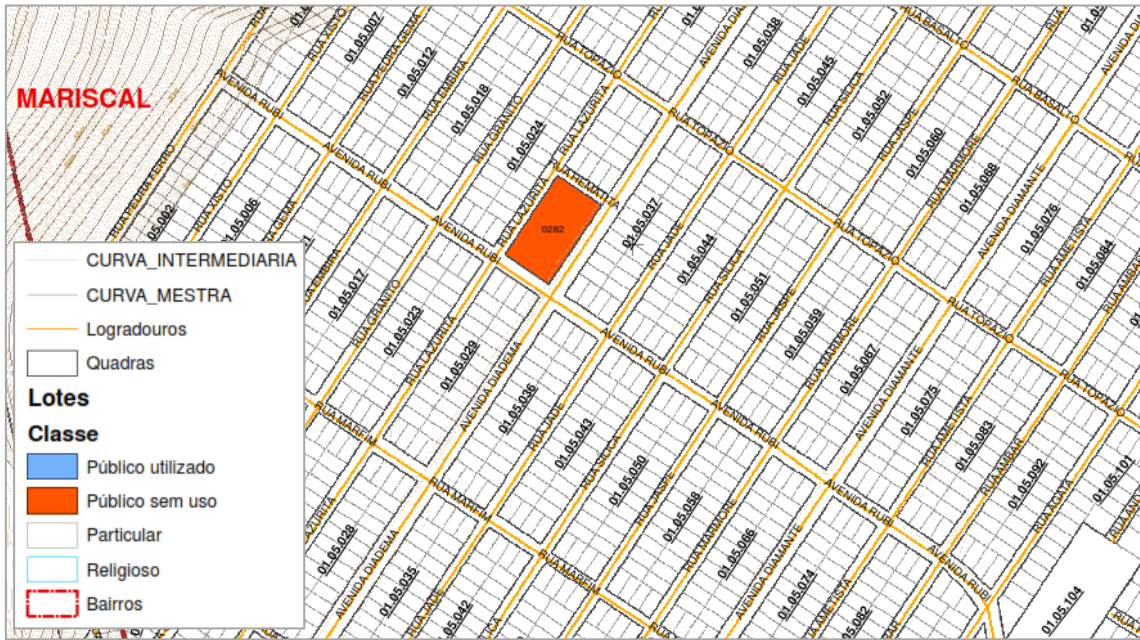
Modelo hidráulico

RA-3 e RA-4 - Reservatório Apoiado de 550m³ no Mariscal

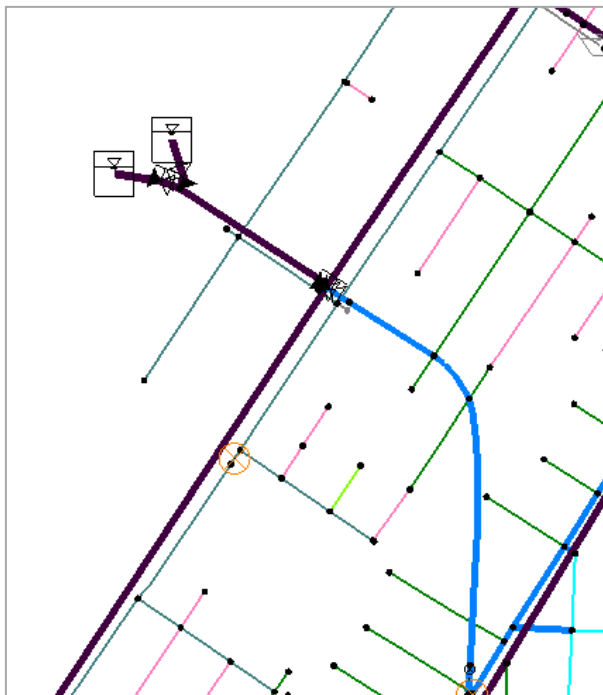


Localização dos reservatórios - Imagem aérea





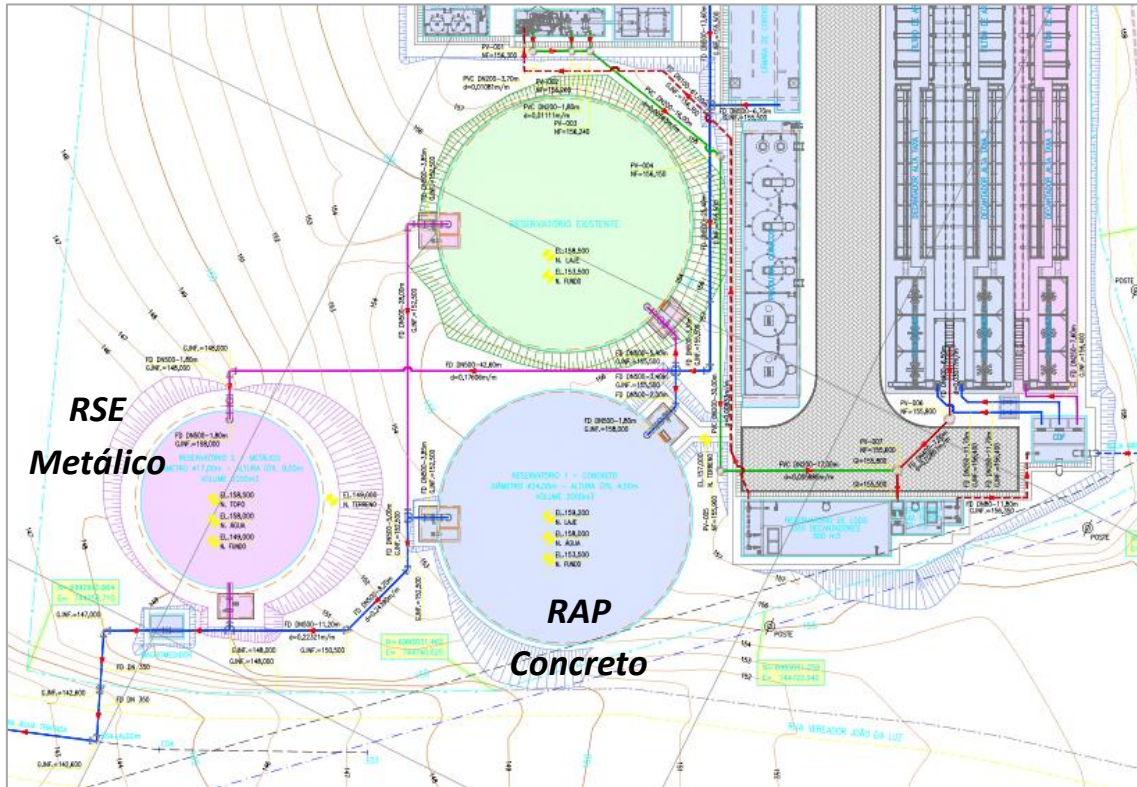
Mapa de lotes públicos sem uso (Fonte: Prefeitura Municipal de Bombinhas)



Modelo hidráulico

RA-5, RB-2 - Reservatório Apoiado de 2000m³ no C.R. da nova ETA

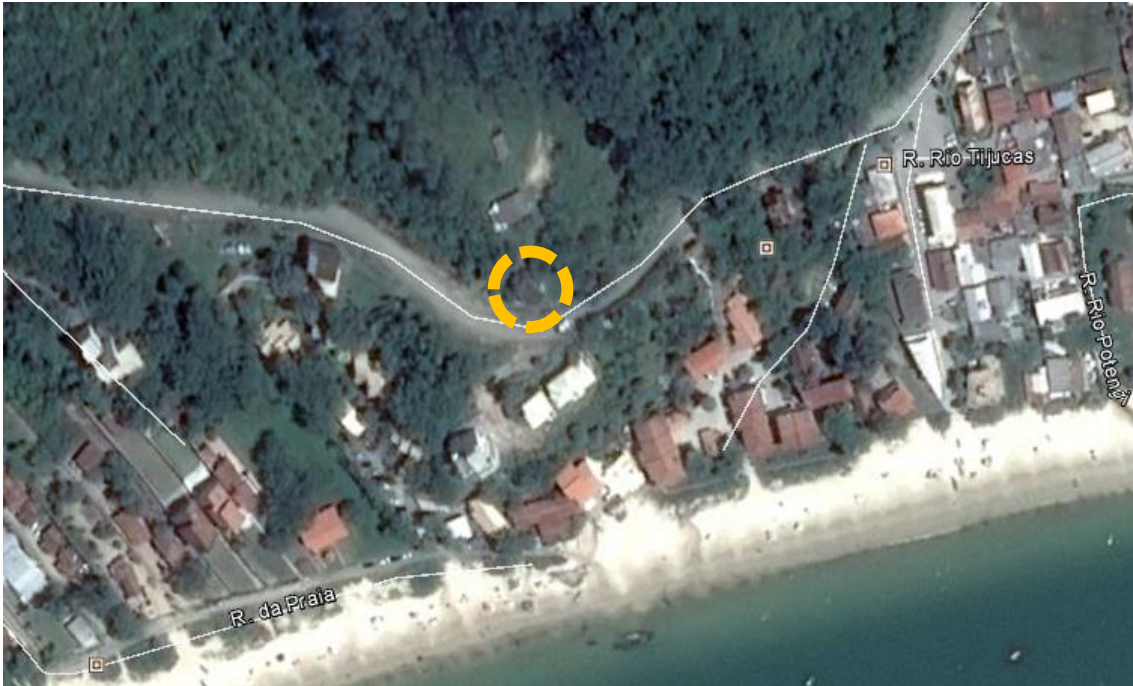
e RB-3 - Reservatório Semienterrado de 2000m³ no C.R. da nova ETA



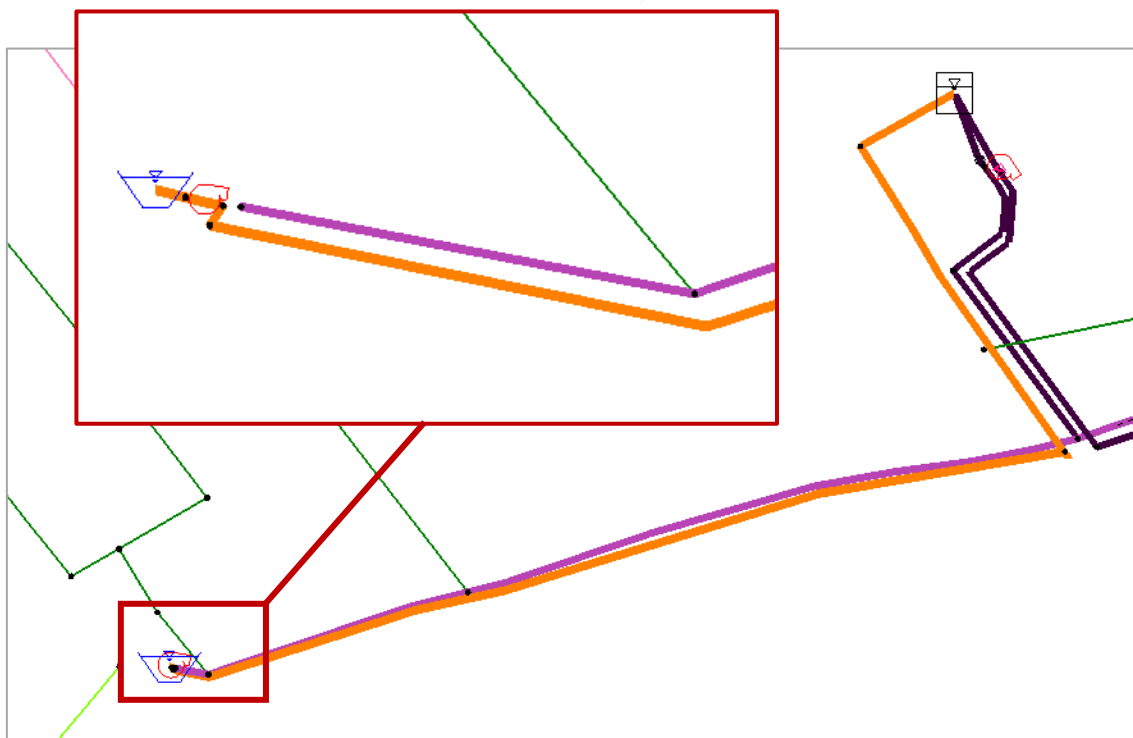
Projeto Executivo ETA Bombinhas (Fonte: AEGEA)



RB-1 - Reservatório Apoiado de 1.200m³ no C.R. de Zimbros



Localização do reservatório - Imagem aérea



Modelo hidráulico

5.2.5. Análise ambiental, técnica e econômica das alternativas de reservação

Os reservatórios de ambas as alternativas estão alocados em áreas de domínio público, e não requerem desapropriação de terras. No entanto, tanto em aspectos técnicos, como ambientais, a Alternativa A (com reservatórios de jusante) encontra-se em desvantagem, devido à necessidade de intervenção em áreas atualmente vegetadas para a implantação dos reservatórios do bairro Mariscal e do Centro.

Comparando-se as alternativas economicamente, verifica-se que a Alternativa B apresenta menor custo de implantação, de R\$2.493.262, enquanto a Alternativa A foi estimada em R\$2.713.265.

Além disso, ainda que a implantação de um reservatório de montante para a ETA de Zimbros (Alt. B) exija uma Estação Elevatória, será possível utilizar a bomba existente no local (que atualmente pressuriza a rede de distribuição). A implantação da tubulação de adução, porém, é prevista na orla da praia de Zimbros, o que necessitará de especial atenção em termos ambientais.

5.2.6. Alternativa escolhida para o Sistema de Reservação

A partir das análises ambientais, técnicas e econômicas apresentadas, a **Alternativa B** foi escolhida para a concepção do sistema (reservatórios de montante).

A seguir, é apresentado o resumo das obras propostas espaçadas no tempo.

5.2.6.1. Alternativa B – Sistema de Reservação

Quadro 36 – Reservatórios propostos

Reservatórios	Prazo				Total (m ³)
	Imediato	Curto	Médio	Longo	
C.R. Zimbros RAP 1200m³	-	1	-	-	1.200
Nova ETA Bombinhas RAP – 2000m³	-	1	-	-	2.000
Nova ETA Bombinhas RSE – 2000m³	-	1	-	-	2.000
TOTAL					5.200



6. Setorização proposta – Zonas de pressão e operação

A setorização e detalhes operacionais descritos neste tópico referem-se à proposta escolhida para o SAA de Bombinhas – Alternativa 2.

As figuras a seguir apresentam o mapa temático de pressões da rede em horários de máxima e mínima demanda, para os cenários de prazos imediato, curto, médio e longo (alta e baixa temporada). São também apresentadas as respectivas zonas de pressão e os detalhes de operação dos equipamentos hidráulicos.

6.1. Cenário Imediato

Em **cenário imediato de alta temporada**, a área sul do município será abastecida tanto pela ETA Zimbros como pela nova ETA Morro Zimbros, uma vez que a vazão de produção das mesmas é limitada. No entanto, observa-se que para que o booster de Zimbros possa contribuir com os bairros mais distantes, é necessário que o mesmo trabalhe com pressão de descarga acima de 50mca (para vencer a perda de carga no interior do bairro de Zimbros). Neste caso, as pressões na região próxima ao booster ficam acima da faixa recomendada.

Em **cenário imediato de baixa temporada**, a área sul do município será abastecida exclusivamente pela ETA Zimbros, uma vez que a demanda total não ultrapassa 40L/s.

Quadro 37 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão - Imediato.

Equipamento	Alta temporada	Baixa temporada
VRP 350mm - Norte	Pressão de saída: 35mca	Pressão de saída: 30mca
VRP 250mm - Sul	Pressão de saída: 10h – 24h: 42mca 1h – 9h: 33,6mca	Fechada
Booster Zimbros 50cv (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 32,5 mca *se necessário, pode-se operar a bomba com pressão de saída acima de 50mca para pressurizar o Mariscal	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 32,5 mca
Booster de Zimbros 12cv (proposto)	Não implantado	Não implantado
Booster Mangue 110cv (proposto)	Inversor: Pressão de descarga: 40 mca	OFF

Equipamento	Alta temporada	Baixa temporada
Booster Quatro Ilhas (proposto – atual bomba do Mangue)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 749.469,39 Y (m) = 6.994.268,58 Pressão: 10 mca	OFF
Booster Centro (proposto – atual bomba Quatro Ilhas)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 748.929,53 Y (m) = 6.993.762,63 Pressão: 15 mca	OFF
Booster Retiro dos Padres (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 749.524,06 Y (m) = 6.994.442,05 Pressão: 11 mca	OFF



Figura 8 – Pressões na rede de distribuição em cenário imediato – Alta temporada

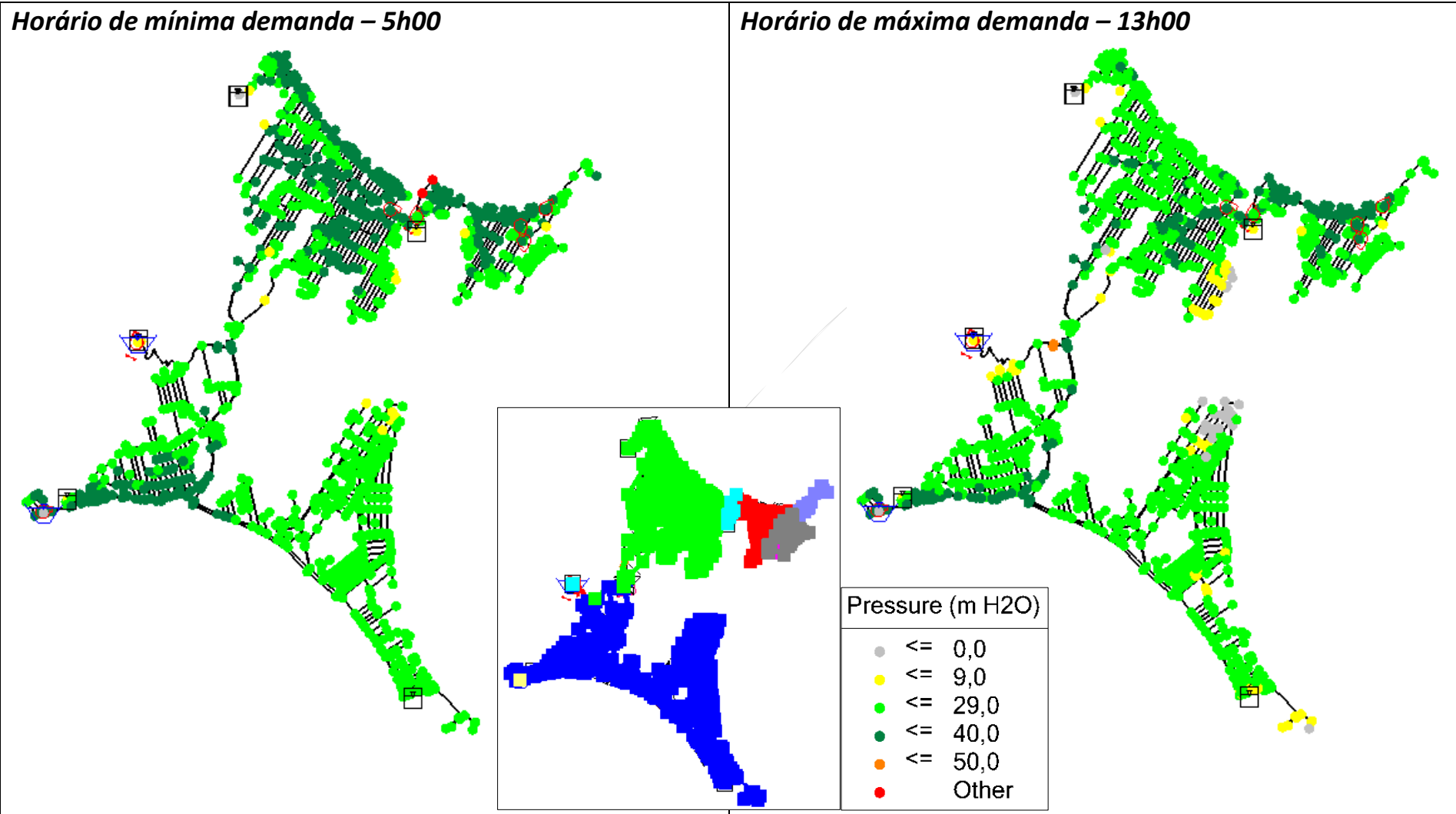
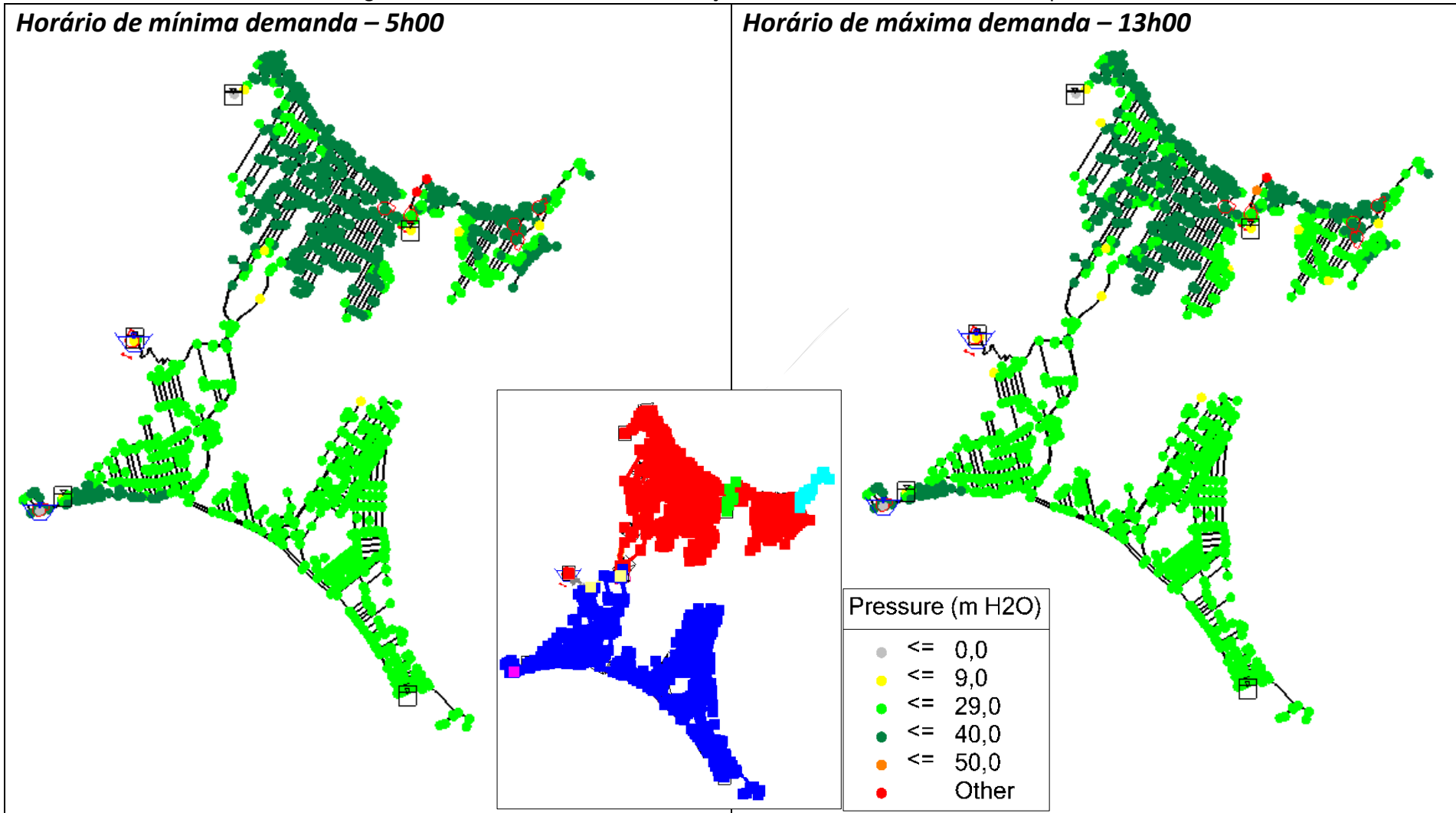


Figura 9 – Pressões na rede de distribuição em cenário imediato – Baixa temporada



6.2. Cenário Curto prazo

Em **cenário a curto prazo de alta temporada**, a área sul do município será setorizada. A área sul do bairro de Zimbros, que conta com um reservatório de 150m³ continuará a ser abastecida diretamente pelo booster Zimbros. Os bairros Sertãozinho, Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passarão a ser abastecidos pela VRP Sul e parcialmente pelo novo booster proposto na saída do Reservatório de Zimbros. Este terá vazão limitada pela produção da ETA Zimbros, e poderá operar com pressões de saída variáveis sem afetar o bairro.

Em **cenário a curto prazo de baixa temporada**, a área sul do município será abastecida exclusivamente pela ETA Zimbros, uma vez que a demanda total não ultrapassa 40L/s.

Quadro 38 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão – curto prazo.

Equipamento	Alta temporada	Baixa temporada
VRP 350mm - Norte	Pressão de saída: 35mca	Pressão de saída: 32mca
VRP 250mm - Sul	Pressão de saída: 10h – 24h: 40mca 1h – 9h: 32mca	Fechada
Booster Zimbros 50cv (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 32,5 mca	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 32,5 mca
Booster Reservatório Zimbros 12cv (proposto)	Inversor Vazão fixa: 17L/s	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 745.480,83 Y (m) = 6.991.381,23 Pressão: 26 mca
Booster Mangue 110cv (proposto)	Inversor: Pressão de descarga: 40 mca	OFF
Booster Quatro Ilhas (proposto – atual bomba do Mangue)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 749.469,39 Y (m) = 6.994.268,58 Pressão: 10 mca	OFF
Booster Centro (proposto – atual bomba Quatro Ilhas)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 748.929,53 Y (m) = 6.993.762,63 Pressão: 15 mca	OFF
Booster Retiro dos Padres (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 749.524,06 Y (m) = 6.994.442,05 Pressão: 11 mca	OFF

Figura 19 - Pressões na rede de distribuição em cenário a curto prazo – Alta temporada

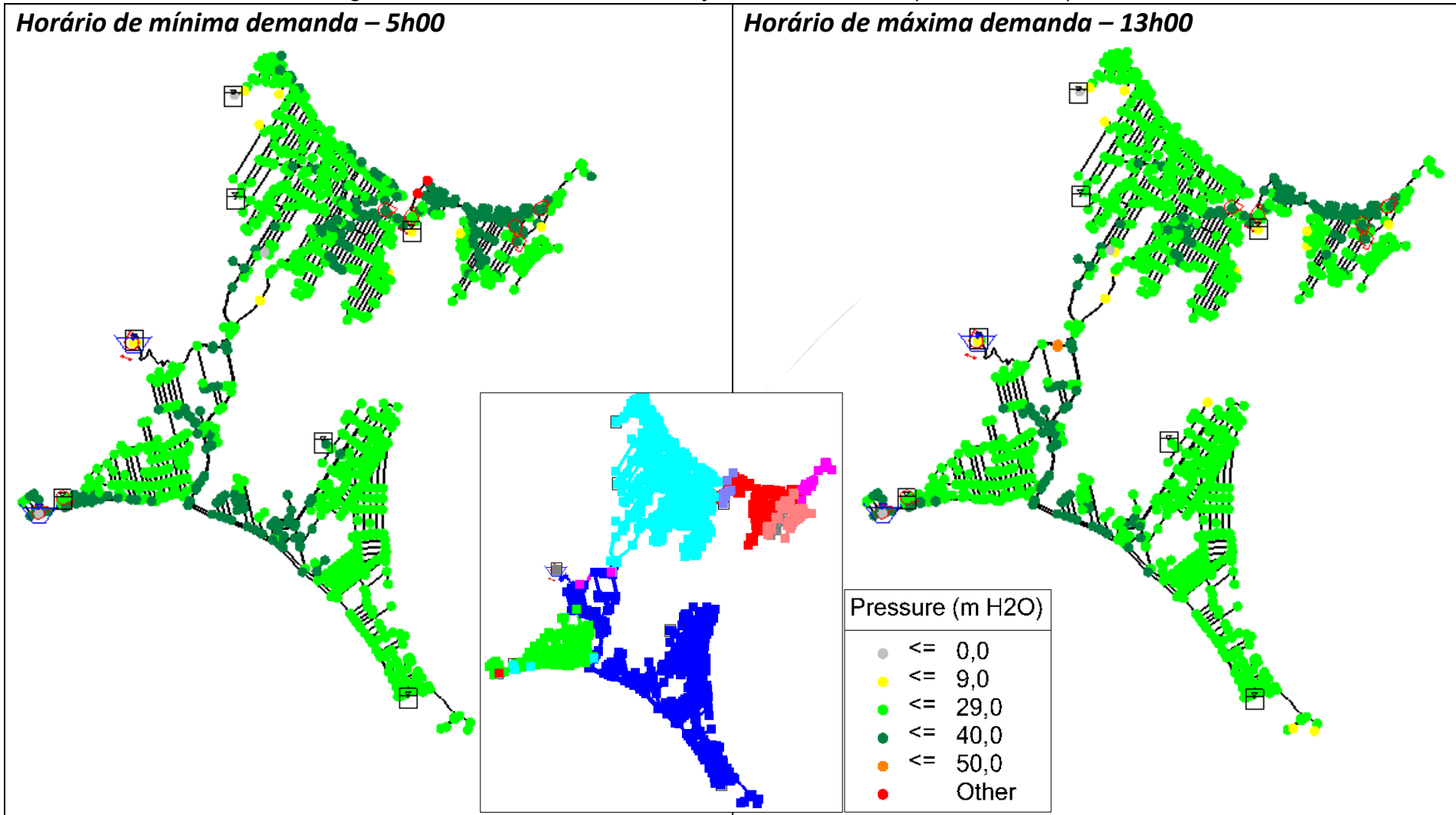
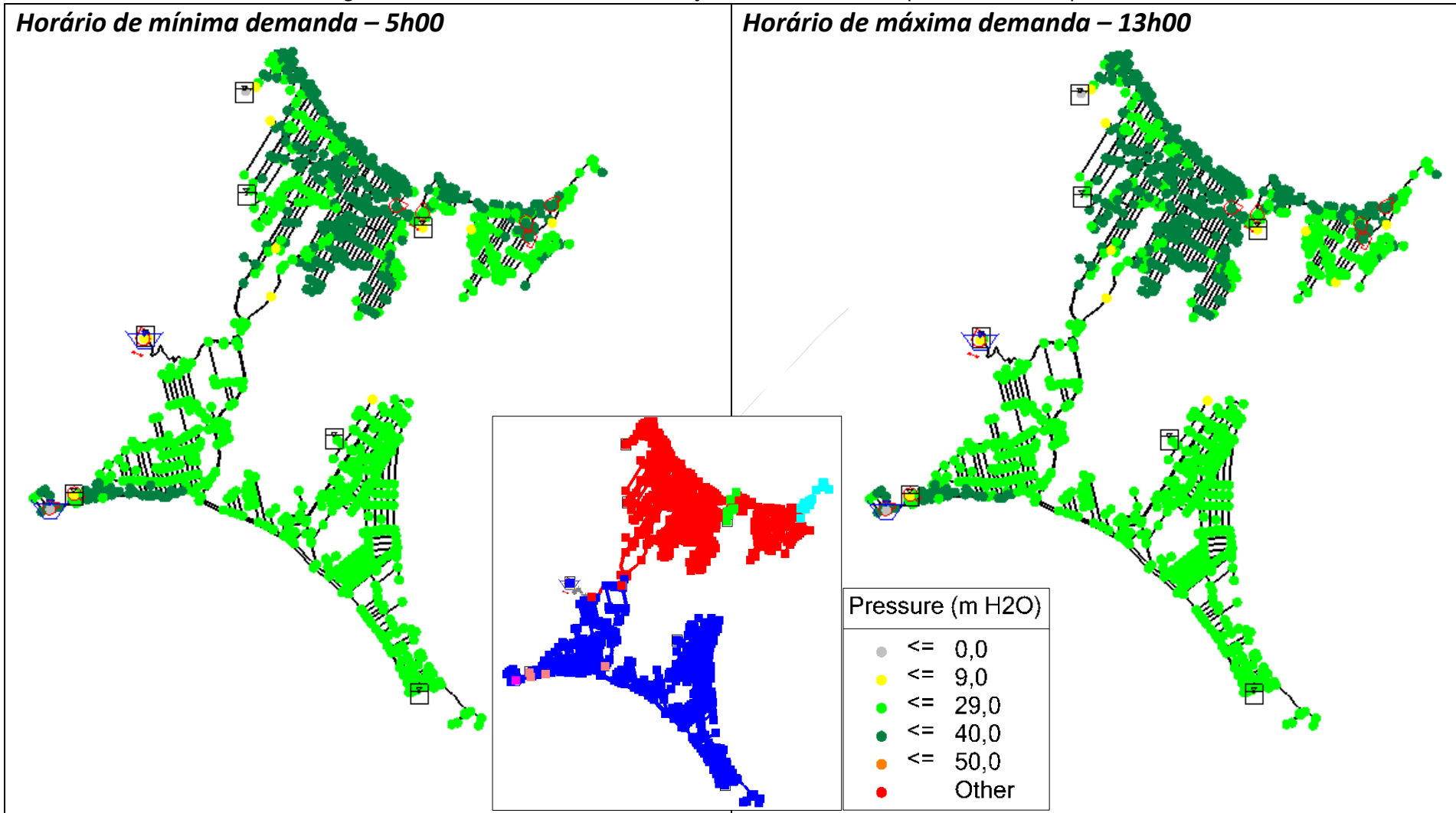


Figura 20 - Pressões na rede de distribuição em cenário a curto prazo – Baixa temporada



6.3. Cenário Médio Prazo

Em **cenário a médio prazo de alta temporada**, a área sul do município continua setorizada. A área sul do bairro de Zimbros, que conta com um reservatório de 150m³ continuará a ser abastecida diretamente pelo booster Zimbros. Os bairros Sertãozinho, Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passarão a ser abastecidos pela VRP Sul e parcialmente pelo novo booster proposto na saída do Reservatório de Zimbros. Este terá vazão limitada pela produção da ETA Zimbros, e poderá operar com pressões de saída variáveis sem afetar o bairro.

Em **cenário a médio prazo de baixa temporada**, a área sul do município será abastecida exclusivamente pela ETA Zimbros, uma vez que a demanda total não ultrapassa 40L/s.

Com a implantação dos reforços de rede propostos no Centro, os boosters localizados na área deixam de ser utilizados.

Quadro 39 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão – médio prazo.

Equipamento	Alta temporada	Baixa temporada
VRP 350mm - Norte	Pressão de saída: 37mca	Pressão de saída: 32mca
VRP 250mm - Sul	Pressão de saída: 10h – 24h: 40mca 1h – 9h: 32mca	Fechada
Booster Zimbros 50cv (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 33 mca	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 32,5 mca
Booster de Zimbros 12cv (proposto)	Inversor Vazão fixa: 15L/s	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 745.480,83 Y (m) = 6.991.381,23 Pressão: 26 mca
Booster Mangue 110cv (proposto)	OFF	OFF
Booster Quatro Ilhas (proposto – atual bomba do Mangue)	OFF	OFF
Booster Centro (proposto – atual bomba Quatro Ilhas)	OFF	OFF
Booster Retiro dos Padres (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 749.524,06 Y (m) = 6.994.442,05 Pressão: 11 mca	OFF

Figura 21 - Pressões na rede de distribuição em cenário a médio prazo – Alta temporada

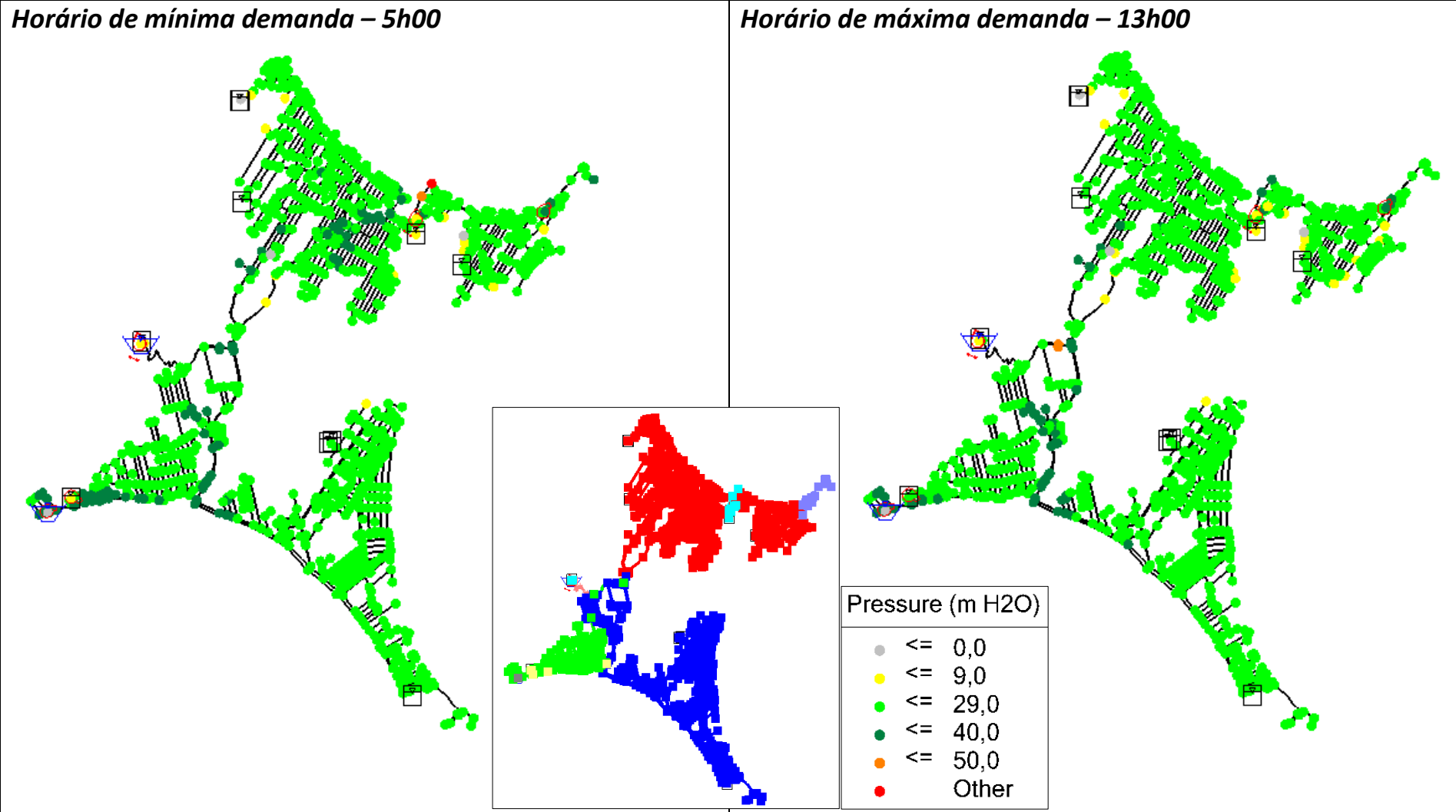
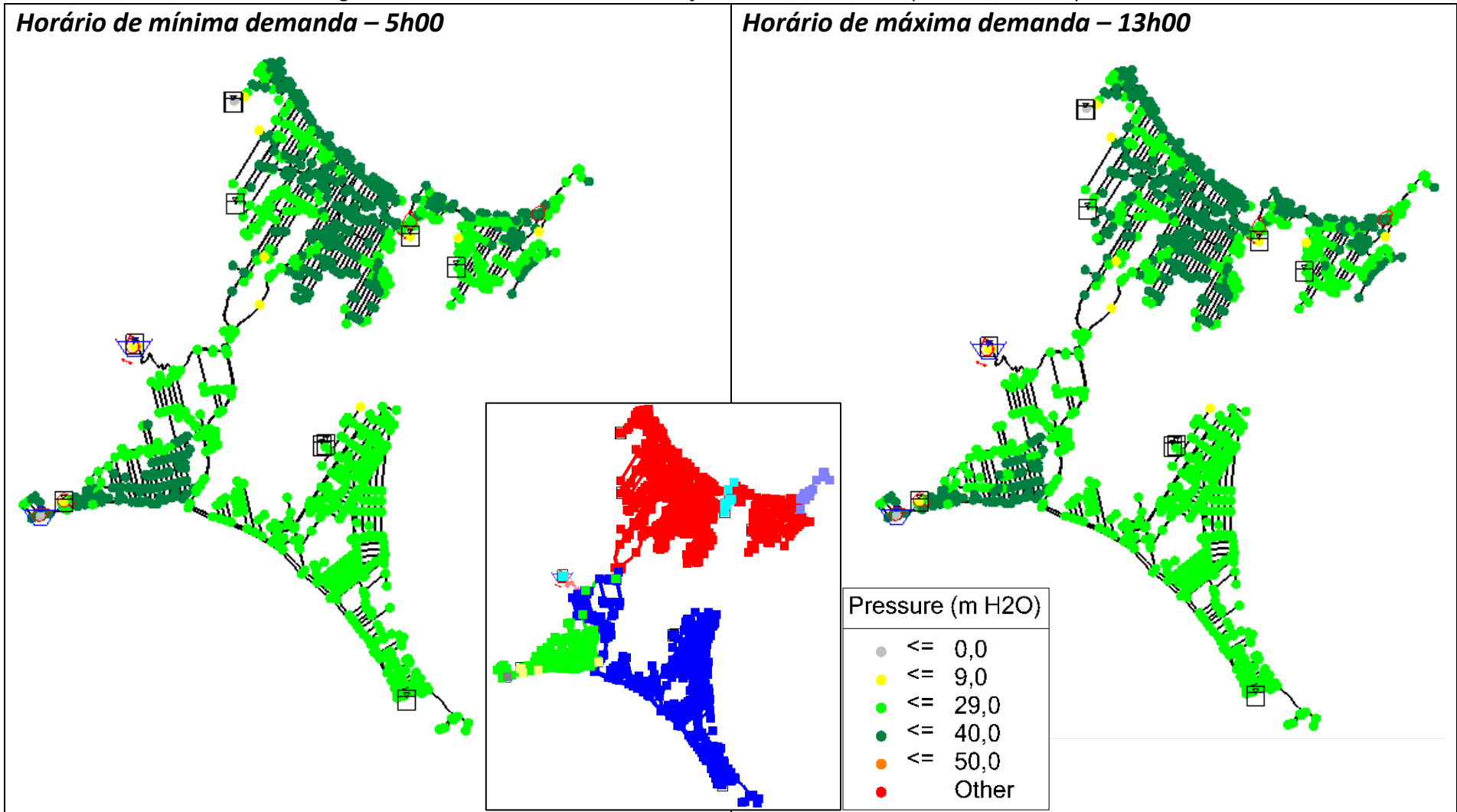


Figura 22 - Pressões na rede de distribuição em cenário a médio prazo – Baixa temporada



6.4. Cenário Longo Prazo

Em **cenário a longo prazo de alta temporada**, a área sul do município continua setorizada. A área sul do bairro de Zimbros, que conta com um reservatório de 150m³ continuará a ser abastecida diretamente pelo booster Zimbros. Os bairros Sertãozinho, Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passarão a ser abastecidos pela VRP Sul e parcialmente pelo novo booster proposto na saída do Reservatório de Zimbros. Este terá vazão limitada pela produção da ETA Zimbros, e poderá operar com pressões de saída variáveis sem afetar o bairro.

Em **cenário a longo prazo de baixa temporada**, a área sul do município será abastecida parcialmente pela nova ETA, pois observa-se uma vazão elevada para manter o nível do reservatório de Zimbros. Assim, a área norte do bairro de Zimbros e parte de Sertãozinho, são alocados na área de abastecimento da VRP Sul.

Os boosters localizados na área Central continuam desligados durante todo o ano.

Quadro 40 – Controles operacionais de boosters e válvulas redutoras de pressão – longo prazo.

Equipamento	Alta temporada	Baixa temporada
VRP 350mm - Norte	Pressão de saída: 38mca	Pressão de saída: 33mca
VRP 250mm - Sul	Pressão de saída: 10h – 24h: 47mca 1h – 9h: 37,6mca	Pressão de saída: 10h – 24h: 35mca 1h – 9h: 28mca
Booster Zimbros 50cv (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 32,5 mca	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 743.743,95 Y (m) = 6.991.108,32 Pressão: 33 mca
Booster de Zimbros 12cv (proposto)	Inversor Vazão fixa: 12L/s	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 745.480,83 Y (m) = 6.991.381,23 Pressão: 26 mca
Booster Mangue 110cv (proposto)	OFF	OFF
Booster Quatro Ilhas (proposto – atual bomba do Mangue)	OFF	OFF
Booster Centro (proposto – atual bomba Quatro Ilhas)	OFF	OFF
Booster Retiro dos Padres (existente)	Inversor - Ponto de controle: X (m) = 749.524,06 Y (m) = 6.994.442,05 Pressão: 11 mca	OFF

Figura 23 - Pressões na rede de distribuição em cenário a longo prazo – Alta temporada

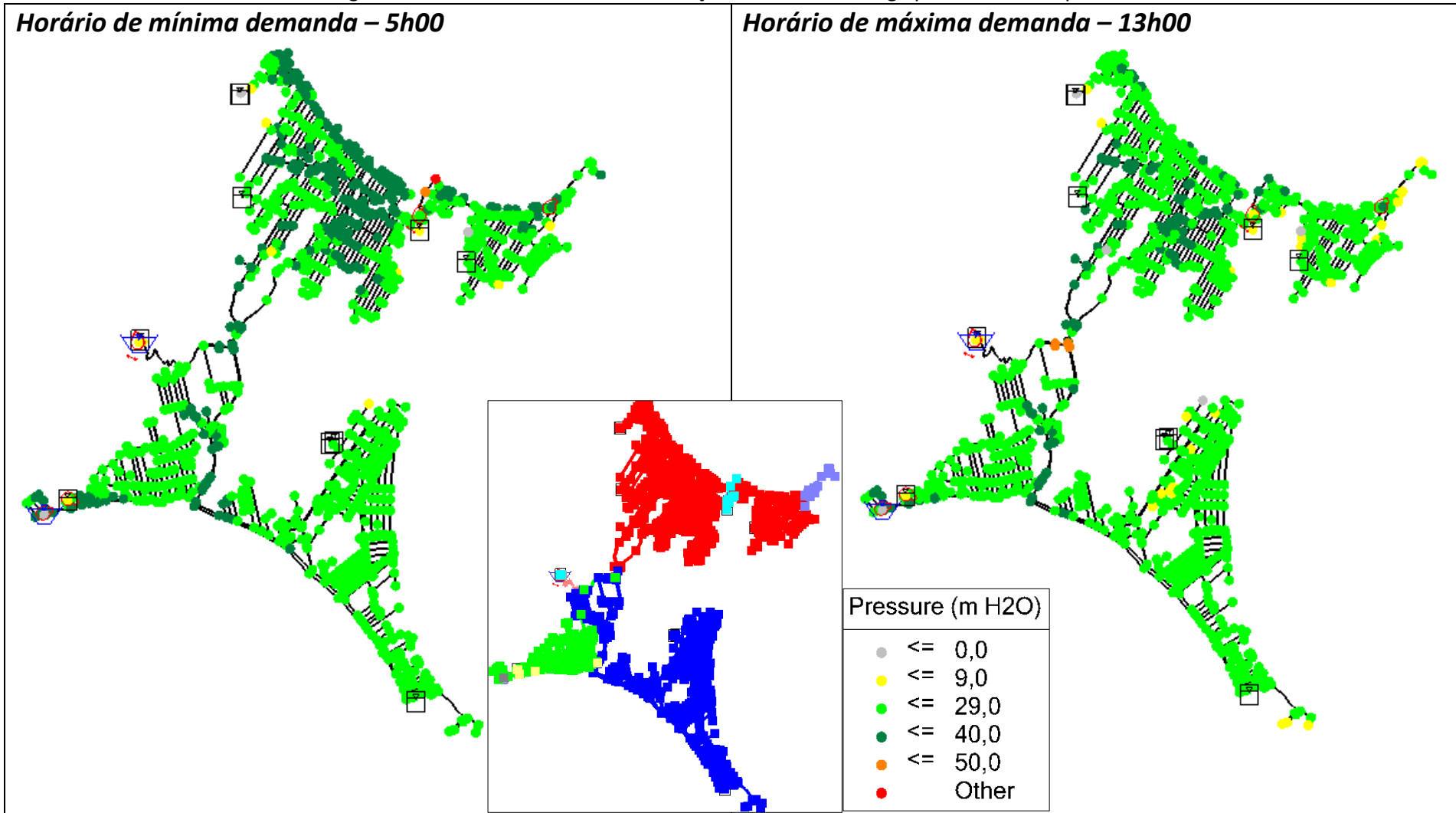
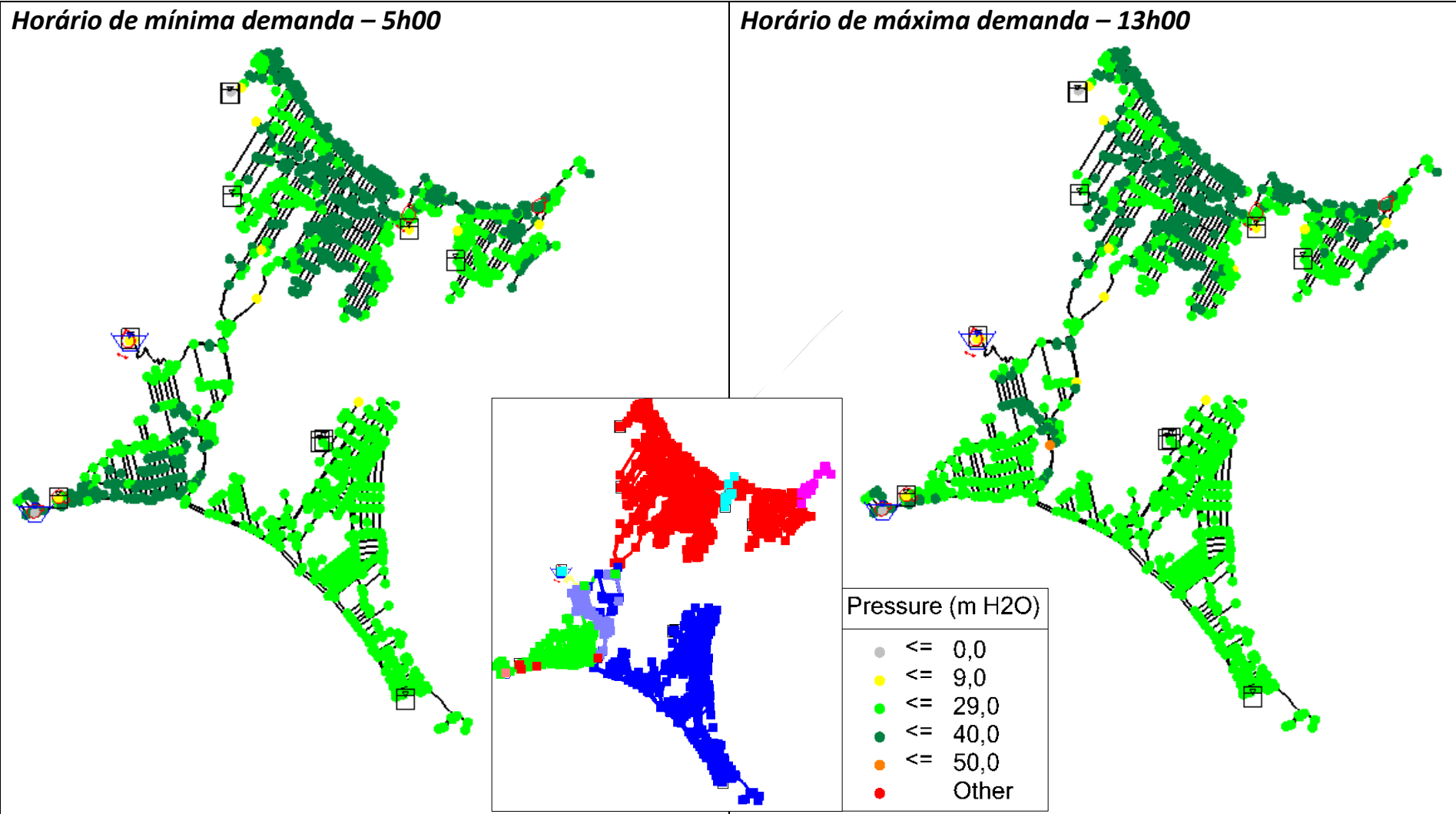


Figura 24 - Pressões na rede de distribuição em cenário a longo prazo – Baixa temporada

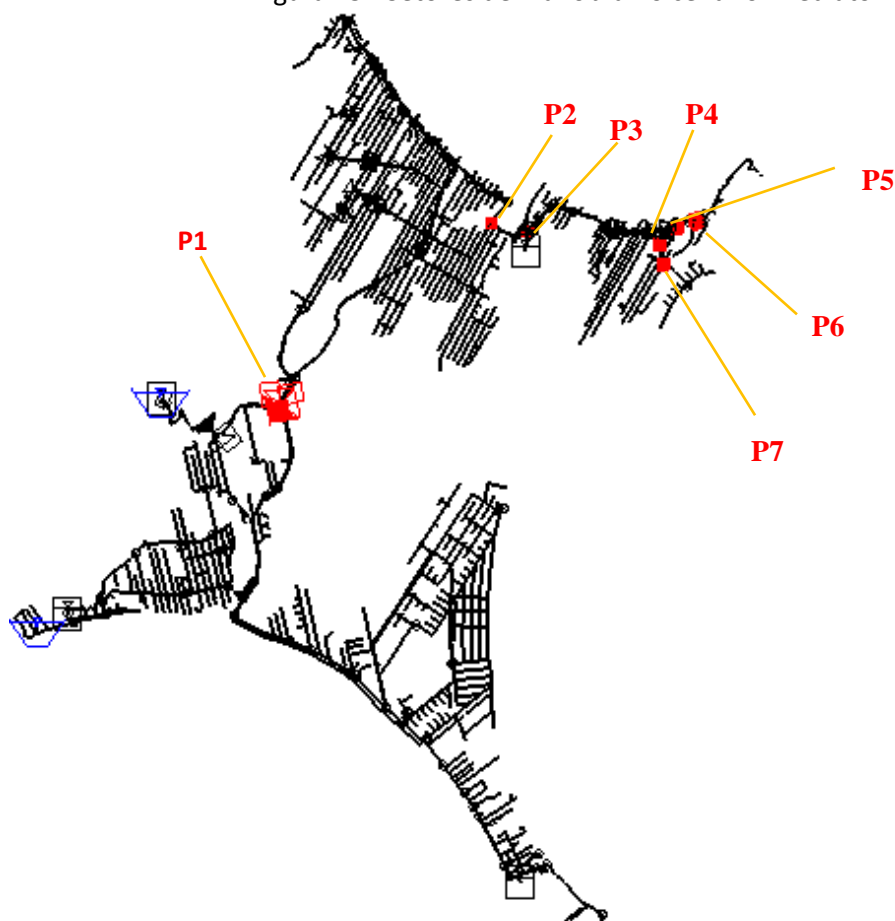


6.5. Pontos de controle de Zonas de Pressão

Imediato

No prazo imediato, as zonas de pressão apresentadas anteriormente são delimitadas pelos pontos apresentados na figura a seguir.

Figura 25 - Setores de manobra no cenário imediato



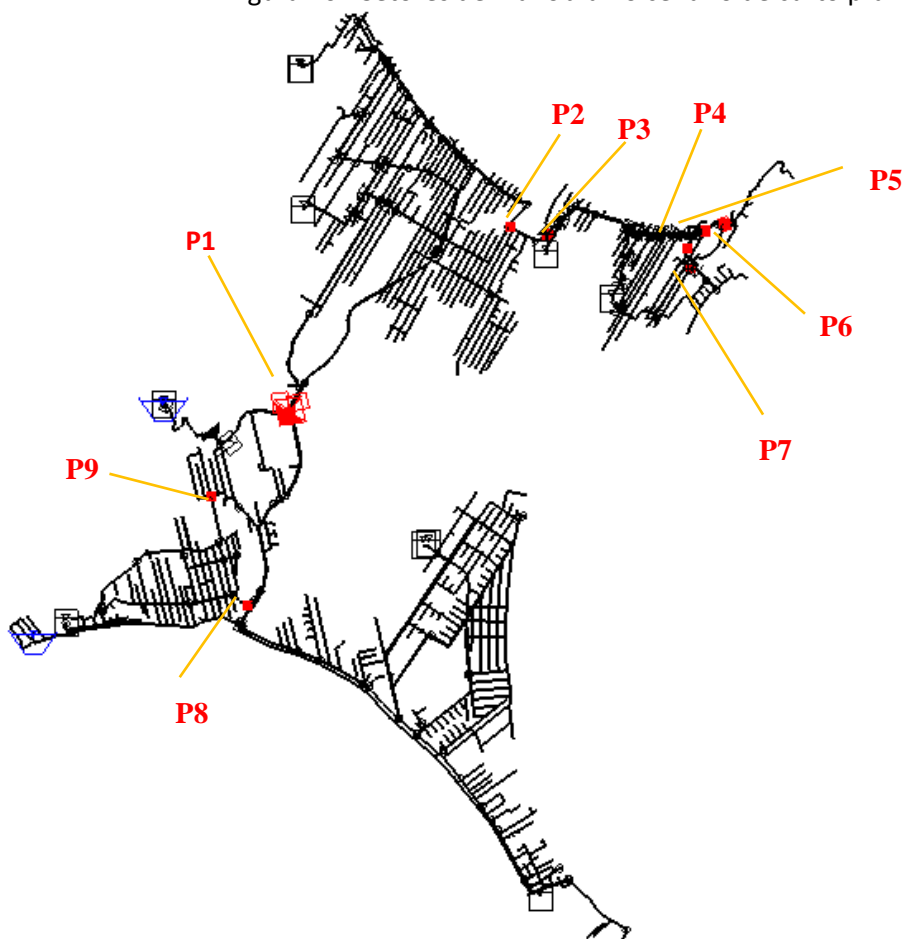
Quadro 41 - Informações sobre os pontos de manobra no cenário imediato

Nome do ponto de manobra	Equipamento hidráulico	Quantidade	Diâmetro da tubulação a ser implantado	Local
P1	VRP	2	250 e 350	Cruzamento da Rua Araçá com a Rua Abacate
	Registro de isolamento	2	250 e 100	
P2	Booster Mangue	1	300	Rua Vereador Manoel José dos Santos, próximo à Av. Fragata
	Registro de isolamento	1	300	
P3	Booster Corvina	1	75	Rua Vereador Manoel José dos Santos, próximo à Rua Cherne
	Registro de isolamento	1	75	
P4	Booster Quatro Ilhas	1	100	Rua Surubim
	Registro de isolamento	1	100	
P5	Registro de isolamento	1	50	Rua Salema próximo à Rua Serigado
P6	Booster Retiro dos Padres	1	50	Rua Vereador Manoel José dos Santos, próximo à Rua Sardinha
	Registro de isolamento	2	50 e 100	
P7	Registro de isolamento	1	50	Rua Tainha próximo à Rua Ilha das Galés

Curto

Em curto prazo, as zonas de pressão são delimitadas pelos 7 pontos indicados anteriormente, acrescentando-se o ponto 8 (P8) e ponto 9 (P9).

Figura 26 - Setores de manobra no cenário de curto prazo



Quadro 42 - Informações sobre os pontos de manobra no cenário de curto prazo

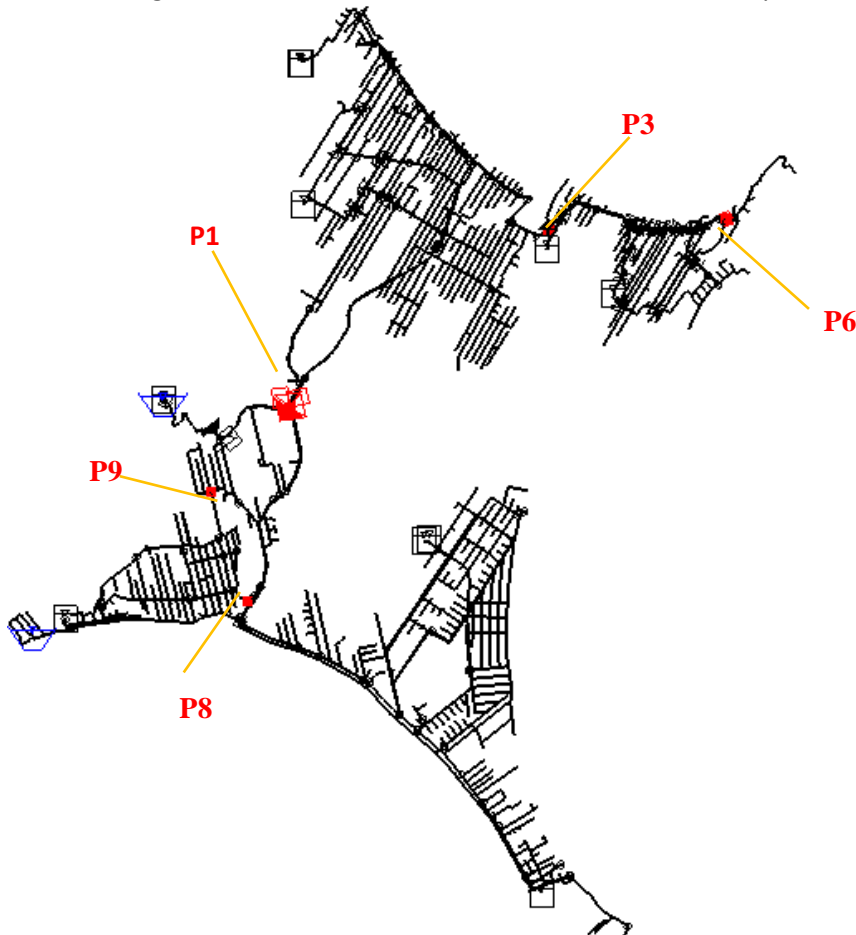
Nome do ponto de manobra	Equipamento hidráulico	Quantidade	Diâmetro da tubulação a ser implantado	Local
P8	Registro de isolamento	1	150	Rua Rio das Garças próximo à Rua Maracujá
P9	Registro de isolamento	1	40	Rua Rio Corumbá próximo à rua Rio Coxim



Médio e Final de Plano

A médio prazo as zonas de pressão são delimitadas pelos pontos P1, P3 e P6, indicados no cenário imediato, e pelos pontos P8 e P9 do cenário a curto prazo.

Figura 27 - Setores de manobra no cenário de médio prazo e final de plano



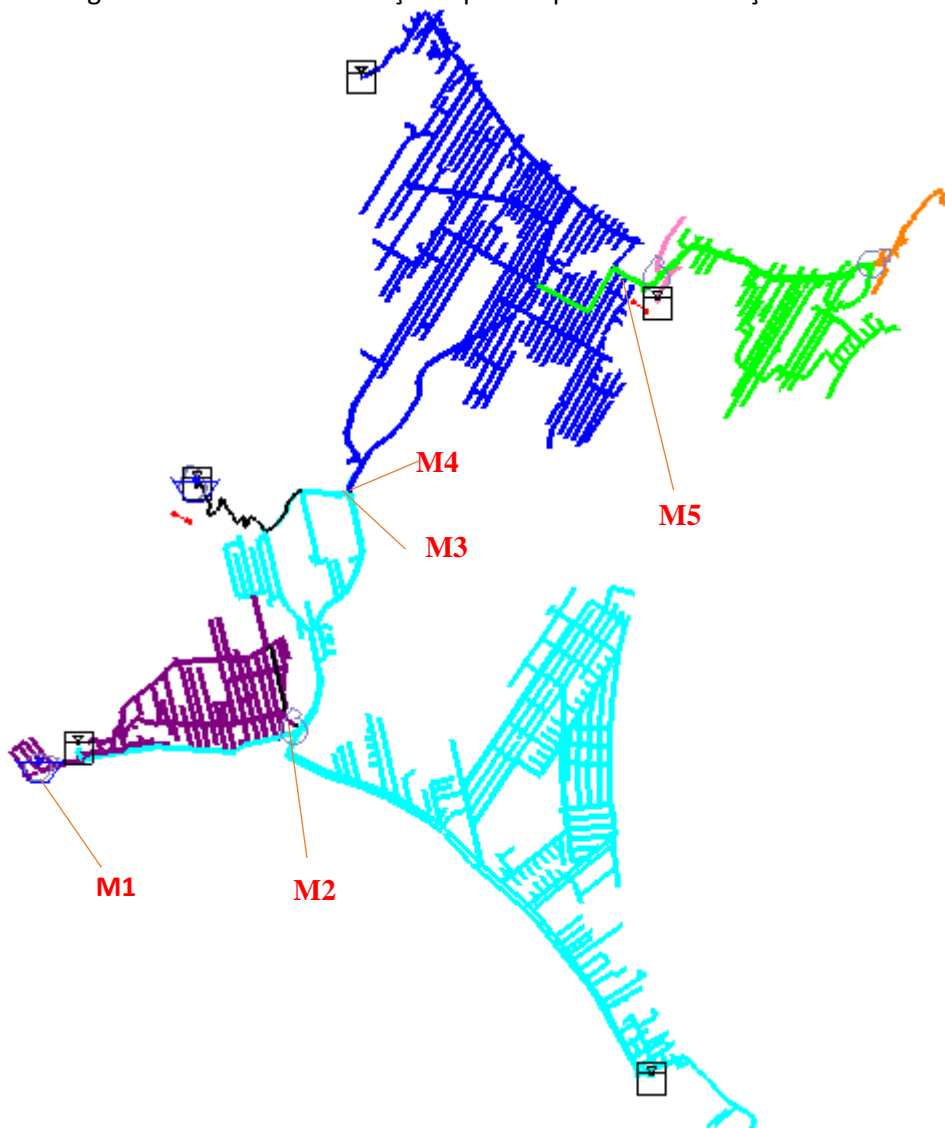
6.6. Setores de medição e controle

Os setores de medição são ferramentas fundamentais para a gestão de um sistema de abastecimento público.

Com o intuito de melhorar a compreensão das diferenças de consumo de água e perdas existentes em um município e gerar séries históricas de vazões consumidas em cada região, optou-se por manter, sem grandes variações, os setores de medição desde o cenário imediato até o de final de plano.

A partir das características das zonas de pressão e dos setores de manobra principais, foram localizados cinco pontos para medição de vazão.

Figura 28 - Setores de medição e pontos para macromedição de vazão



Quadro 43 - Informações sobre os locais de macromedição de vazão dos setores

Nome do ponto de macromedição	Diâmetro da tubulação a ser implantado	Local
M1	200	Saída da ETA Zimbros (tubulação existente)
M2	250	Av. Girassol, na saída do booster a ser instalado (tubulação proposta) O macromedidor monitorará apenas a vazão da ETA de Zimbros destinada à região do Mariscal.
M3	250	Rua Rio Corumbá próximo à rua Rio Coxim – sentido sul (tubulação proposta)
M4	350	Rua Rio Corumbá próximo à rua Rio Coxim – sentido norte (tubulação proposta)
M5	300	Rua Vereador Manoel José dos Santos, próximo à Rua Cherne (tubulação proposta)

Os pontos críticos de cada setor macromedido, em termos de pressões altas e baixas, são indicados no 'ANEXO 8 - Alternativa 2 - Distritos de Medição e Controle'.

7. Considerações Finais

O estudo realizado permitiu a elaboração de um modelo hidráulico calibrado representativo do Sistema de Abastecimento Público de Bombinhas, a partir de informações referentes a vazões de entrada no sistema, variação do nível de água dos reservatórios principais e comparação entre pontos de pressão medidos e modelados.

Identificou-se que o sistema atual na baixa temporada apresenta poucos locais e períodos nos quais a pressão encontrada equivale a menos que 10 mca, ocorrência observada principalmente no período de máxima demanda e em pontas de rede no Centro, próximas de morros, e em Mariscal. Ainda sobre o cenário de baixa temporada, tem-se pressões elevadas na região de Zimbros, próximo à bomba da ETA de Zimbros. Entretanto, devido à presença de inversor de frequência na mesma, o sistema opera com valores mais baixos de pressão.

No cenário de alta temporada, a situação é visivelmente mais crítica visto que, tanto em períodos de máxima demanda quanto em de mínima demanda, as pressões encontradas em diversos bairros atingem valores menores que 10 mca. Os principais bairros afetados pelas baixas pressões são: Mariscal, Canto Grande, Bombas, Centro e Quatro Ilhas nos horários de mínima demanda. Para o período de máxima demanda, a modelagem indica que apenas o bairro de Zimbros possui pressões maiores que 10 mca em toda sua extensão.

Com o modelo hidráulico devidamente calibrado foi possível elaborar três propostas para o desenvolvimento do sistema de Bombinhas. As alternativas foram analisadas em cenário de alta temporada de final de plano (2049), quando é estimada uma vazão de 252,63L/s, o que inclui 25% de perdas.

A fim de identificar a melhor alternativas para Bombinhas, foram realizadas análises de cunho técnico, ambiental e econômico, resultando na seleção da melhor alternativa (Alternativa 2).

Cenários intermediários de alta temporada foram simulados para etapalização das obras ao longo do horizonte de projeto. Cenários de baixa temporada foram também simulados para análise de operação do sistema, identificando possíveis ajustes em equipamentos hidráulicos e manobras na rede para redução de pressão (uma vez que a vazão de alta temporada é 263% maior que a de baixa temporada).

Para a alternativa 2, a área sul do município passa a ser setorizada em duas zonas de pressão: o bairro de Zimbros é isolado, sendo abastecido diretamente pelo reservatório de Zimbros; e os bairros Morrinhos, Mariscal e Canto Grande passam a ser abastecidos por uma nova adutora pressurizada proveniente do reservatório de Zimbros, e pela nova ETA (quando a produção da primeira não for suficiente).

Os bairros localizados na área norte no município passam a ser abastecidos pela nova ETA de Bombinhas “Morro de Zimbros”. Para tanto, propõe-se a implantação de uma nova linha adutora de 300mm pelo interior do bairro de Bombas que se conectará à rede de 300mm existente na altura da Rua Fragata.



Uma nova adutora de 300mm é também proposta para melhoria das pressões na área Central (o que, a médio prazo, eliminará a necessidade dos boosters em alta temporada). Em etapa imediata, será implantada parte desta rede, a partir de uma derivação da tubulação de 300mm do bairro de Bombas até o início da Av. Ver. Manoel dos Santos, passando pelo booster do Mangue. Este booster deverá também ser substituído por uma bomba de maior potência (110cv).

Os Reservatórios da Polícia ficarão desativados durante a operação regular do sistema, pois estão localizados em cota elevada, o que os impede de serem utilizados como reservatórios de jusante. No entanto, estes podem ser ativados em épocas de pico, com a compra de água da CASAN.

Com relação às perdas de água, observa-se necessidade de que estas sejam reduzidas para índices inferiores a 25% com urgência, uma vez que Bombinhas possui períodos críticos com demanda excessiva de água pela população flutuante, como discutido no Tomo I deste trabalho. Assim, especialmente nesta época do ano (que se estende por aproximadamente duas semanas), a redução das perdas de água contribuirá com o aumento do volume disponível para a população. Além disso, é preciso garantir uma reserva mínima em cada residência, bem como realizar campanhas de economia de água, para enfrentamento do período crítico.

Ressalta-se que a confecção da modelagem hidráulica deve ser seguida de constantes atualizações do modelo a fim de que o mesmo não se torne obsoleto e, portanto, ineficiente como ferramenta de gestão do sistema de abastecimento. Alguns exemplos de informações que devem ser frequentemente inseridas no modelo são: novas ligações de água, novas tubulações, variações do consumo e alterações do status de registros (aberto/ fechado).

Além das atualizações, outras ações também são recomendadas, a saber:

- Elaboração de cadastro de consumidores georreferenciado, a fim de que as vazões de consumo sejam devidamente alocadas por lotes e não mais por bairros, visto que a distribuição populacional não é uniforme. As cidades litorâneas, em especial, ainda possuem a característica de maior adensamento populacional nas orlas;
- Inserção de controles de vazão nas zonas de medição para que as curvas de padrão de consumo e perdas possam ser devidamente calibradas para cada setor do município;
- Verificação das informações cadastrais das tubulações (confirmação de presença das tubulações, verificação de diâmetro) e registros (confirmação do tipo e a abertura dos mesmos);
- Adição de informações de desgaste de bombas e boosters (eficiência);
- Elaboração de medições de mínima vazão noturna para identificar a vazão de perdas;
- Adição de informações sobre frequência e local de quebra de tubulações para a melhor gestão patrimonial e operacional por meio da ferramenta “Pipe Break Analysis” do WaterGEMS;

Com a constante atualização e aprimoramento do modelo hidráulico, o gerenciamento do sistema de abastecimento de água tratada torna-se simplificado e mais seguro para a tomada de decisões e gestão do patrimônio público.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Publicações**. Estudos hidrogeológicos. Disponível em: <http://www.abas.org/estudos_termos.php>. Acessado em 12.01.2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12211. **Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 1992.

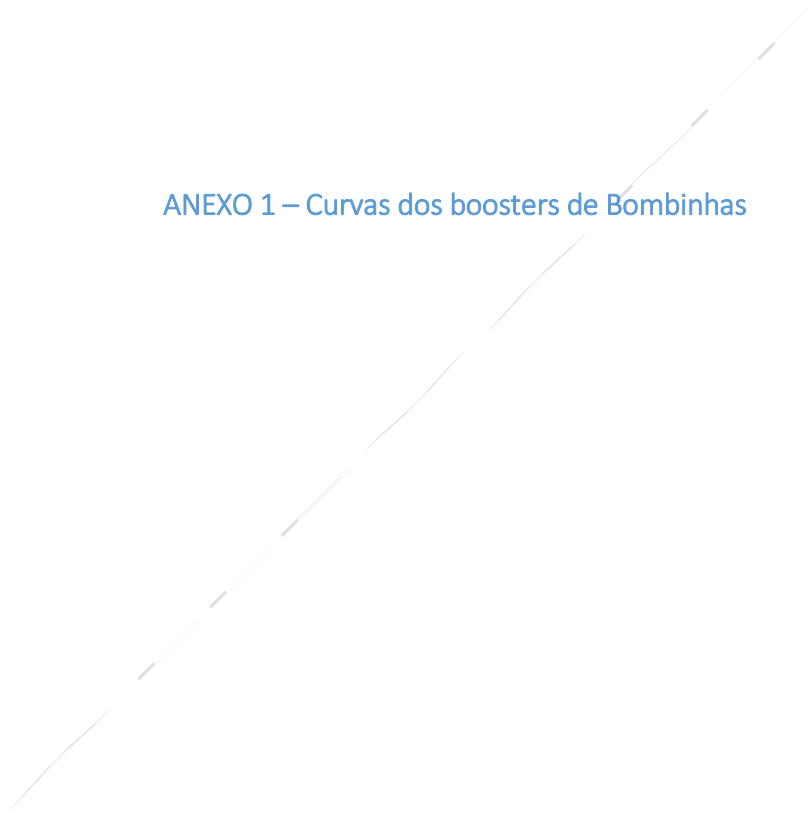
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12.218. **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento**. Rio de Janeiro, 1994.

TANAKA, T. **Curso de Hidráulica Geral e Aplicada**. vol. 1. Mogi das Cruzes, 1974.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. Seção 8.3.5

ANEXOS

ANEXO 1 – Curvas dos boosters de Bombinhas



ANEXO 2 – Sistema atual - Áreas de manobra

ANEXO 3 – Concepção Alternativa 1



ANEXO 4 – Conceção Alternativa 2



ANEXO 5 – Concepção Alternativa 3

ANEXO 6 – Alternativa 2 – Registros de manobra propostos e Subsetores

ANEXO 7 – Alternativa 2 – Obras



ANEXO 8 – Alternativa 2 – Distritos de Medição e Controle



ANEXO 9 – Polígonos de carregamento de vazão

