

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO –
ESCOLA POLITÉCNICA**

**PROJETO FINAL DE CONCLUSÃO DE ENGENHARIA CIVIL
ÊNFASE EM RECURSOS HÍDRICOS**

**ESTUDO DE CONCEPÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA PARA A VILA JOANIZA/ILHA DO GOVERNADOR**

**DANIEL BARBOSA OKUMURA
LUÍS ROBERTO LIMA RAMÍREZ**

**Rio de Janeiro
Setembro - 2012**

**PROJETO DE REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
PARA A VILA JOANIZA/ILHA DO GOVERNADOR**

DANIEL BARBOSA OKUMURA

LUÍS ROBERTO LIMA RAMÍREZ

**Projeto de Graduação apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da
Escola Politécnica, Universidade
Federal do Rio de Janeiro,
comoparte dos requisitos
necessários à obtenção dotítulo de
Engenheiro.**

Aprovado por:

Orientador: Iene Christie Figueiredo, D.Sc. Professora Adjunta EP/UFRJ

Mônica Pena, D. Sc. Professora Substituta EP/UFRJ

Isaac Volschan Júnior, D.Sc Professor Adjunto EP/UFRJ

Rio de Janeiro

Setembro/2012

RESUMO

Com as recentes políticas para o saneamento básico do governo federal e a política do governo estadual de recolocar os serviços básicos em alguns locais que até outrora eram territórios de poderes paralelos, fez-se surgir a idéia de realizar um estudo de concepção do sistema de abastecimento de água da comunidade Vila Joaniza (também conhecida como Morro do Barbante), localizada na Ilha do Governador, Rio de Janeiro. Para a realização dessa concepção, foram adotados critérios econômicos e técnicos. Foram feitas duas concepções para serem estudadas e os resultados foram analisados segundo a melhor solução técnica e a melhor solução econômica. Para tal, foram utilizadas como ferramentas para cálculos hidráulicos o programa EPANET 2.0 e planilhas Excel. Já para o cálculo de custos foi utilizado planilha Excel baseado nos custos estimados da CEDAE.

ABSTRACT

With recent policies from Federal Government for sanitation and the policy from the State Government to put back some basic services in places that once was under domain of parallel power, an idea of study of conception of Water Supply System for Comunidade Vila Joaniza (also known as Morro do Barbante), placed at Ilha do Governador, Rio de Janeiro appeared. To make this conception, it was adopted economic and technical criteria. It was made two conceptions to be studied and the results were analyzed under the best solution technical and economical. To do this, it was utilized as tools for hydraulics calculations the program EPANET 2.0 and Excel tables. For the costs calculation it was used Excel tables based on estimated costs of CEDAE.

AGRADECIMENTOS

DANIEL BARBOSA OKUMURA

À minha mãe, Betânia e ao meu irmão Thiago que em todos os momentos da minha vida estiveram do meu lado dando forças para continuar e não desistir.

Ao meu avô, Yutaka que faleceu no início deste ano sem poder ir à minha formatura mas tenho certeza que estará olhando em outro plano por mim.

Aos professores da universidade que com muita boa vontade passaram seus conhecimentos de forma esclarecida.

Ao Luís, minha dupla de projeto final que me aturou até o fim deste trabalho.

E a Deus, por ter fornecido saúde e condições para que eu pudesse concluir esta etapa da minha vida.

LUÍS ROBERTO LIMA RAMÍREZ

A minha mãe Fátima que sempre foi um exemplo, não apenas dentro de casa, mas também como engenheira.

Ao meu irmão Hugo que faz parte desses anos de caminhada.

A minha avó Genir, que sempre acreditou em mim e mesmo não estando mais nesse mundo, tenho certeza que fiz por onde para deixá-la orgulhosa.

Aos meus familiares, que mesma a distância sempre me incentivaram.

A Carol que com muita paciência e carinho colaborou nessa caminhada.

Ao Daniel que além de um bom amigo que eu ganhei na faculdade, me ajudou muito na última reta da faculdade.

Aos professores do Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, que através das suas aulas e conversas me fizeram enveredar nesse caminho e que sempre tinham boas palavras.

Aos amigos e irmãos, pois sem eles o meu mundo seria sem sal e a rotina seria esmagadora.

Ao Pai Celeste, que independente do nome que damos a Ele, está em tudo.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
2 HISTÓRICO.....	2
3 ASPECTOS SOCIAIS.....	6
4 CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE.....	8
5 DADOS DE PROJETO.....	11
5.1 POPULAÇÃO DE PROJETO.....	11
5.2 VAZÃO DE PROJETO.....	11
6 CRITÉRIOS E METODOLOGIAS DE PROJETO.....	13
7 CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	17
7.1 CONCEPÇÃO 1.....	17
7.2 CONCEPÇÃO 2.....	19
8 DIMENSIONAMENTO.....	20
8.1 DIMENSIONAMENTO DA CONCEPÇÃO 1.....	20
8.1.1 DIMENSIONAMENTO DA REDE DISTRIBUÍDORA DE ÁGUA – CONCEPÇÃO 1.....	20
8.1.2 DIMENSIONAMENTO DOS CASTELOS E RESERV. DA CONCEPÇÃO 1.....	34
8.1.3 DIMENSIONAMENTO DO TRONCO QUE ABASTECERA OS CASTELOS E RESERVATÓRIOS.....	36

8.2 DIMENSIONAMENTO DA CONCEPÇÃO 2.....	38
9 ESTIMATIVA DE CUSTO.....	48
9.1 ESTIMATIVA DE CUSTO – CONCEPÇÃO 1.....	48
9.2 ESTIMATIVA DE CUSTO – CONCEPÇÃO 2.....	54
10 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS.....	61

ANEXOS

Anexo 1 – Custos Unitários para Estimativas de Custos

Anexo 2 – Desenho Esquemático da Concepção 1

Anexo 3 – Desenho Esquemático do Tronco Alimentador da Concepção 1

Anexo 4 – Desenho Esquemático da Concepção 2

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Posicionamento da Comunidade Vila Joaniza dentro da Ilha do Governador – RJ (foto do Google Earth).

Figura 2: Vista Parcial da Vila Joaniza (Foto de 2003, para o diagnóstico da Vila Joaniza para o Programa Favela Bairro)

Figura 3: Muro da Aeronáutica sendo construído em 2003 (Foto da SMH 2003)

Figura 4: Muro da Aeronáutica em 2012 (Foto da CESEC em fevereiro de 2012)

Figura 5: Rua Araponga – Principal rua da comunidade (Foto de 2003, para o diagnóstico da Vila Joaniza para o Programa Favela Bairro)

Figura 6: A área delimitada em vermelho, corresponde ao perímetro da Vila Joaniza

Figura 7: Desenho esquemático para a rede na concepção 1

Figura 8 Desenho esquemático para a localização do Booster do Fundão e a Comunidade Vila Joaniza

Figura 9: Desenho Esquemático da Rede de Abastecimento de Água da Comunidade Vila Joaniza no Concepção 1

Figura 10: Desenho com a localização dos Nós sob influência do Castelo 1

Figura 11: Desenho com a localização dos Nós sob influência do Castelo 2

Figura 12: Desenho esquemático para o caso do Castelo 1 através do EPANET 2.0

Figura 13: Desenho com a localização dos Nós sob influência do Castelo 1

Figura 14: Desenho com a localização dos Nós sob influência do Castelo 2

Figura 15: Desenho esquemático para o caso do Castelo 1 através do EPANET 2.0

Figura 16: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Castelo 1 através do EPANET 2.0

Figura 17: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Castelo 1 através do EPANET 2.0

Figura 18: Desenho esquemático para o caso do Castelo 2 através do EPANET 2.0

Figura 19: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Castelo 2 através do EPANET 2.0

Figura 20: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Castelo 2 através do EPANET 2.0

Figura 21: Desenho esquemático para o caso do Reservatório através do EPANET 2.0

Figura 22: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 1

Figura 23: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 2

Figura 24: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 1

Figura 25: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 2

Figura 26: Desenho esquemático para o Tronco Alimentador através do EPANET 2.0

Figura 27: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Tronco Alimentador através do EPANET 2.0

Figura 28: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Tronco Alimentador através do EPANET 2.0

Figura 29: Planta com o desenho inicial para o plano 2 para a Vila Joaniza

Figura 30: Desenho esquemático para o caso do Plano 2 através do EPANET 2.0

Figura 31: Tabela da Rede para os Nós do Plano 2 através do EPANET 2.0 – parte 1

Figura 32: Tabela da Rede para os Nós do Plano 2 através do EPANET 2.0 – parte 2

Figura 33: Tabela da Rede para as Tubulações do Plano 2 através do EPANET 2.0 – parte 1

Figura 34: Tabela da Rede para as Tubulações do Plano 2 através do EPANET 2.0 – parte 2

TABELAS

Tabela 1: População considerada no trabalho

Tabela 2: Cálculo para Vazão de Distribuição para Redes Ramificadas – Concepção 1

Tabela 3: Cálculo para o custo do Castelo 1

Tabela 4: Cálculo para o custo do Castelo 2

Tabela 5: Cálculo para o custo do Reservatório Apoiado

Tabela 6: Cálculo para tubulação, conexões e acessórios – Concepção 1

Tabela 7: Cálculo para conjunto especial de peças e acessórios – Concepção 1

Tabela 8: Cálculo para assentamento da rede – Concepção 1

Tabela 9: Cálculo para reposição de pavimentos – Concepção1

Tabela 10: Cálculo para custos relativos as ligações prediais – Concepção 1

Tabela 11: Cálculo para o valor estimado da obra

Tabela 12: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Castelo 1

Tabela 13: Cálculo para Rede de Distribuição de água –Castelo 2

Tabela 14: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Reservatório (parte 1)

Tabela 15: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Reservatório (parte 2)

Tabela 16: Cálculo para Vazão de Distribuição para Redes Ramificadas – Concepção2

Tabela 17: Cálculo para tubulação, conexões e acessórios – Concepção2

Tabela 18: Cálculo para conjunto especial de peças e acessórios – Concepção2

Tabela 19: Cálculo para assentamento da rede – Concepção2

Tabela 20: Cálculo para reposição de pavimentos – Concepção2

Tabela 21: Cálculo para custos relativos as ligações prediais – Concepção 2

Tabela 22: Cálculo para orçamento final – Concepção 2

Tabela 23: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Concepção2 (parte 1)

Tabela 24: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Concepção2 (parte 2)

Tabela 25: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Concepção2 (parte 3)

Tabela 26: Comparação dos custos entras duas concepções

1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A idéia para este estudo nasceu com a leitura e o acompanhamento das notícias de reurbanização e pacificação de algumas comunidades do Rio de Janeiro. Outra influência foi devido à ênfase que foi dada ao saneamento básico que aconteceu na eleição para presidente de 2010. Desse modo, uniram-se os conhecimentos que foram adquiridos durante os anos na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e foi realizado um estudo que poderá ser implantado a favor da população.

Partindo desse ponto, iniciou-se a pesquisa de algumas localidades para elaborar um estudo e que ao mesmo tempo possuísse dados para executar os cálculos necessários e demais considerações que porventura viessem a ser requisitados. Desse modo, acabou-se por escolher a comunidade da Vila Joaniza, que se encontra situada na Ilha do Governador – Rio de Janeiro. O intuito do presente trabalho é poder aplicar os conhecimentos que foram obtidos ao longo do curso de engenharia civil e realizar um estudo de concepção do sistema de abastecimento de água para uma comunidade, fazendo suas aplicações dentro da realidade que se tem. Foi realizado o estudo de concepção, apresentando duas alternativas com suas respectivas análises de custo.

Desse modo, apresentou-se o estudo em vistas para a obtenção dos créditos referentes à disciplina EEWX00 – Projeto de Graduação – Recurso Hídricos, e conclusão do curso formando-se em Engenharia Civil pela Escola Politécnica – UFRJ.

2 – HISTÓRICO

No século XVIII, a parte ocidental da atual Ilha do Governador é doada aos monges Beneditinos, que ali instalaram uma fazenda. No século seguinte, Dom João VI resolve por meio de decreto, que essa área seja local de caça e de cria.

Em 1924 é instalada a Escola de Aviação Naval, que possibilitou o desenvolvimento de hangares, oficinas, alojamentos entre outros. Quase 25 anos depois, em 1948, o Ministro Salgado Filho faz um novo projeto para o local contemplando um novo arranjo para o aeroporto ali existente. É construída a ponte que faz a ligação da Ilha até a Avenida Brasil e quatro anos mais tarde entra em operação o Aeroporto do Galeão.

Já o uso residencial do Bairro do Galeão se restringe às Vilas Oficiais Militares, a Comunidade da Vila Joaniza, a Comunidade do Caricó e a Comunidade da Águia Dourada. O restante da área é ocupada por instalações militares e demarcação da reserva florestal ali existente. Pode-se observar o posicionamento da comunidade em meio a instalações militares na *Figura 1* bem como sua localização na Ilha do Governador.



Figura 1: Posicionamento da Comunidade Vila Joaniza dentro da Ilha do Governador – RJ (foto do Google Earth).

A Comunidade da Vila Joaniza (**Figura 2**) é a mais antiga daquelas ali localizadas e que não tem origem militar. Já havia algumas famílias que moravam ali em meados da década de 50, porém a sua formação como comunidade e o começo da sua nova proporção começam em 1984. Nesse ano a Aeronáutica, através da sua prefeitura, começa a fazer movimentações para recuperar o terreno que ela reclamava ser seu. Nesse enredo, cria-se uma associação de moradores que passa a fazer um loteamento do terreno para se fazer a ocupação e colocando famílias ali, não permitindo a retomada de terras por parte da Aeronáutica. Essa divisão é que gera os dois nomes do local: Vila Joaniza e Morro do Barbante (barbante teria origem por ser o instrumento utilizado para demarcar os loteamentos). Durante todo o imbróglio, descobre-se que o terreno na verdade é do Ministério da Justiça e, desse modo, a população fica definitivamente

estabelecida no local, visto que o Ministério não tinha a menor intenção de desalojar e utilizar aquele espaço.

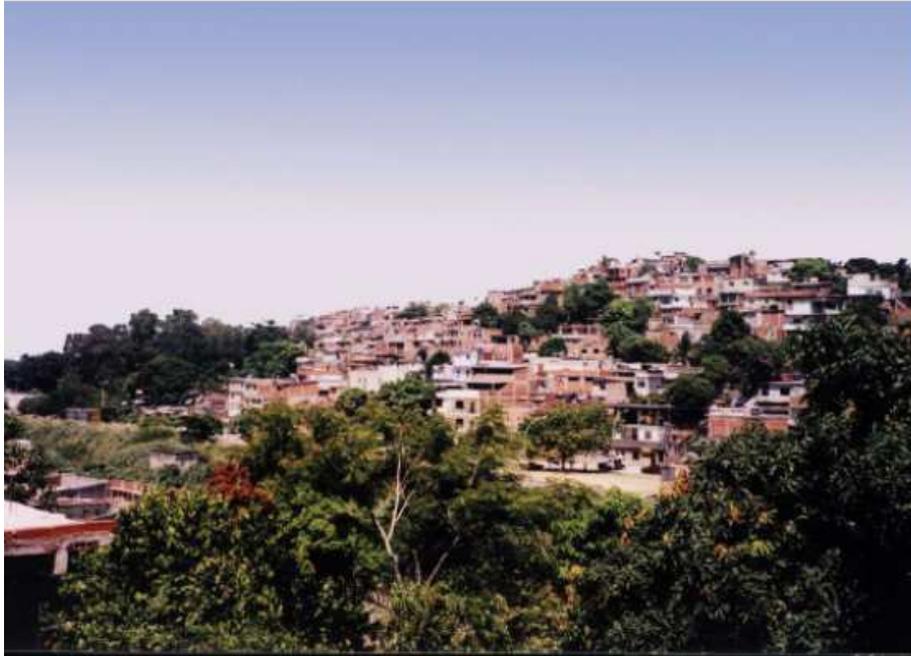


Figura 2: Vista Parcial da Vila Joaniza (Foto de 2003, para o diagnóstico da Vila Joaniza para o Programa Favela Bairro)

Após todos os problemas pela disputa do território entre os militares e a população, definiram-se os limites da comunidade através da instalação de um muro. A última “atualização” desse muro foi feito em 2003 (**Figura 3** e **Figura 4**), deixando separados o limite do uso da população da Comunidade e o limite da utilização dos terrenos da Aeronáutica.



Figura 3: Muro da Aeronáutica sendo construído em 2003 (Foto da SMH 2003)



Figura 4: Muro da Aeronáutica em 2012 (Foto da CESEC em fevereiro de 2012)

3 – ASPECTOS SOCIAIS

Dentre os importantes aspectos sociais a serem considerados está a segurança. Em pesquisa feita pelo CESEC – Centro de Estudos de Segurança e Cidadania – no ano de 2012, percebe-se que atualmente a população vivencia um clima de aparente segurança. A Vila Joaniza foi palco de conflitos entre traficantes de facções opostas (Comando Vermelho e Terceiro Comando) durante anos. À cerca de três anos parece ter ocorrido algo singular no que tange a segurança pública. Por volta de 2009, a comunidade passou a ter mais paz, com a diminuição da troca de tiros e confrontos entre as duas facções citadas anteriormente e também entre a milícia que ali se instalou. Ao que parece, foi feito uma espécie de pacto que demarcou que o tráfico ficaria na parte mais alta do morro e a milícia ficaria com o resto do morro, de modo que a comunidade não precisasse sofrer com o armamento ostensivo que era imposto àquele local durante anos. Esse pacto fica mais evidente ao se ter notícia de que o resto da Ilha Governador é dominado pela facção Terceiro Comando, fazendo com que a comunidade se torne um local isolado frente às demais comunidades locais.

A população como um todo, se sente muito mais tranquila e em pesquisa responde que a segurança (CESEC, 2012) é uma das principais características e atrativos da comunidade da Vila Joaniza (*Figura 5*, foto da principal rua da comunidade), tanto que apresenta outros tipos de problemas quanto à violência (violência doméstica, brigas de bar entre outros).

Explicitado esse primeiro ponto, veem-se os problemas decorrentes do mesmo. Por conta de ser um local isolado e controlado por poderes paralelos, há casos de déficit nos serviços públicos. Na questão social têm-se problemas que são inerentes aos casos supracitados e também ligados a questões públicas, como casos de gravidez precoce,

alcoolismo, uso de drogas, depressão e problemas de saúde diretamente ligados à falta de infraestrutura como viroses e tuberculose, fazendo ressaltar ainda mais a necessidade de obras de infraestrutura como uma rede de abastecimento de água.



Figura 5: Rua Araonga – Principal rua da comunidade (Foto de 2003, para o diagnóstico da Vila Joana para o Programa Favela Bairro)

4 – CARACTERIZAÇÃO DA LOCALIDADE

A Comunidade Vila Joaniza possui área em planta de aproximadamente 315.970m², possuindo limitações bem definidas desta área que é o muro que divide a comunidade com a área da Aeronáutica. A topografia da comunidade é caracterizada por dois morrotes que possuem cotas em relação ao nível do mar de 45 metros (Morro de São Bento) e 46 metros conforme *Figura 6*.

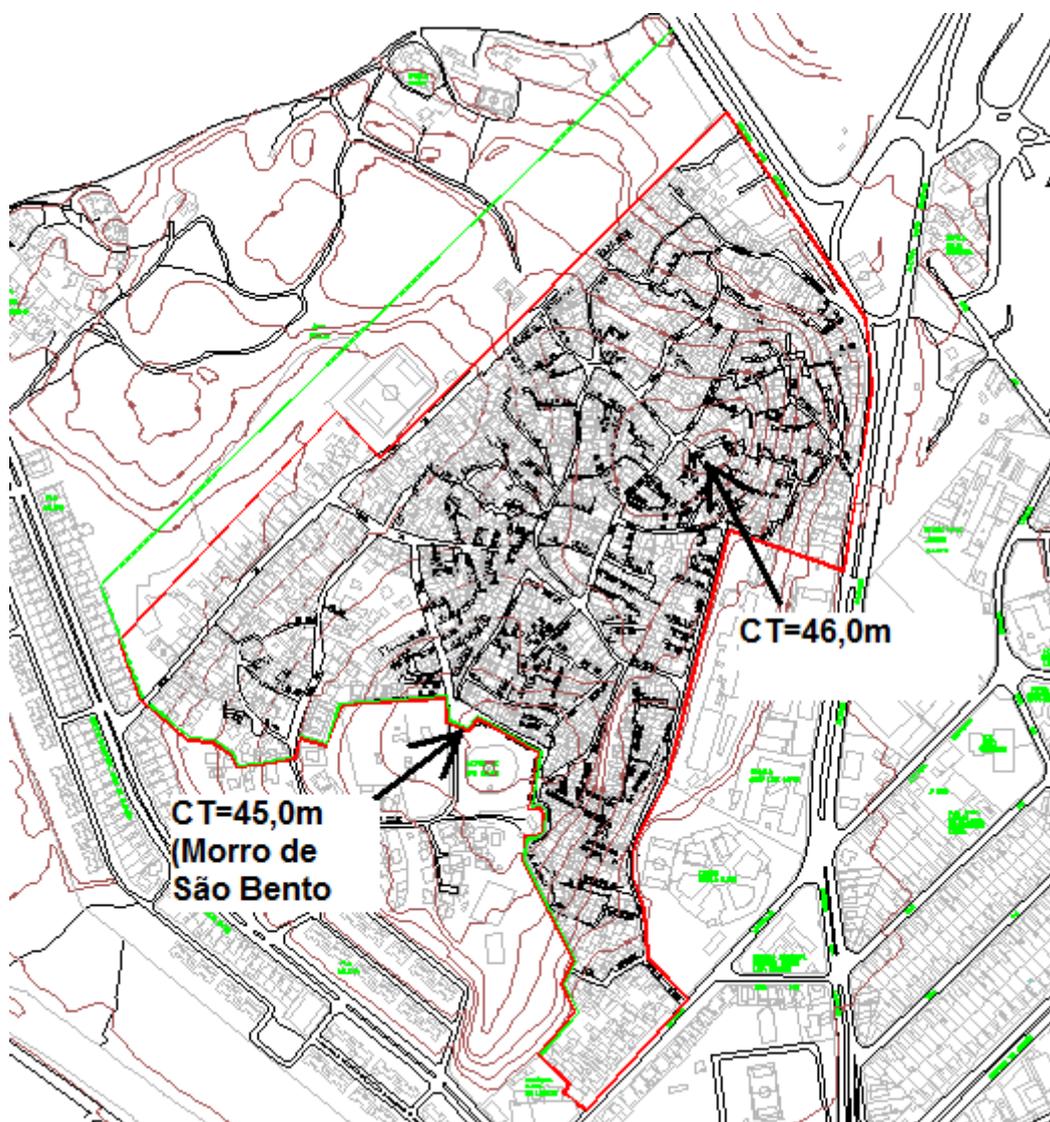


Figura 6: A área delimitada em vermelho corresponde ao perímetro da Vila Joaniza e a linha verde corresponde ao muro da Aeronáutica. Na figura encontram-se os pontos de cota mais altos dos dois morrotes da comunidade.

No total, a comunidade possui 25 logradouros sendo eles discriminados na **Tabela 1**.

Tabela 1: Nome dos logradouros da Comunidade Vila Joaniza, suas respectivas extensões e larguras em metros.

NOME DO LOGRADOURO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)
Rua Stela Maris	393,00	4,50
Rua Andorinha	282,00	2,60
Rua Tucano	57,00	2,50
Rua Araponga	421,00	5,60
Rua Águia Dourada	56,00	4,00
Rua Beija Flor	156,00	2,60
Rua Flamingo	132,00	2,80
Rua Irapuru	85,00	4,00
Rua Juriti	109,00	2,60
Rua Pardal	218,00	3,40
Rua 83	188,00	3,20
Travessa 74	227,00	4,80
Rua 82	70,00	3,20
Beco 46	137,00	2,40
Rua Bem Te Vi	170,00	4,00
Rua Cisne	123,00	4,20
Rua Periquito	82,00	3,50
Rua Gavião	123,00	3,00
Rua Ema	205,00	3,20
Rua Trinca Ferro	150,00	3,60
Rua Martin Pescador	322,00	4,10
Rua Arribaçã	80,00	3,80
Rua Coleiro	26,30	3,40
Rua Faisão	50,00	4,00
Rua 74	520,00	7,20

A comunidade é considerada como aglomerado subnormal na sua forma de ocupação segundo CENSO2010, tendo construções que em média possuem gabaritos máximos de 9 metros, onde as mesmas em sua grande maioria não possuem reservatórios inferiores (cisternas) e em certos casos também não possuem reservatórios superiores. O tipo de ocupação é em sua grande maioria domiciliar, sendo os comércios minoria na localidade, estando dispersos de forma a atender as necessidades básicas da população

como padarias, mercadinhos, cabeleireiros dentre outros. A rede de distribuição de água da localidade possui diâmetros despadronizados e em períodos de verão a falta d'água é constante.

Existe rede coletora de esgoto sanitário, porém seu funcionamento é deficitário devido a má utilização por parte dos moradores que ainda possuem certos hábitos prejudiciais a rede coletora de esgoto.

5 – DADOS DE PROJETO

5.1 – POPULAÇÃO DE PROJETO

Para a determinação da população do referido estudo em questão, foram utilizadas duas fontes, sendo elas a SMH – Secretaria Municipal de Habitação e o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (CENSO 2010), sendo os valores mostrados na *Tabela 2*.

Tabela 2: População da Comunidade Vila Joaniza segundo IBGE(CENSO2010) e SMH.

Fonte	População (habitantes)
IBGE(CENSO2010)	12004
SMH	23913

Chegando-se a conclusão que a utilização da população fornecida pela SMH será a melhor para o estudo em questão, por se tratar de dado fornecido pela SMH à CEDAE (Companhia Estadual de Água e Esgoto) através de consulta de possibilidade de abastecimento (CPAE) que tem a finalidade específica de realização de um projeto de abastecimento de água.

5.2 – VAZÃO DE PROJETO

Para a determinação da vazão a ser utilizada no pré dimensionamento do sistema de abastecimento de água da comunidade Vila Joaniza, deverá ser levado em conta:

- K1: coeficiente do dia de maior consumo = 1,20;
- K2: coeficiente da hora de maior consumo = 1,50;

- Consumo per capita para padrão baixo (ocupação desordenada) segundo a DZ-215.R-4 – Tabela 2 (n) = 120 litros/dia.hab;
- População (p) = 23.913 habitantes.

A vazão máxima demandada expressa em litros por segundo será dada pela expressão

$$Q_m = n \times K1 \times K2 \times p / 86400.$$

Tendo-se assim:

$$Q_m = 59,78 \text{ l/s}$$

6 – CRITÉRIOS E METODOLOGIAS DE PROJETO

A rede de distribuição para a comunidade Vila Joaniza, formada por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente através de um modelo de rede ramificada, terá como função o abastecimento de toda a área urbana da comunidade.

Na rede de distribuição distinguem-se dois tipos de condutos:

- Condutos principais;
- Condutos secundários.

Os condutos principais, também chamados troncos ou mestres, são as canalizações de maior diâmetro responsáveis pela alimentação dos condutos secundários. A eles interessa, portanto, o abastecimento de extensas áreas.

Os condutos secundários, de menor diâmetro, são os que estão imediatamente em contato com os prédios a abastecer e cuja alimentação depende diretamente deles. A área servida por um conduto deste tipo é restrito e está nas suas vizinhanças.

O traçado dos condutos principais deve tomar em consideração, de preferência:

- Ruas sem pavimentação;
- Ruas com pavimentação menos onerosa;
- Ruas de menor intensidade de trânsito;
- Proximidade de grandes consumidores;
- Proximidade das áreas e de edifícios que devem ser protegidos contra incêndio.

Parâmetros a serem seguidos:

- Pressão estática máxima: 50 metros de coluna de água;

- Pressão dinâmica mínima: 10 metros de coluna de água (pois o gabarito das construções existentes na comunidade é de aproximadamente 9 metros, e em sua maioria não possuem reservas inferiores);
- Diâmetro mínimo de 50 mm;
- Diâmetro máximo ao qual podem ser executadas ligações prediais de 200 mm.

No cálculo da rede ramificada, será usado um modelo de tabelas de cálculo hidráulico, conforme apresentado a seguir:

Sequências de cálculo:

1. Coluna (1) – Número do trecho, numerado seguindo uma sequência racional;
2. Coluna (2) – Nome do logradouro;
3. Coluna (3) – Comprimento do trecho, medidos na própria planta;
4. Coluna (4) – Vazão de jusante em cada trecho (Q_j). Nos trechos de ponta as vazões de jusante serão sempre iguais a 0,00 (zero), exceto em casos em que se deseje conservar uma demanda futura;
5. Coluna (5) – Vazão em marcha. A vazão em marcha é aquela consumida em cada trecho, ou seja: $Q_m = q_m$ (vazão de distribuição) x l (comprimento do trecho considerado);
6. Coluna (6) – Vazão de montante (Q_M), será igual a vazão de jusante (Q_J) somado a vazão em marcha, $Q_M = Q_J + Q_m$;
7. Coluna (7) – Vazão fictícia (Q_f), será a média aritmética entre as vazões de montante Q_M e a vazão de jusante Q_J ;
8. Coluna (8) – Diâmetro “D”, determinado pela tabela de limites de velocidade e a vazão fictícia (Q_f),

D(mm)	V _{máx} (m/s)	Q _{máx} (l/s)
50	0,50	1,00
75	0,50	2,20
100	0,60	4,70
150	0,80	14,10
200	0,90	28,30
250	1,10	54,00
300	1,20	84,80
350	1,30	125,10
400	1,40	175,90

9. Coluna (9) – Velocidade (m/s). Calculada para cada trecho, demonstrando que os limites foram respeitados;
10. Coluna (11) – Perda de carga total (hf), em metros, correspondente a perda unitária, calculada através da fórmula de Hazen – Williams, multiplicada pelo comprimento do trecho, para C=140;

$$H_f = 10,643 * \left(\frac{\left(\frac{Q}{1000} \right)^{1,85}}{C^{1,85} * \frac{D}{1000}^{4,87}} \right) * L$$

Q = vazão em m³/s;

L = extensão do trecho onde se mede a perda de carga que está sendo calculado;

D = diâmetro do conduto onde está sendo calculada a carga;

$C = 140$ (utilizamos esse valor por estar enquadrado dentro dos valores que podem ser adotados para plástico PVC que faz parte dos materiais que serão utilizados na rede de distribuição).

11. Colunas 13 e 14 – Cotas do terreno, retiradas das plantas de projeto, nos pontos de montante e jusante, respectivamente;

12. Colunas 10 e 12 – Cotas piezométricas de montante e jusante. Identificado o nó em posição mais desfavorável, estabelece-se para ele uma pressão igual ou pouco superior a mínima arbitrada;

13. Colunas 15 e 16 – Pressões disponíveis a montante e a jusante.

Pressão disponível a montante = cota piez. De mont. – cota do terreno de mont.

Pressão disponível de jusante = cota piez. De jus. – cota do terreno de jus.

Além da utilização das planilhas de cálculo, se utilizará o programa **EPANET 2.0 Brasil** cuja finalidade é conferir os valores dos cálculos hidráulicos encontrados nas planilhas. O programa **EPANET 2.0 Brasil**, é um programa que tem origem através de convênio firmado pela ELTROBRÁS, através do PROCEL, e a Universidade Federal da Paraíba – UFPB/Fundação de Apoio a Pesquisa – FUNAPE. É um programa de simulação hidráulica, energética e de qualidade de água. Esse programa de computador permite fazer simulações estática e dinâmica do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada. Como será mostrado mais adiante, esse programa permite que se possa obter os valores de vazão em cada tubulação e da pressão em cada nó, que será objeto deste trabalho. Uma das possibilidades desse programa é a de expansão de rede, que foi inserido neste trabalho.

7 – CONCEPÇÃO DO PROJETO

Serão realizadas duas concepções de sistema de abastecimento de água para a comunidade Vila Joaniza, para assim posterior análise e escolha da melhor concepção nos pontos de vista econômicos e técnicos.

Ambas as concepções deveram levar em conta a origem do abastecimento, sendo esta origem exemplificada na **Figura 7**.

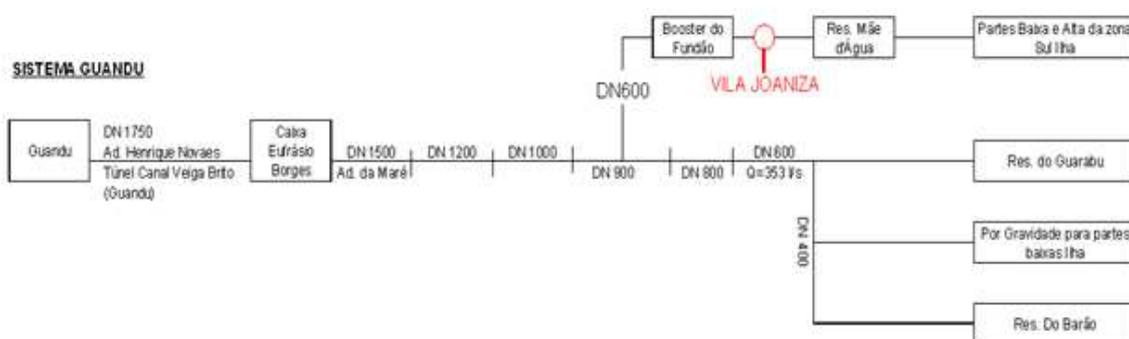


Figura 7: Origem do abastecimento para a comunidade Vila Joaniza.

7.1 – CONCEPÇÃO 1

Como primeira concepção, decidiu-se por implantar dois castelos d'água e um reservatório, onde os castelos serão responsáveis pelo abastecimento da parte alta da comunidade e o reservatório pelo abastecimento da parte baixa da comunidade, gerando assim zonas de pressão controladas. O primeiro castelo (Castelo 1) se localizará no Morro de São Bento, próximo a Rua dos Flamingos abastecendo da cota 45 até a cota 35, o segundo castelo (Castelo 2) será posicionado ao fim da Rua Gavião abastecendo da cota 46 até a 38 aproximadamente e o reservatório se localizará junto ao castelo 2 abastecendo todo o resto da comunidade que não recebe água dos dois

castelos. Vale ressaltar que em estudos preliminares foi inviabilizada a ideia de apenas um único castelo abastecer as duas regiões altas da comunidade, devido a grande distância entre elas, o que exigiria grandes alturas do castelo, inviabilizando assim sua construção.

Para melhor visualização segue *Figura 8*.

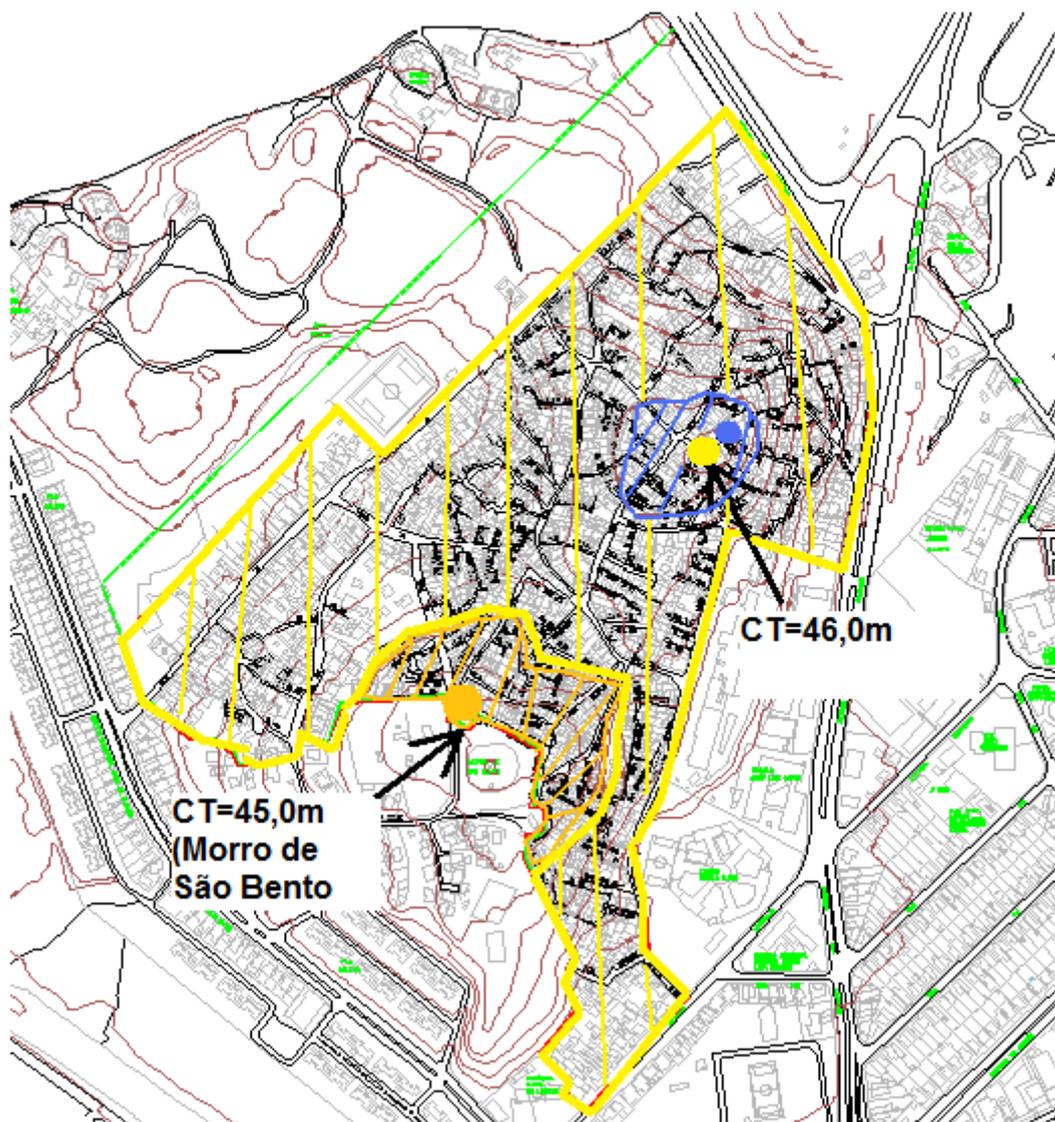


Figura 8: Área de influência do Castelo 1 (em laranja), do Castelo 2 (em azul) e do reservatório (em amarelo), bem como o círculo em suas respectivas cores representando a localização dos castelos e reservatórios.

Para abastecimento dos reservatórios, deverá ser dimensionado uma adutora que se originará no DN 600 (origem Booster do Fundão) localizado na Praia do Galeão.

7.2 – CONCEPÇÃO 2

Como segunda concepção, não será utilizado nenhum tipo de reservatório, sendo a principal origem do abastecimento o DN 600 cuja origem é o Booster do Fundão e que possui pressões significativas para atender a comunidade como um todo, valendo ressaltar que atualmente a comunidade é abastecida por este tipo de arranjo porém com tubulações despadronizadas.

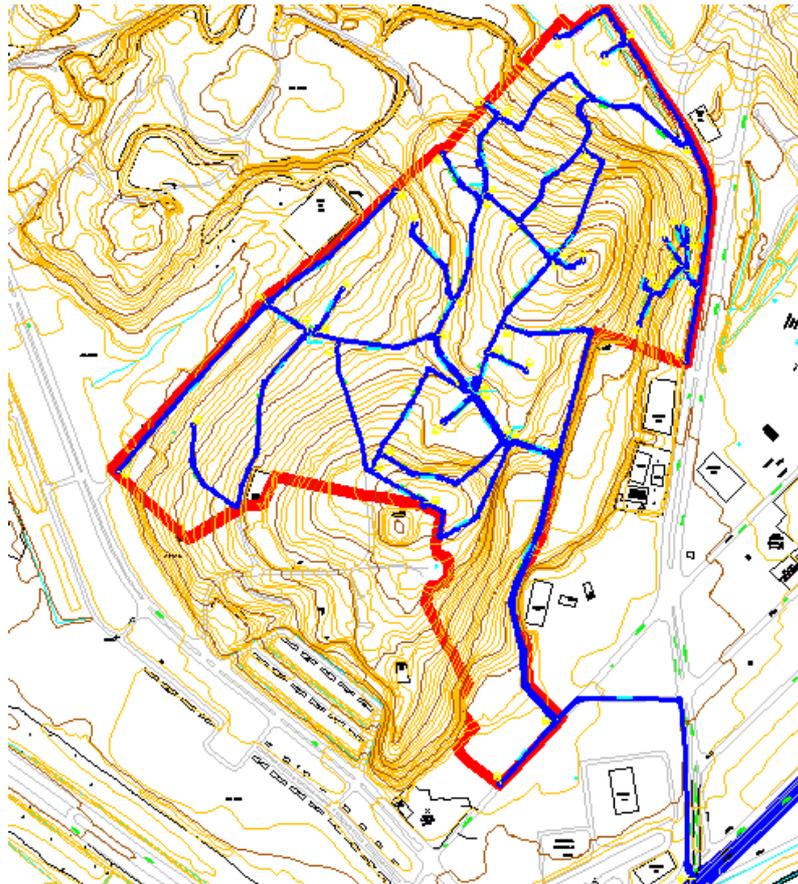


Figura 9: Concepção 2, nota-se o tronco alimentador derivando da adutora e abastecendo a comunidade através dos distribuidores, trabalhando-se a ideia das redes principais e secundárias.

8 – DIMENSIONAMENTO

8.1 – DIMENSIONAMENTO DA CONCEPÇÃO 1

O dimensionamento da concepção 1 será dividido em:

- Dimensionamento da rede distribuidora de água;
- Dimensionamento do tronco que abastecerá os castelos e reservatório.
- Dimensionamento dos castelos e reservatório;

8.1.1 – DIMENSIONAMENTO DA REDE DISTRIBUIDORA DE ÁGUA – CONCEPÇÃO 1

Primeiramente foi realizado o traçado da rede distribuidora por todos os logradouros da comunidade, de forma que nenhuma área fique sem abastecimento.

Para dimensionamento da rede, será levado em consideração:

- Vazão demandada pela comunidade = 59,78 l/s;
- Extensão total da rede distribuidora = 6.102,30 metros (medidos em planta);
- Vazão em marcha = $59,78 / 6.102,30 = 0,009796306$ l/s.m.

De posse dos valores acima citados e do traçado da rede, utilizou-se o modelo de tabelas de cálculo hidráulico, onde a numeração dos nós e trechos encontram-se em planta anexa, chegando-se ao seguinte resultado:

Tabela 3: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Castelo 1 (N_{Amin} = 55m e N_{Amáx} = 59m)

Trecho		Nó		REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - VILA JOANIZA										Taxa vazão linear: 0,009796 l/s.m			
				Projeto: Daniel B. Okumura e Luís Roberto Lima Ramirez										coeficiente C: 140			
				PROJETO										Data: 20/04/2010			
		Rua		Extensão	Vazão (l/s)				Diâm.	Veloc.	Perda	Cota do Terreno (m)		Cota Piez. (m)		Pressão Disp. (m)	
		Jus	Mont	(m)	Jus	Marcha	Mont	Fictícia	(mm)	(m/s)	Carga (m)	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante
T1	N1	N2	83	86,90	0,00	0,85	0,85	0,43	50	0,22	0,125	35,000	44,500	54,838	54,963	19,838	10,463
T2	N3	N4	PARDAL	80,00	0,00	0,78	0,78	0,39	50	0,20	0,098	35,000	42,500	54,806	54,904	19,806	12,404
T3	N5	N4	JURITI	195,20	0,00	1,91	1,91	0,96	50	0,49	1,251	34,000	42,500	53,653	54,904	19,653	12,404
T4	N4	N2	PARDAL	35,00	2,70	0,34	3,04	2,87	100	0,37	0,058	42,500	44,500	54,904	54,963	12,404	10,463
T5	N2	N6	FLAMINGO	7,80	3,89	0,08	3,97	3,93	100	0,50	0,023	44,500	44,500	54,963	54,986	10,463	10,486
T6	N7	N6	FLAMINGO	288,40	0,00	2,83	2,83	1,41	75	0,32	0,528	34,000	44,500	54,458	54,986	20,458	10,486
T7	N6	N8	CASTELO 1	12,10	6,79	0,12	6,91	6,85	150	0,39	0,014	44,500	45,000	54,986	55,000	10,486	10,000
															59,000		

CASTELO 1

Tabela 4: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Castelo 2 (N_{Amin} = 55m e N_{Amáx} = 59m)

Trecho		Nó		REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - VILA JOANIZA										Taxa vazão linear: 0,009796 l/s.m			
				Projeto: Daniel B. Okumura e Luís Roberto Lima Ramirez										coeficiente C: 140			
				PROJETO										Data: 20/04/2010			
		Rua		Extensão	Vazão (l/s)				Diâm.	Veloc.	Perda	Cota do Terreno (m)		Cota Piez. (m)		Pressão Disp. (m)	
		Jus	Mont	(m)	Jus	Marcha	Mont	Fictícia	(mm)	(m/s)	Carga (m)	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante
T8	N9	N10	BEM TE VI	81,90	0,00	0,80	0,80	0,40	50	0,20	0,105	35,500	44,000	54,820	54,925	19,320	10,925
T9	N11	N10	BEM TE VI	3,60	1,65	0,04	2,48	2,06	75	0,47	0,013	44,000	44,000	54,912	54,925	10,912	10,925
T10	N12	N11	GAVIÃO	62,60	0,00	0,61	0,61	0,31	50	0,16	0,049	40,000	44,000	54,863	54,912	14,863	10,912
T11	N13	N11	BEM TE VI	105,40	0,00	1,03	1,03	0,52	50	0,26	0,216	38,000	44,000	54,696	54,912	16,696	10,912
T12	N10	N14	CASTELO 2	49,10	2,48	0,48	2,96	2,72	100	0,35	0,075	44,000	46,000	54,925	55,000	10,925	10,000

CASTELO 2

Tabela 5: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Reservatório (parte 1)

		REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - VILA JOANIZA											Taxa vazão linear: 0,009796 l/s.m				
		Projeto: Daniel B. Okumura e Luís Roberto Lima Ramirez											coeficiente C: 140				
		PROJETO											Data: 20/04/2010				
Trecho	Nó		Rua	Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Perda Carga (m)	Cota do Terreno (m)		Cota Piez (m)		Pressão Disp. (m)	
	Jus	Mont			Jus	Marcha	Mont	Fictícia				Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante
T13	N15	N16	CANÁRIAS	101,20	0,00	0,99	0,99	0,50	50	0,25	0,192	5,000	5,000	47,757	47,949	42,757	30,000
T14	N17	N18	ANDORINHA	47,70	0,00	0,47	0,78	0,39	50	0,20	0,058	20,000	20,000	47,723	47,781	27,723	30,000
T15	N19	N18	ANDORINHA	21,30	0,00	0,21	0,21	0,10	50	0,05	0,002	23,000	20,000	47,779	47,781	24,779	27,781
T16	N18	N20	ANDORINHA	60,00	0,99	0,59	1,58	1,28	75	0,29	0,092	20,000	11,000	47,781	47,873	27,781	36,873
T17	N21	N20	ARRIBAÇAN	43,60	0,00	0,43	0,43	0,21	50	0,11	0,017	21,500	11,000	47,855	47,873	26,355	36,873
T18	N20	N22	ARRIBAÇAN	6,10	2,00	0,06	2,06	2,03	75	0,46	0,022	11,000	10,000	47,873	47,895	36,873	37,895
T19	N23	N24	FAISÃO	19,60	0,00	0,19	0,19	0,10	50	0,05	0,002	14,000	12,500	47,787	47,789	33,787	35,289
T20	N25	N24	COLEIRO	26,30	0,00	0,26	0,26	0,13	50	0,07	0,004	16,500	12,500	47,784	47,789	31,284	35,289
T21	N24	N22	FAISÃO	36,20	0,45	0,35	0,80	0,63	50	0,32	0,106	12,500	10,000	47,789	47,895	35,289	37,895
T22	N22	N16	ARRIBAÇAN	29,70	2,87	0,29	3,16	3,01	100	0,38	0,054	10,000	5,000	47,895	47,949	37,895	42,949
T23	N16	N26	CANÁRIAS	196,20	4,15	1,92	6,07	5,11	150	0,29	0,133	5,000	6,000	47,949	48,082	42,949	42,082
T24	N27	N28	CANÁRIAS	132,40	0,00	1,30	1,30	0,65	50	0,33	0,414	8,500	6,000	47,474	47,060	38,974	41,060
T25	N29	N28	CANÁRIAS	35,50	0,00	0,35	0,35	0,17	50	0,09	0,010	6,000	6,000	47,878	47,868	41,878	41,868
T26	N28	N26	CANÁRIAS	158,80	1,64	1,56	3,20	2,42	100	0,31	0,194	6,000	6,000	47,887	47,693	41,887	41,693
T27	N26	N30	M. PESCADOR	328,40	9,27	3,22	12,49	10,88	150	0,62	0,898	6,000	24,500	48,082	47,184	42,082	22,684
T28	N31	N30	M. PESCADOR	21,80	0,00	0,21	0,21	0,11	50	0,05	0,002	24,500	24,500	48,978	48,975	24,478	24,475
T29	N30	N32	T. FERRO	151,10	12,70	1,48	14,18	13,44	150	0,76	0,611	24,500	36,000	48,980	48,369	24,480	12,369
T30	N33	N34	ARAPONGA	43,60	0,00	0,43	0,43	0,21	50	0,11	0,017	31,500	32,500	49,400	49,383	17,900	16,883
T31	N35	N34	CISNE	123,20	0,00	1,21	1,21	0,60	50	0,31	0,337	24,000	32,500	49,081	48,744	25,081	16,244
T32	N34	N36	ARAPONGA	140,10	1,63	1,37	3,01	2,32	100	0,30	0,158	32,500	36,000	49,418	49,260	16,918	13,260
T33	N37	N36	PERIQUITO	81,60	0,00	0,80	0,80	0,40	50	0,20	0,104	34,000	36,000	49,472	49,368	15,472	13,368
T34	N36	N32	T. FERRO	5,30	3,81	0,05	3,86	3,83	100	0,49	0,015	36,000	36,000	49,576	49,561	13,576	13,561

RESERVATÓRIO

Nota-se a necessidade de elevação do nível do terreno somente na área do reservatório de aproximadamente 3 metros, passando de 47 metros para 50 metros, para que se tenha garantida a pressão dinâmica mínima de 10 m.c.a.

Realizado o dimensionamento pelo modelo de tabelas de cálculo hidráulico, será utilizado o programa EPANET 2.0 cuja a finalidade é de conferência dos valores aqui obtidos. O resultado encontra-se abaixo.

Assim tem-se para o castelo 1:

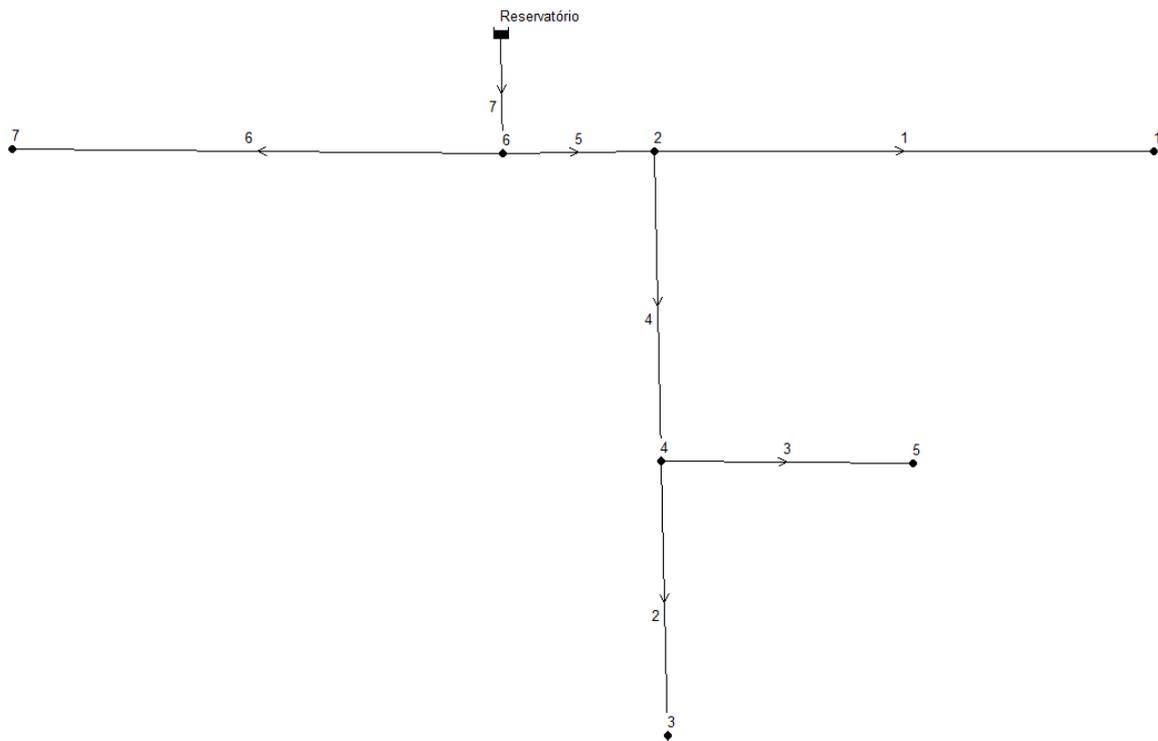


Figura 10: Desenho esquemático para o caso do Castelo 1 através do EPANET 2.0

E foi obtido os seguintes resultados tabelados para os nós e para os trechos que estão sob influência do *Castelo 1*:

Identificador do Nó	Cota m	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m
Nó 6	44.5	1.51	54.99	10.49
Nó 7	34	1.41	54.47	20.47
Nó 2	44.5	0.63	54.96	10.46
Nó 4	42.5	1.52	54.91	12.41
Nó 5	34	0.96	53.67	19.67
Nó 3	35	0.39	54.81	19.81
Nó 1	35	0.43	54.84	19.84
RNF Reservatório	55	-6.85	55.00	0.00

Figura 11: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Castelo 1 através do EPANET 2.0

Identificador do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Rugosidade	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km
Tubulação 7	12.1	150	140	6.85	0.39	1.14
Tubulação 6	288.4	75	140	1.41	0.32	1.79
Tubulação 5	7.8	100	140	3.93	0.50	2.95
Tubulação 1	86.90	50	140	0.43	0.22	1.43
Tubulação 4	35	100	140	2.87	0.37	1.65
Tubulação 3	195.2	50	140	0.96	0.49	6.34
Tubulação 2	80	50	140	0.39	0.20	1.19

Figura 12: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Castelo 1 através do EPANET 2.0

Pode-se observar que os resultados encontrados, tanto no EPANET quanto nos cálculos feito em planilha são consistentes entre si para o Castelo 1. (A sequência das tubulações é a mesma, de forma que o T1 da planilha de cálculo corresponde a Tubulação 1 do que é extraído pelo EPANET 2.0)

Na sequência foi feito a análise para o Castelo 2. Para o cálculo dos trechos e dos nós, construiu-se o seguinte desenho esquemático:

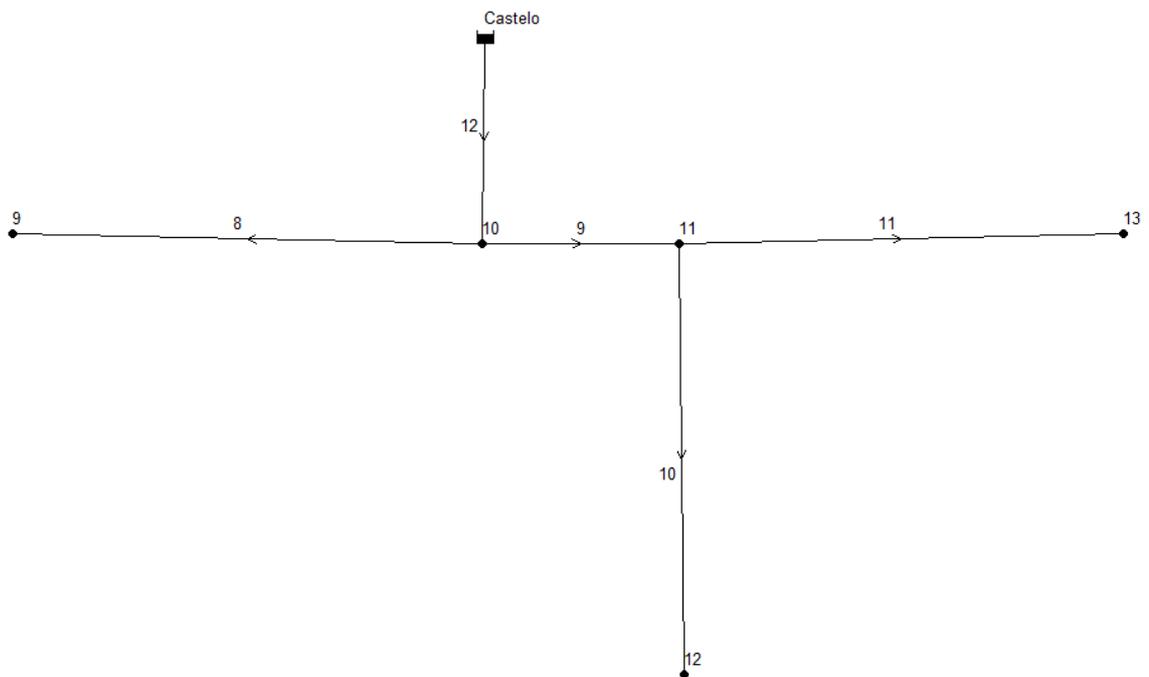


Figura 13: Desenho esquemático para o caso do Castelo 2 através do EPANET 2.0

E a partir do desenho, obtivemos os seguintes cálculos:

Tabela da Rede - Nós					
Identificador do Nó	Cota m	Consumo-Base LPS	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m
Nó 10	44	0.26	0.26	54.93	10.93
Nó 9	35.5	0.4	0.40	54.82	19.32
Nó 11	44	1.23	1.23	54.91	10.91
Nó 12	40	0.31	0.31	54.86	14.86
Nó 13	38	0.52	0.52	54.70	16.70
RNF Castelo	55	#N/A	-2.72	55.00	0.00

Figura 14: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Castelo 2 através do EPANET 2.0

Tabela da Rede - Trechos						
Identificador do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Rugosidade	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km
Tubulação 12	49.1	100	140	2.72	0.35	1.49
Tubulação 9	3.6	75	140	2.06	0.47	3.62
Tubulação 10	62.6	50	140	0.31	0.16	0.78
Tubulação 11	105.4	50	140	0.52	0.26	2.04
Tubulação 8	81.9	50	140	0.40	0.20	1.25

Figura 15: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Castelo 2 através do EPANET 2.0

Mais uma vez observa-se a consistência entre os resultados encontrados tanto pelos cálculos feito anteriormente com o que foi extraído pelos cálculos do *EPANET 2.0*. (Assim como falou-se para o caso anterior, a sequência das tubulações é a mesma, de forma que, de modo a exemplificar, o T11 da planilha de cálculo corresponde a Tubulação 11 do que é extraído pelo EPANET 2.0)

E por fim há os detalhou-se ligados ao Reservatório que está localizado fim da Rua Gavião. A análise começa com o detalhamento para a rede que estará sob influência desse reservatório. Primeiro tem-se o desenho e posicionamento dos trechos e nós que ali se encontram. Na consequência há as análises extraídas dos cálculos feitos para as questões para instalação da rede (perda de carga, vazão, consumo entre outros).

Identificador do Nó	Cota m	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m
Nó 42	44	1.22	49.87	5.87
Nó 38	39	1.26	49.70	10.70
Nó 32	36	1.06	49.60	13.60
Nó 36	36	1.11	49.58	13.58
Nó 37	34	0.40	49.48	15.48
Nó 34	32.5	1.51	49.43	16.93
Nó 35	24	0.60	49.10	25.10
Nó 33	31.5	0.21	49.41	17.91
Nó 30	24.5	2.45	48.99	24.49
Nó 31	24.5	0.11	48.99	24.49
Nó 26	6	3.35	48.11	42.11
Nó 28	6	1.60	47.92	41.92
Nó 29	6	0.17	47.91	41.91
Nó 27	8.5	0.65	47.51	39.01
Nó 16	5	1.60	47.98	42.98
Nó 15	5	0.50	47.79	42.79
Nó 22	10	0.35	47.93	37.93
Nó 20	11	0.54	47.90	36.90
Nó 21	21.5	0.21	47.89	26.39
Nó 18	20	0.79	47.81	27.81
Nó 17	20	0.39	47.76	27.76
Nó 19	23	0.10	47.81	24.81
Nó 24	12.5	0.40	47.82	35.32
Nó 23	14	0.10	47.82	33.82
Nó 25	16.5	0.13	47.82	31.32
Nó 40	21.5	1.51	49.55	28.05

Figura 17: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 1

Nó 41	35	0.47	49.38	14.38
Nó 39	9	0.38	49.46	40.46
Nó 60	38	2.27	49.36	11.36
Nó 61	27	1.38	48.88	21.88
Nó 58	37.2	0.75	49.25	12.05
Nó 59	38.2	0.28	49.22	11.02
Nó 54	32.5	0.33	49.11	16.61
Nó 56	32.5	3.43	49.11	16.61
Nó 57	33.5	0.27	49.07	15.57
Nó 55	6.5	3.12	47.88	41.38
Nó 52	32.5	1.65	49.11	16.61
Nó 53	35	0.56	48.84	13.84
Nó 50	23	1.77	48.31	25.31
Nó 51	34	0.56	48.05	14.05
Nó 48	20	0.54	48.23	28.23
Nó 49	19.5	0.34	48.17	28.67
Nó 46	20	2.28	48.21	28.21
Nó 47	16.5	1.90	47.00	30.50
Nó 44	13	2.88	48.16	35.16
Nó 45	22	1.12	47.90	25.90
Nó 43	8	1.45	47.60	39.60
RNF Reservatório	50	-50.05	50.00	0.00

Figura 18: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 2

Identificador do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Rugosidade	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km
Tubulação 59	35.1	250	140	50.05	1.02	3.78
Tubulação 39	69.3	200	140	21.95	0.70	2.43
Tubulação 35	58.5	200	140	18.33	0.58	1.74
Tubulação 34	5.3	100	140	3.83	0.49	2.81
Tubulação 32	140.1	100	140	2.32	0.30	1.11
Tubulação 30	43.6	50	140	0.21	0.11	0.38
Tubulação 29	151.1	150	140	13.44	0.76	3.99
Tubulação 28	21.8	50	140	0.11	0.06	0.11
Tubulação 33	81.6	50	140	0.40	0.20	1.25
Tubulação 31	123.2	50	140	0.60	0.31	2.65
Tubulação 27	328.4	150	140	10.88	0.62	2.69
Tubulação 26	158.8	100	140	2.42	0.31	1.20
Tubulação 25	35.5	50	140	0.17	0.09	0.26
Tubulação 24	132.4	50	140	0.65	0.33	3.08
Tubulação 23	196.2	150	140	5.11	0.29	0.66
Tubulação 13	101.2	50	140	0.50	0.25	1.89
Tubulação 22	29.7	100	140	3.01	0.38	1.80
Tubulação 21	36.2	50	140	0.63	0.32	2.90
Tubulação 19	19.6	50	140	0.10	0.05	0.10
Tubulação 20	26.3	50	140	0.13	0.07	0.16
Tubulação 18	6.1	75	140	2.03	0.46	3.52
Tubulação 17	43.6	50	140	0.21	0.11	0.38
Tubulação 16	60	75	140	1.28	0.29	1.50
Tubulação 14	47.7	50	140	0.39	0.20	1.19
Tubulação 15	21.3	50	140	0.10	0.05	0.10
Tubulação 38	131.5	100	140	2.36	0.30	1.15
Tubulação 37	96.6	50	140	0.47	0.24	1.69

Figura 19: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 1

Tubulação 36	78.2	50	140	0.38	0.19	1.14
Tubulação 58	142.1	200	140	26.88	0.86	3.54
Tubulação 57	281.6	75	140	1.38	0.31	1.72
Tubulação 56	40.4	200	140	23.23	0.74	2.70
Tubulação 55	56.4	50	140	0.28	0.14	0.65
Tubulação 54	57.2	200	140	22.20	0.71	2.49
Tubulação 53	5.5	150	140	6.82	0.39	1.13
Tubulação 52	55.4	50	140	0.27	0.14	0.60
Tubulação 51	637.7	100	140	3.12	0.40	1.92
Tubulação 50	5.9	200	140	15.05	0.48	1.21
Tubulação 49	113.8	50	140	0.56	0.29	2.34
Tubulação 48	217	150	140	12.84	0.73	3.66
Tubulação 47	113.6	50	140	0.56	0.29	2.34
Tubulação 46	31.5	150	140	10.51	0.59	2.53
Tubulação 45	69.4	50	140	0.34	0.17	0.93
Tubulação 44	9.5	150	140	9.63	0.54	2.15
Tubulação 43	388.9	75	140	1.90	0.43	3.11
Tubulação 42	65.7	150	140	5.45	0.31	0.75
Tubulação 41	227.7	75	140	1.12	0.25	1.17
Tubulação 40	296.1	75	140	1.45	0.33	1.89

Figura 20: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Reservatório através do EPANET 2.0 – parte 2

Mais uma vez observa-se que os resultados apresentados em ambas formas que foram utilizadas para os cálculo se mostraram consistentes entre eles e que também a nomenclatura e ordenamento utilizado foi a mesma para os dois casos (ex: T33 = Tubulação 33).

8.1.2 – DIMENSIONAMENTO DOS CASTELOS E RESERV. DA CONCEPÇÃO 1

Para o dimensionamento dos castelos de água e reservatório, utilizou-se o critério de Frülling, por falta de dados a respeito de como se comporta o consumo da comunidade ao longo de determinado período.

Para o Castelo 1 (localizado no Morro de São Bento) obteve-se os seguintes cálculos:

$$\text{Capacidade} = q_m * L * \Delta t / 3$$

$$q_m = 0,009796306 \text{ L/s.m}$$

$$L = 705,40 \text{ m (extensão total proveniente do abastecimento desse castelo d'água)}$$

$$\Delta t = 86400 \text{ s}$$

Assim:

$$\text{Capacidade CASTELO 1} = 0,009796306 * 705,40 * 86400 / 3$$

$$\text{Capacidade CASTELO 1} = 199,02 \text{ m}^3$$

Para o primeiro castelo foi escolhido um castelo padrão funcional CEDAE com capacidade para 200m³

Da mesma forma foi procedido para o cálculo do Castelo 2 (localizado no final da Rua Gavião e que possuirá um reservatório junto a ele, como demonstrado na *Figura 11*):

$$\text{Capacidade} = q_m * L * \Delta t / 3$$

$$q_m = 0,009796306 \text{ L/s.m}$$

$$L = 302,60 \text{ m (extensão total proveniente do abastecimento do castelo d'água 2)}$$

$$\Delta t = 86400 \text{ s}$$

Assim:

$$\text{Capacidade CASTELO 2} = 0,009796306 * 302,60 * 86400 / 3$$

$$\text{Capacidade CASTELO 2} = 85,40 \text{ m}^3$$

Para o segundo castelo foi escolhido um castelo padrão funcional CEDAE com capacidade para 100m³

Como já dito anteriormente, foi utilizado também um reservatório para suprir e garantir o fornecimento de água para as pessoas que ali vivem. A localização desse reservatório, como demonstrado, fica ao lado do Castelo 2, ao fim da Rua Gavião, como mostrado na *Figura 11*. Para cálculos de dimensionamento tem-se:

$$\text{Capacidade} = q_m * L * \Delta t / 3$$

$$q_m = 0,009796306 \text{ L/s.m}$$

$$L = 6102,30 - 705,40 - 302,60 = 5094,30 \text{ m} \text{ (extensão total diminuída das extensões que são abrangidas pelos dois castelos componentes da rede)}$$

$$\Delta t = 86400 \text{ s}$$

Assim:

$$\text{Capacidade RESERVATÓRIO} = 0,009796306 * 5094,30 * 86400 / 3$$

$$\text{Capacidade RESERVATÓRIO} = 1437,3 \text{ m}^3$$

8.1.3 – DIMENSIONAMENTO DO TRONCO QUE ABASTECERA OS CASTELOS E RESERVATÓRIOS

Por fim foi feita a apreciação do tronco alimentador, onde será feita a ligação com a nova rede. Segue-se os mesmos passos que foram utilizados para os três sistemas anteriores.

Desse modo obtém-se:

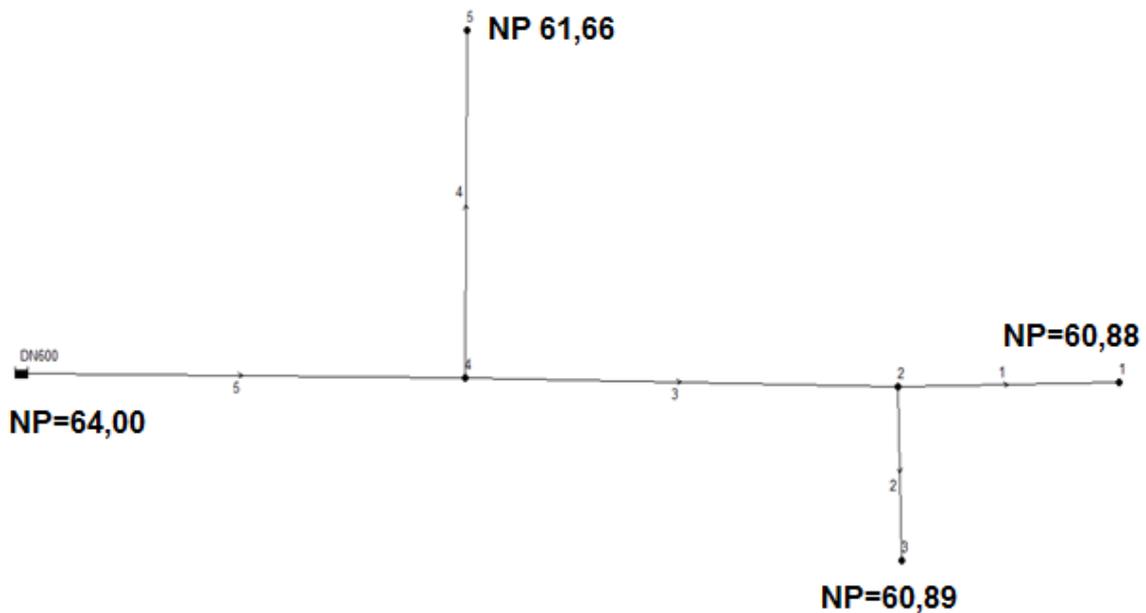


Figura 21: Desenho esquemático para o Tronco Alimentador através do EPANET 2.0

Tabela da Rede - Nós				
Identificador do Nó	Cota m	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m
Nó 4	33	0.00	61.95	28.95
Nó 5	59	6.92	61.66	2.66
Nó 2	47	0.00	60.90	13.90
Nó 3	55	49.90	60.89	5.89
Nó 1	59	2.96	60.88	1.88
RNF DN600	64	-59.78	64.00	0.00

Figura 22: Tabela da Rede para os Nós sob influência do Tronco Alimentador através do EPANET 2.0

Tabela da Rede - Trechos						
Identificador do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Rugosidade	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km
Tubulação 5	950.9	300	140	59.78	0.85	2.16
Tubulação 4	246.2	150	140	6.92	0.39	1.17
Tubulação 3	249.3	250	140	52.86	1.08	4.18
Tubulação 2	4.6	250	140	49.90	1.02	3.76
Tubulação 1	10.6	100	140	2.96	0.38	1.74

Figura 23: Tabela da Rede para as Tubulações sob influência do Tronco Alimentador através do EPANET 2.0

Desse modo, chega ao fim da análise do plano 1 com uma quantidade de dados suficientes para poder observar a consistência do trabalho para essa especificação que foi dada para a rede nesse modo.

Pode-se observar através dos dois métodos utilizados que as condições colocadas e pelos cálculos efetuados, os resultados foram satisfatórios para a implantação dessa rede.

8.2 – DIMENSIONAMENTO DA CONCEPÇÃO 2

Primeiramente foi realizado o traçado da rede distribuidora por todos os logradouros da comunidade, de forma que nenhuma área fique sem abastecimento.

Para dimensionamento da rede, será levado em consideração:

- Vazão demandada pela comunidade = 59,78 l/s;
- Extensão total da rede distribuidora = 5.839,00 metros (medidos em planta);
- Vazão em marcha = $59,78 / 5.839,00 = 0,010238054$ l/s.m;
- Menor pressão medida pela CEDAE na derivação do tronco alimentador com a adutora de 64,00 m.c.a.

De posse dos valores acima citados e do traçado da rede, utilizou-se o modelo de tabelas de cálculo hidráulico, onde a numeração dos nós e trechos encontram-se em planta anexa, chegando-se ao seguinte resultado:

Tabela 7: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Conceção2 (parte 1)

		REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - VILA JOANIZA												Taxa vazão linear: 0,010238 l/s.m			
														coeficiente C: 140			
		Projeto: Daniel B. Okumura e Luís Roberto Lima Ramirez						PROJETO						Data: 20/04/2010			
Trecho	Nó		Rua	Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Perda Carga (m)	Cota do Terreno (m)		Cota Piez. (m)		Pressão Disp. (m)	
	Jus	Mont			Jus	Marcha	Mont	Fictícia				Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante
T1	N1	N2	CANÁRIAS	101,20	0,00	1,04	1,04	0,52	50	0,26	0,209	5,000	5,000	59,383	59,592	54,383	54,592
T2	N3	N4	ANDORINHA	47,70	0,00	0,49	0,49	0,24	50	0,12	0,024	20,000	20,000	59,442	59,467	39,442	39,467
T3	N5	N4	ANDORINHA	21,30	0,00	0,22	0,22	0,11	50	0,06	0,002	23,000	20,000	59,464	59,467	36,464	39,467
T4	N4	N6	ANDORINHA	60,00	0,71	0,61	1,32	1,01	75	0,23	0,059	20,000	11,000	59,467	59,526	39,467	48,526
T5	N7	N6	ARRIBAÇÃ	43,60	0,00	0,45	0,45	0,22	50	0,11	0,019	22,000	11,000	59,507	59,526	37,507	48,526
T6	N6	N8	ARRIBAÇÃ	6,10	1,77	0,06	1,83	1,80	75	0,41	0,017	11,000	10,000	59,526	59,544	48,526	49,544
T7	N9	N10	FAISÃO	19,60	0,00	0,20	0,20	0,10	50	0,05	0,002	14,000	12,000	59,427	59,429	45,427	47,429
T8	N11	N10	COLEIRO	26,30	0,00	0,27	0,27	0,13	50	0,07	0,004	17,000	12,000	59,424	59,429	42,424	47,429
T9	N10	N8	FAISÃO	36,20	0,47	0,37	0,84	0,66	50	0,33	0,115	12,000	10,000	59,429	59,544	47,429	49,544
T10	N8	N2	ARRIBAÇÃ	29,70	2,67	0,30	2,97	2,82	100	0,36	0,048	10,000	5,000	59,544	59,592	49,544	54,592
T11	N2	N12	CANÁRIAS	196,20	4,01	2,01	6,02	5,01	150	0,28	0,128	5,000	5,500	59,592	59,720	54,592	54,220
T12	N13	N14	CANÁRIAS	132,40	0,00	1,36	1,36	0,68	50	0,35	0,449	8,500	5,000	59,060	59,509	50,560	54,509
T13	N15	N14	CANÁRIAS	35,50	0,00	0,36	0,36	0,18	50	0,09	0,011	7,000	5,000	59,499	59,509	52,499	54,509
T14	N14	N12	CANÁRIAS	158,80	1,72	1,63	3,34	2,53	100	0,32	0,211	5,000	5,500	59,509	59,720	54,509	54,220
T15	N12	N16	M. PESCADOR	328,40	9,36	3,36	12,73	11,04	150	0,63	0,923	5,500	24,500	59,720	60,644	54,220	36,144
T16	N17	N16	M. PESCADOR	21,80	0,00	0,22	0,22	0,11	50	0,06	0,003	24,000	24,500	60,641	60,644	36,641	36,144
T17	N16	N18	T. FERRO	151,10	12,95	1,55	14,50	13,72	150	0,78	0,635	24,500	36,000	60,644	61,278	36,144	25,278
T18	N19	N18	EMA	268,20	0,00	2,75	2,75	1,37	75	0,31	0,466	8,500	36,000	60,812	61,278	52,312	25,278
T19	N18	N20	T. FERRO	5,30	17,24	0,05	17,30	17,27	200	0,55	0,008	36,000	36,000	61,278	61,287	25,278	25,287
T20	N21	N20	PERIQUITO	81,60	0,00	0,84	0,84	0,42	50	0,21	0,113	34,000	36,000	61,174	61,287	27,174	25,287
T21	N20	N22	ARAPONGA	140,10	18,13	1,43	19,57	18,85	200	0,60	0,261	36,000	33,000	61,287	61,548	25,287	28,548
T22	N23	N22	CISNE	123,20	0,00	1,26	1,26	0,63	50	0,32	0,366	24,500	33,000	61,182	61,548	36,682	28,548
T23	N22	N24	ARAPONGA	48,20	20,83	0,49	21,32	21,07	200	0,67	0,110	33,000	31,500	61,548	61,658	28,548	30,158

Tabela 8: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Conceção2 (parte 2)

		REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - VILA JOANIZA											Taxa vazão linear: 0,010238 l/s.m				
													coeficiente C: 140				
		Projeto: Daniel B. Okumura e Luís Roberto Lima Ramirez					PROJETO						Data: 20/04/2010				
Trecho	Nó		Rua	Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Perda Carga (m)	Cota do Terreno (m)		Cota Piez. (m)		Pressão Disp. (m)	
	Jus	Mont			Jus	Marcha	Mont	Fictícia				Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante
T24	N25	N26	74	296,10	0,00	3,03	3,03	1,52	75	0,34	0,618	8,000	13,000	60,449	61,067	52,449	48,067
T25	N27	N26	74	227,70	0,00	2,33	2,33	1,17	75	0,26	0,292	22,000	13,000	60,775	61,067	38,775	48,067
T26	N26	N28	74	65,70	5,36	0,67	6,04	5,70	150	0,32	0,054	13,000	20,000	61,067	61,121	48,067	41,121
T27	N29	N28	82	388,90	0,00	3,98	3,98	1,99	75	0,45	1,343	16,000	20,000	59,778	61,121	43,778	41,121
T28	N28	N30	74	9,50	10,02	0,10	10,11	10,07	150	0,57	0,022	20,000	21,000	61,121	61,144	41,121	40,144
T29	N31	N30	82	69,40	0,00	0,71	0,71	0,36	50	0,18	0,071	19,500	21,000	61,072	61,144	41,572	40,144
T30	N30	N24	74	165,20	10,82	1,69	12,52	11,67	150	0,66	0,514	21,000	31,500	61,144	61,658	40,144	30,158
T31	N24	N32	ARAPONGA	84,80	33,84	0,87	34,70	34,27	250	0,70	0,161	31,500	32,500	61,658	61,819	30,158	29,319
T32	N33	N32	PARDAL	223,00	0,00	2,28	2,28	1,14	75	0,26	0,275	44,000	32,500	61,544	61,819	17,544	29,319
T33	N32	N34	ARAPONGA	5,90	36,99	0,06	37,05	37,02	250	0,75	0,013	32,500	32,500	61,819	61,832	29,319	29,332
T34	N35	N36	BEM TE VI	174,40	0,00	1,79	1,79	0,89	50	0,45	0,984	21,500	44,000	60,388	61,372	38,888	17,372
T35	N37	N36	GAVIÃO	49,10	0,00	0,50	0,50	0,25	50	0,13	0,027	47,000	44,000	61,345	61,372	14,345	17,372
T36	N36	N38	BEM TE VI	3,60	2,29	0,04	2,33	2,31	100	0,29	0,004	44,000	44,000	61,372	61,376	17,372	17,376
T37	N39	N38	GAVIÃO	63,40	0,00	0,65	0,65	0,32	50	0,17	0,055	39,500	44,000	61,321	61,376	21,821	17,376
T38	N38	N40	BEM TE VI	150,80	2,97	1,54	4,52	3,75	100	0,48	0,413	44,000	37,200	61,376	61,789	17,376	24,589
T39	N41	N40	TUCANO	56,40	0,00	0,58	0,58	0,29	50	0,15	0,039	38,200	37,200	61,750	61,789	23,550	24,589
T40	N40	N34	BEM TE VI	57,20	5,10	0,59	5,68	5,39	150	0,30	0,043	37,200	32,500	61,789	61,832	24,589	29,332
T41	N34	N42	ARAPONGA	5,50	42,73	0,06	42,79	42,76	250	0,87	0,016	32,500	32,500	61,832	61,848	29,332	29,348
T42	N43	N42	A. DOURADA	55,40	0,00	0,57	0,57	0,28	50	0,14	0,037	33,500	32,500	61,810	61,848	28,310	29,348
T43	N42	N44	ARAPONGA	70,00	43,35	0,72	44,07	43,71	250	0,89	0,208	32,500	34,500	61,848	62,056	29,348	27,556

Tabela 9: Cálculo para Rede de Distribuição de água – Concepção2 (parte 3)

		REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - VILA JOANIZA												Taxa vazão linear: 0,010238 l/s.m			
														coeficiente C: 140			
		Projeto: Daniel B. Okumura e Luís Roberto Lima Ramirez						PROJETO						Data: 20/04/2010			
Trecho	Nó		Rua	Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâm. (mm)	Veloc. (m/s)	Perda Carga (m)	Cota do Terreno (m)		Cota Piez. (m)		Pressão Disp. (m)	
	Jus	Mont			Jus	Marcha	Mont	Fictícia				Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante
T44	N45	N44	JURITI/IPAPURU	195,20	0,00	2,00	2,00	1,00	50	0,51	1,357	42,500	34,500	60,699	62,056	18,199	27,556
T45	N44	N46	ARAPONGA	7,10	46,07	0,07	46,14	46,10	250	0,94	0,023	34,500	34,500	62,056	62,079	27,556	27,579
T46	N47	N48	FLAMINGO	259,80	0,00	2,66	2,66	1,33	75	0,30	0,425	24,000	47,000	61,002	61,428	37,002	14,428
T47	N48	N46	BEIJA FLOR	228,30	2,66	2,34	5,00	3,83	100	0,49	0,651	47,000	34,500	61,428	62,079	14,428	27,579
T48	N46	N49	ARAPONGA	65,30	51,14	0,67	51,81	51,47	250	1,05	0,263	34,500	31,500	62,079	62,342	27,579	30,842
T49	N50	N49	ANDORINHA	285,80	0,00	2,93	2,93	1,46	75	0,33	0,558	38,000	31,500	61,784	62,342	23,784	30,842
T50	N49	N51	STELA MARIS	379,40	54,73	3,88	58,62	56,67	300	0,80	0,752	31,500	6,500	62,342	63,094	30,842	56,594
T51	N52	N51	MARACAJÁ	113,60	0,00	1,16	1,16	0,58	50	0,30	0,290	6,500	6,500	62,804	63,094	56,304	56,594
T52	N51	N53	CANÁRIAS	414,30	59,78	0,00	59,78	59,78	300	0,85	0,906	6,500	2,000	63,094	64,000	56,594	62,000
RA1	-	-	ARAPONGA	84,80	0,00	0,87	0,87	0,44	50	0,22	0,127	31,500	32,500	61,692	61,819	30,192	29,319
RA2	-	-	ARAPONGA	70,00	0,00	0,72	0,72	0,36	50	0,18	0,074	32,500	34,500	61,982	62,056	29,482	27,556
RA3	-	-	ARAPONGA	65,30	0,00	0,67	0,67	0,34	50	0,17	0,060	34,500	31,500	62,282	62,342	27,782	30,842
RA4	-	-	STELA MARIS	379,40	0,00	3,88	3,88	1,94	75	0,44	1,249	31,500	6,500	61,845	63,094	30,345	56,594

Realizado o dimensionamento pelo modelo de tabelas de cálculo hidráulico, será utilizado o programa EPANET 2.0 cuja a finalidade é de conferência dos valores aqui obtidos. O resultado encontra-se abaixo.

E obteve-se os seguintes resultados tabelados para os nós e para os trechos dessa segunda alternativa:

Identificador do Nó	Cota m	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m
Nó 1	5	0.52	59.45	54.45
Nó 2	5	1.67	59.65	54.65
Nó 8	10	0.36	59.60	49.60
Nó 10	12	0.43	59.49	47.49
Nó 11	17	0.13	59.49	42.49
Nó 9	14	0.10	59.49	45.49
Nó 6	11	0.57	59.59	48.59
Nó 7	22	0.22	59.57	37.57
Nó 4	20	0.66	59.53	39.53
Nó 5	23	0.11	59.53	36.53
Nó 3	20	0.24	59.51	39.51
Nó 12	5.5	3.50	59.78	54.28
Nó 14	5	1.67	59.57	54.57
Nó 15	7	0.18	59.56	52.56
Nó 13	8.5	0.68	59.13	50.63
Nó 16	24.5	2.57	60.69	36.19
Nó 17	24	0.11	60.68	36.68
Nó 18	36	2.18	61.31	25.31
Nó 19	8.5	1.37	60.86	52.36
Nó 20	36	1.16	61.32	25.32
Nó 21	34	0.42	61.21	27.21
Nó 22	33	1.59	61.58	28.58
Nó 23	24.5	0.63	61.22	36.72
Nó 24	31.5	1.53	61.69	30.19
Nó 30	21	1.24	60.74	39.74
Nó 31	19.5	0.36	60.67	41.17

Figura 25: Tabela da Rede para os Nós do Conceção 2 através do EPANET 2.0 – parte 1

Nó 28	20	2.38	60.72	40.72
Nó 29	16	1.99	59.40	43.40
Nó 26	13	3.01	60.67	47.67
Nó 25	8	1.52	60.06	52.06
Nó 27	22	1.17	60.38	38.38
Nó 32	32.5	1.61	61.85	29.35
Nó 33	44	1.14	61.58	17.58
Nó 34	32.5	0.35	61.86	29.36
Nó 40	37.2	1.35	61.82	24.62
Nó 41	38.2	0.29	61.78	23.58
Nó 38	44	1.12	61.41	17.41
Nó 39	39.5	0.32	61.36	21.86
Nó 36	44	1.17	61.41	17.41
Nó 37	47	0.25	61.38	14.38
Nó 35	21.5	0.89	60.44	38.94
Nó 42	32.5	0.67	61.87	29.37
Nó 43	33.5	0.28	61.84	28.34
Nó 44	34.5	1.39	62.08	27.58
Nó 45	42.5	1.00	60.75	18.25
Nó 46	34.5	1.54	62.10	27.60
Nó 48	47	2.50	61.46	14.46
Nó 47	24	1.33	61.04	37.04
Nó 49	31.5	3.74	62.36	30.86
Nó 50	38	1.46	61.82	23.82
Nó 51	6.5	2.53	63.10	56.60
Nó 52	6.5	0.58	62.82	56.32
RNF Adutora600x300	64	-59.78	64.00	0.00

Figura 26: Tabela da Rede para os Nós do Conceção 2 através do EPANET 2.0 – parte 2

Identificador do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Rugosidade	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km
Tubulação 1	101.2	50	140	0.52	0.26	2.04
Tubulação 10	29.7	100	140	2.82	0.36	1.59
Tubulação 9	36.2	50	140	0.66	0.34	3.17
Tubulação 8	26.3	50	140	0.13	0.07	0.16
Tubulação 7	19.6	50	140	0.10	0.05	0.10
Tubulação 6	6.1	75	140	1.80	0.41	2.82
Tubulação 5	43.6	50	140	0.22	0.11	0.41
Tubulação 4	60	75	140	1.01	0.23	0.97
Tubulação 3	21.3	50	140	0.11	0.06	0.11
Tubulação 2	47.7	50	140	0.24	0.12	0.49
Tubulação 11	196.2	150	140	5.01	0.28	0.64
Tubulação 14	158.8	100	140	2.53	0.32	1.30
Tubulação 13	35.5	50	140	0.18	0.09	0.29
Tubulação 12	132.4	50	140	0.68	0.35	3.35
Tubulação 15	328.4	150	140	11.04	0.62	2.77
Tubulação 16	21.8	50	140	0.11	0.06	0.11
Tubulação 17	151.1	150	140	13.72	0.78	4.14
Tubulação 18	268.2	75	140	1.37	0.31	1.70
Tubulação 19	5.3	200	140	17.27	0.55	1.56
Tubulação 20	81.6	50	140	0.42	0.21	1.37
Tubulação 21	140.1	200	140	18.85	0.60	1.84
Tubulação 22	123.2	50	140	0.63	0.32	2.90
Tubulação 23	48.2	200	140	21.07	0.67	2.26
Tubulação 30	165.2	150	100	11.67	0.66	5.72
Tubulação 29	69.4	50	140	0.36	0.18	1.03
Tubulação 28	9.5	150	140	10.07	0.57	2.34
Tubulação 27	388.9	75	140	1.99	0.45	3.39

Figura 27: Tabela da Rede para as Tubulações do Conceção 2 através do EPANET 2.0 – parte 1

Tubulação 26	65.7	150	140	5.70	0.32	0.81
Tubulação 24	296.1	75	140	1.52	0.34	2.06
Tubulação 25	227.7	75	140	1.17	0.26	1.27
Tubulação 31	84.8	250	140	34.27	0.70	1.87
Tubulação 32	223	75	140	1.14	0.26	1.21
Tubulação 33	5.9	250	140	37.02	0.75	2.16
Tubulação 40	57.2	150	140	5.39	0.31	0.73
Tubulação 39	56.4	50	140	0.29	0.15	0.69
Tubulação 38	150.8	100	140	3.75	0.48	2.70
Tubulação 37	63.4	50	140	0.32	0.16	0.83
Tubulação 36	3.6	100	140	2.31	0.29	1.10
Tubulação 35	49.1	50	140	0.25	0.13	0.52
Tubulação 34	174.4	50	140	0.89	0.45	5.51
Tubulação 41	5.5	250	140	42.76	0.87	2.82
Tubulação 42	55.4	50	140	0.28	0.14	0.65
Tubulação 43	70	250	140	43.71	0.89	2.94
Tubulação 44	195.2	50	140	1.00	0.51	6.83
Tubulação 45	7.1	250	140	46.10	0.94	3.25
Tubulação 47	228.3	100	140	3.83	0.49	2.81
Tubulação 46	259.8	75	140	1.33	0.30	1.61
Tubulação 48	65.3	250	140	51.47	1.05	3.98
Tubulação 49	285.8	75	140	1.46	0.33	1.91
Tubulação 50	379.4	300	140	56.67	0.80	1.96
Tubulação 51	113.6	50	140	0.58	0.30	2.49
Tubulação 52	414.3	300	140	59.78	0.85	2.16

Figura 28: Tabela da Rede para as Tubulações do Concepção 2 através do EPANET 2.0

– parte 2

Assim, mais uma vez vemos a convergência nos valores encontrados tanto utilizando o programa EPANET 2.0, quanto para os cálculos utilizando as planilhas.

9 – ESTIMATIVA DE CUSTO

Para a realização da estimativa de custos de cada uma das concepções, se utilizará o documento “custo unitários para estimativas expeditas (Agosto/2009)” cuja a base dos valores são referentes a fonte EMOP.

9.1 – ESTIMATIVA DE CUSTO – CONCEPÇÃO 1

Para a parte de tubulações, conexões e acessórios serão utilizados PVC PBA (cujo significado do PBA é Ponta Bolsa Anel, identificando que o material tem bolsa para junta elástica) e PVC de FOFO e com o diâmetro nominal variando entre 50 e 300.

Tabela 10: Cálculo para tubulação, conexões e acessórios – Concepção1

<i>TUBULAÇÃO, CONEXÕES E ACESSÓRIOS</i>				
MATERIAL	DN	R\$/metro	Metros	Sub-Total (R\$)
PVC PBA 15	50	5,25	1.932,00	10.143,00
PVC PBA 15	75	10,41	1.164,00	12.117,24
PVC DE FOFO	100	17,58	1.206,00	21.201,48
PVC DE FOFO	150	34,31	930,00	31.908,30
PVC DE FOFO	200	58,10	378,00	21.961,80
PVC DE FOFO	250	87,74	294,00	25.795,56
PVC DE FOFO	300	124,79	954,00	119.049,66
			TOTAL	242.177,04
			Total + 10%	266.394,74

Vale salientar que os 10% acrescidos no custo total se referem aos custos de conexões e acessórios realizados em obras de abastecimento de água.

O passo seguinte foi considerar o conjunto de peças que são utilizadas para a interligação entre a rede nova e a rede alimentadora existente como T, luvas de correr e matérias da junta, registros e hidrantes de coluna. O diâmetro nominal, novamente varia na faixa de 50 até 300 e ele é relacionado ao alimentador.

Tabela 11: Cálculo para conjunto especial de peças e acessórios – Concepção 1

<i>CONJUNTO ESPECIAL DE PEÇAS E ACESSÓRIOS</i>				
MATERIAL	DN	Valor Unid.	Quantidade	Sub-Total (R\$)
Registro	50	1.151,34	18,00	20.724,12
Registro	75	1.885,54	5,00	9.427,70
Registro	100	1.887,55	7,00	13.212,85
Registro	150	2.842,18	5,00	14.210,90
Registro	200	4.171,93	2,00	8.343,86
Registro	250	5.756,13	2,00	11.512,26
Registro	300	9.867,04	1,00	9.867,04
Hidrante coluna	100	3.619,91	2,00	7.239,82
Interligação do DN300 no DN600 existente				11.120,79
			Total	105.659,34

Postos esses materiais que são necessários para a rede principal, passou-se ao assentamento da mesma. Nelas estão inclusas, com base nas especificações de assentamento de redes e adutoras da CEDAE :

- tipo de pavimentação utilizadas no assentamento;
- canteiro de obras, serviços técnicos, sinalização e proteção de trânsito, movimento de terras em primeira categoria, escoramento e esgotamento de valas, estruturas de abrigos e ancoragens (6 blocos/km), assentamento de tubos, peças e acessórios e a remoção e reposição de pavimentos.

Não estão inclusas dentro dos cálculos orçamentários:

- fornecimento de tubos, conexões e acessórios hidráulicos;
- benefícios e despesas indiretas (BDI);
- travessias aéreas autoportantes, nem túneis para travessias subterrâneas.

Desse modo tem-se:

Tabela 12: Cálculo para assentamento da rede – Conceção 1

ASSENTAMENTO DA REDE					
Material	DN	Pavimento	Custo/metro	Distância (m)	Sub-Tot (R\$)
PVC PBA 15	50	Cimentado	52,06	1.932,00	100.579,92
PVC PBA 15	75	Cimentado	53,95	1.164,00	62.797,80
PVC DE FOFO	100	Cimentado	55,73	1.206,00	67.210,38
PVC DE FOFO	150	Cimentado	60,77	930,00	56.516,10
PVC DE FOFO	200	Cimentado	71,67	378,00	27.091,26
PVC DE FOFO	250	Cimentado	80,01	294,00	23.522,94
PVC DE FOFO	300	Asfalto	229,52	954,00	218.962,08
				Total	556.680,48

Em sequência a isso, tem-se os custos de reposição de pavimentos, que vai depender do tipo de pavimentação que ali é utilizado. Para os casos de pavimento cimentado, temos a recomposição de cimentado com argamassa de cimento e areia com traço de 1:3, espessura de 2 centímetros, base de concreto de fck de 10 MPa e espessura de 8 centímetros, incluindo o preparo do solo com raspagem, remoção e transporte de entulho, acerto e compactação do subleito. Para o caso de pavimento de asfalto, temos base de concreto de fck de 10 MPa e espessura de 20 centímetros; inclusão do preparo do solo com raspagem, remoção e transporte de entulho; revestimento do asfalto com espessura de 5 centímetros, incluindo a pintura de ligação e transporte até 20 Km. Assim tem-se:

Tabela 13: Cálculo para reposição de pavimentos – Conceção 1

REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS						
Diâmetro Tubo (m)	Largura vala	Extensão	Área (m ²)	Tipo	\$/m ²	Sub-Total
0,050	0,250	1.932,00	483,00	Cimentado	41,01	19.807,83
0,075	0,275	1.164,00	320,10	Cimentado	41,01	13.127,30
0,100	0,300	1.206,00	361,80	Cimentado	41,01	14.837,42
0,150	0,350	930,00	325,50	Cimentado	41,01	13.348,76
0,200	0,400	378,00	151,20	Cimentado	41,01	6.200,71
0,250	0,450	294,00	132,30	Cimentado	41,01	5.425,62
0,300	0,500	954,00	477,00	Asfalto	110,98	52.937,46
					Total (R\$)	125.685,10

A largura da vala foi calculada com base a valores que os distritos da CEDAE realizam ao realizarem aberturas.

Para finalizar a definição para a escolha dos materiais, temos toda a parte de sistemas prediais. Utilizando como base, o número de residências que foi fornecido pela SMH e visto que a norma nos diz que as residências só podem estar ligadas aos distribuidores com diâmetro de até 200 mm, será utilizada a proporção das mesmas (extensão de cada uma das tubulações com seus respectivos diâmetros nominais divididos pela extensão total convertendo em porcentagem) para se determinar o número de residências ligadas a determinado diâmetro de distribuidor para efetuar o orçamento. Desse modo, ficamos com as seguintes estimativas:

Tabela 14: Cálculo para custos relativos as ligações prediais – Conceção 1

LIGAÇÕES PREDIAIS							
Nº de residências	6.360						
<i>Obs: Visto estas residências segundo norma só poderem estar ligadas nos distribuidores com diâmetro até 200mm, será utilizado a proporção da extensão dos mesmos para se determinar o número de residências ligadas a determinado diâmetro de distribuidor para efetuar o orçamento.</i>							
Extensão total	5.610,00	%	Nº Resid.	\$ por ligação	Sub-Tot (R\$)		
Extensão DN50	1.932,00	0,34	2.190	165,66	362.843,24		
Extensão DN 75	1.164,00	0,21	1.320	166,77	220.072,19		
Extensão DN 100	1.206,00	0,21	1.367	253,57	346.688,50		
Extensão DN 150	930,00	0,17	1.054	263,64	277.963,97		
Extensão DN 200	378,00	0,07	429	293,71	125.864,94		
Obs: Todas as ligações em 1/2"				Total	1.333.432,84		
Ramal	Pavimento	\$/metro	Dist/ligação	NºLigação	Dist. Total	Sub-Tot(R\$)	
RQ 1/2"	Cimentado	29,14	3,00	6.360,00	19.080,00	555.991,20	
						TOTAL (R\$)	1.889.424,04

O próximo passo é calcular a estimativa de custo dos castelos e reservatório.

Aqui irá ser considerado, o custo de canteiro de obras, serviços técnicos, movimento de terras, escoramento e esgotamento de cavas, bota-fora de entulhos e excedentes de escavação, construção civil, fornecimento e montagem das instalações hidráulicas e elétricas, inclusive a entrada de energia em BT. Não está incluído o BDI (benefícios e despesas indiretas de extra-canteiro de obra). Para o cálculo de custo, utilizando como base os cálculos para custos expedidos da CEDAE tem-se:

$$CUSTO\ TOTAL = C1 + (N.A. - 25) * C2$$

Sendo as variáveis:

C1: custo básico global para Nível D'Água igual a 25 metros;

C2: custo de acréscimo ou redução por metro de variação de Nível D'Água;

N.A.: Nível D'Água

Com isso em vista e com a decisão de fazer esse castelo ter uma influência para até 11 metros da sua cota, obteve-se o seguinte orçamento:

Tabela 15: Cálculo para o custo do Castelo 1

CASTELO 1			
Capacidade	200 m ³	Custo Básico (NA = 25m)	252,281.43
NA máx acima NT	14 metros	Custo Variação/ m de NA	3,566.68
		Variação (m)	11.00
		Custo com a variação	-39,233.48
		Total (R\$)	213,047.95

Para o segundo castelo foi escolhido um castelo padrão funcional CEDAE com capacidade para 100m³, segundo as especificações da distribuidora. Utilizou-se também

esse tipo de construção por se ter feito a avaliação que não há a necessidade de importância arquitetônica para esse local.

A diferença que tivemos desse castelo para o anterior, foi que a cota de influência utilizada para esse caso foi de 13 metros. Deste modo se obteve o seguinte custo para o Castelo 2:

Tabela 16: Cálculo para o custo do Castelo 2

CASTELO 2			
Capacidade	100 m ³	Custo Básico (NA = 25m)	172,979.04
NA máx acima NT	13 metros	Custo Variação/ m de NA	2,893.68
		Variação (m)	13.00
		Custo com a variação	-37,617.84
		Total (R\$)	135,361.20

De mesmo modo, procedeu-se com o cálculo de custo para o reservatório apoiado:

Tabela 17: Cálculo para o custo do Reservatório Apoiado

Reservatório apoiado			
Capacidade	1.300m ³	Custo Básico	836.060,10
Área urbanizada	450m ²	Custo Urbanização	43.429,05
		Total (R\$)	879.489,15

Além disso, também estão inclusos os custos ligados ao Custo Básico de Urbanização. Nesse caso, tem-se que é uma área de 450 m² que compreende fechamento por muro de alvenaria na testada e cerca de arame nas divisas, com 30% dessa área pavimentada e o restante utilizando gramado, além de previsão para drenagem pluvial e iluminação externa.

Tendo-se assim, o valor estimado total da obra discriminado abaixo:

Tabela 18: Cálculo para o valor estimado da obra

<i>TUBULAÇÃO, CONEXÕES E ACESSÓRIOS</i>	Total + 10% (R\$)	266.394,74
<i>CONJUNTO ESPECIAL DE PEÇAS E ACESSÓRIOS</i>	Total (R\$)	105.659,34
<i>ASSENTAMENTO DA REDE</i>	Total (R\$)	556.680,48
<i>LIGAÇÕES PREDIAIS</i>	TOTAL (R\$)	1.889.424,04
<i>Reservatório apoiado</i>	Total (R\$)	879.489,15
<i>CASTELO 1</i>	Total (R\$)	213.047,95
<i>CASTELO 2</i>	Total (R\$)	135.361,20
<i>REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS</i>	Total (R\$)	125.685,10
VALOR ESTIMADO DA OBRA (R\$) = 4.171.742,00		

9.2 – ESTIMATIVA DE CUSTO – CONCEPÇÃO 2

Para a parte de tubulações, conexões e acessórios serão utilizados novamente PVC PBA e PVC de FOFO e com variação do diâmetro nominal variando entre 50 e 300. Os valores padrões foram retirados à partir dos custos desse tipo de obra realizado pela CEDAE, além de não estar incluso os benefícios e despesas indiretas (BDI):

Tabela 19: Cálculo para tubulação, conexões e acessórios – Concepção2

<i>TUBULAÇÃO, CONEXÕES E ACESSÓRIOS</i>				
MATERIAL	DN	R\$/metro	Metros	Sub-Total (R\$)
PVC PBA 15	50	5.25	1,687.40	8,858.85
PVC PBA 15	75	10.41	2,395.00	24,931.95
PVC DE FOFO	100	17.58	571.20	10,041.70
PVC DE FOFO	150	34.31	973.30	33,393.92
PVC DE FOFO	200	58.10	193.60	11,248.16
PVC DE FOFO	250	87.74	238.60	20,934.76
PVC DE FOFO	300	124.79	793.70	99,045.82
TOTAL				208,455.17
Total + 10%				229,300.68

Vale salientar que os 10% acrescidos no custo total se referem aos custos de conexões e acessórios realizados em obras de abastecimento de água.

O passo seguinte foi considerar o conjunto de peças que são utilizadas para a interligação entre a rede nova e a rede alimentadora existente como T, luvas de correr e matérias da junta, registros e hidrante de coluna. O diâmetro nominal, novamente varia na faixa de 50 até 300 e ele é relacionado ao alimentador.

Tabela 18: Cálculo para conjunto especial de peças e acessórios – Concepção2

<i>CONJUNTO ESPECIAL DE PEÇAS E ACESSÓRIOS</i>				
MATERIAL	DN	Valor Unid.	Quantidade	Sub-Total (R\$)
Registro	50	1,151.34	17.00	19,572.78
Registro	75	1,885.54	7.00	13,198.78
Registro	100	1,887.55	3.00	5,662.65
Registro	150	2,842.18	5.00	14,210.90
Registro	200	4,171.93	1.00	4,171.93
Registro	250	5,756.13	0.00	0.00
Registro	300	9,867.04	1.00	9,867.04
Hidrante coluna	100	3,619.91	2.00	7,239.82
Interligação do DN300 no DN600 existente				11,120.79
Total				85,044.69

Assim como foi feito na primeira alternativa, mais uma vez colocou-se os materiais necessárias para a rede principal para essa nova . O passo seguinte trata-se do assentamento da mesma. Nelas estão inclusas, com base nas especificações de assentamento de redes e adutoras da CEDAE :

- tipo de pavimentação utilizadas no assentamento;
- canteiro de obras, serviços técnicos, sinalização e proteção de trânsito, movimento de terras em primeira categoria, escoramento e esgotamento de valas, estruturas de abrigos e ancoragens (6 blocos/km), assentamento de tubos, peças e acessórios e a remoção e reposição de pavimentos.

Não estão inclusas dentro dos cálculos orçamentários:

- fornecimento de tubos, conexões e acessórios hidráulicos;

- benefícios e despesas indiretas (BDI);

- travessias aéreas autoportantes, nem túneis para travessias subterrâneas.

Desse modo tem-se:

Tabela 19: Cálculo para assentamento da rede – Concepção2

ASSENTAMENTO DA REDE					
Material	DN	Pavimento	Custo/metro	Distância (m)	Sub-Tot (R\$)
PVC PBA 15	50	Cimentado	52.06	1,687.40	87,846.04
PVC PBA 15	75	Cimentado	53.95	2,395.00	129,210.25
PVC DE FOFO	100	Cimentado	55.73	571.20	31,832.98
PVC DE FOFO	150	Cimentado	60.77	973.30	59,147.44
PVC DE FOFO	200	Cimentado	71.67	193.60	13,875.31
PVC DE FOFO	250	Cimentado	80.01	238.60	19,090.39
PVC DE FOFO	300	Asfalto	229.52	793.70	182,170.02
				Total	523,172.43

Como sequência, passamos aos custos relativos a reposição de pavimentos que vão seguir os mesmos critérios que foram apontados na alternativa anterior, tanto no que trata de pavimentos do tipo cimentado quanto do que é asfalto (contemplando assim as suas nuances quanto ao tipo de concreto, seu fck e espessura a ser utilizada).

Assim, temos:

Tabela 20: Cálculo para reposição de pavimentos – Concepção2

REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS						
Diâmetro Tubo (m)	Largura vala	Extensão	Área (m ²)	Tipo	\$/m ²	Sub-Total
0.050	0.250	1,687.40	421.85	Cimentado	41.01	17,300.07
0.075	0.275	2,395.00	658.63	Cimentado	41.01	27,010.21
0.100	0.300	571.20	171.36	Cimentado	41.01	7,027.47
0.150	0.350	973.30	340.66	Cimentado	41.01	13,970.26
0.200	0.400	193.60	77.44	Cimentado	41.01	3,175.81
0.250	0.450	238.60	107.37	Cimentado	41.01	4,403.24
0.300	0.500	793.70	396.85	Asfalto	110.98	44,042.41
					Total (R\$)	116,929.49

Para finalizar a definição para a escolha dos materiais para esse segundo plano, há toda a parte de sistemas prediais. Desse modo, fica-se com as seguintes estimativas:

Tabela 21: Cálculo para custos relativos as ligações prediais – Concepção 2

LIGAÇÕES PREDIAIS									
Nº de residências	6.360								
<i>Obs: Visto estas residências segundo norma só poderem estar ligadas nos distribuidores com diâmetro até 200mm, será utilizado a proporção da extensão dos mesmos para se determinar o número de residências ligadas a determinado diâmetro de distribuidor para efetuar o orçamento.</i>									
Extensão total	5.610,00	%	NºResid.	\$ por ligação	Sub-Tot (R\$)				
Extensão DN50	1.932,00	0,34	2.190	165,66	362.843,24				
Extensão DN 75	1.164,00	0,21	1.320	166,77	220.072,19				
Extensão DN 100	1.206,00	0,21	1.367	253,57	346.688,50				
Extensão DN 150	930,00	0,17	1.054	263,64	277.963,97				
Extensão DN 200	378,00	0,07	429	293,71	125.864,94				
Obs: Todas as ligações em 1/2"				Total	1.333.432,84				
Ramal	Pavimento	\$/metro	Dist/ligação	NºLigação	Dist. Total	Sub-Tot(R\$)	TOTAL (R\$)	1.889.424,04	
RQ 1/2"	Cimentado	29,14	3,00	6.360,00	19.080,00	555.991,20			

Assim sendo, obtém-se o seguinte orçamento para essa segunda concepção:

TUBULAÇÃO, CONEXÕES E ACESSÓRIOS	R\$ 229.300,68
CONJUNTO ESPECIAL DE PEÇAS E ACESSÓRIOS	R\$ 85.044,69
ASSENTAMENTO DA REDE	R\$ 523.172,43
REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS	R\$ 116.929,49
LIGAÇÕES PREDIAIS	R\$ 1.889.424,04
VALOR ESTIMADO DA OBRA	R\$ 2.843.871,33

Tabela 22: Cálculo para orçamento final – Concepção 2

10 – CONCLUSÃO

Ao ser analisado as duas concepções percebemos que entre elas há uma certa diferença financeira. Para a primeira alternativa, temos um custo de R\$ 174,45 para cada habitante dentro da projeção feita, enquanto que para a segunda alternativa temos um custo de R\$ 118,93. Analisando apenas a questão econômica, fica claro que a segunda alternativa seria a melhor, porém uma decisão de implantação de rede, que visa a melhoria do bem-estar da população deve levar em conta outros fatores além da questão orçamentária. Ao observarmos os valores que foram obtidos durante o processo dos cálculos hidráulicos, percebemos que na segunda concepção as pressões chegavam com valores mais altos que o recomendado por norma. Temos como exemplo a própria Ilha do Fundão, que sofre com problemas de ter elevada pressão na rede, fazendo com que gere problemas tanto nas instalações prediais como na rede de abastecimento. Além disso, o funcionamento desse segundo plano fica condicionado ao funcionamento pleno do booster do Fundão, significando que, quando houver algum tipo de interrupção, seja por manutenção ou por algum tipo de problema, o fornecimento para a comunidade deverá ser suspenso, fazendo com que a população fique privada do uso. Ao passo que na primeira alternativa, ao termos três reservatórios projetados para suprir a demanda segundo o critério de Frülling, nos permite ter algumas vantagens como ter garantido o abastecimento da população para necessidades básicas e para eventuais ocasiões que o uso da água seja demandada (ex: incêndio). Desse modo, também temos como vantagem uma pressão mais adequada, o que evita problemas nas instalações prediais e na rede de abastecimento. Um outro ponto que podemos enxergar como sendo positiva para a primeira alternativa é a própria existência dos reservatórios aos olhos da população. Para a própria população existe uma maior segurança com a existência desse tipo de dispositivo dentro do sistema de abastecimento.

Conclui-se que apesar da segunda concepção ser menos onerosa do que a primeira, enxerga-se um maior benefício ao se escolher o primeiro plano, pois ela dá mais garantias em sua implantação e também ter tido um melhor desempenho do ponto de vista dos cálculos hidráulicos efetuados. Outro aspecto que deve ser levado em consideração na escolha da concepção é cumprir a Portaria do Ministério da Saúde 2914/11 em específico o art. 25 que diz: A rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão, o que não ocorrerá em uma possível interrupção do sistema adutor no caso da concepção 2. Já a concepção 1 em problemas citados anteriormente possuirá os reservatórios que garantirão pressões positivas a rede de abastecimento.

Visto que esse projeto começa citando as questões políticas que nos fizeram entrar nesse projeto, também devemos dizer nesse momento que um projeto de saneamento deve levar em consideração o que é o melhor para a população e não o que é melhor economicamente para a política vigente à época da concepção e da construção do projeto. É óbvio, que como engenheiros devemos procurar a máxima eficiência possível em todos os projetos que empreendemos, porém em casos como esses temos que levar em conta que estamos lidando com o fator humano também.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOW, Ven Te. **Open-ChannelHydraulics**. International Student Edition. Editora: McGraw-Hill Book Company, Inc. Tóquio, Japão, 1959.

MACHADO, Luiz Leal Netto. **Notas de aula da matéria Abastecimento de Água**. Matéria ministrada em 01/2011.

NBR 12211. **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. 1992.

NBR 12218. **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. 1994.

NETO, J. M. de Azevedo. **Manual de Hidráulica**. 8ª edição. Editora: Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1998.

PORTARIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE 2914/11

REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS

Em: <<http://wikimapia.org/#lat=-22.81416&lon=-43.231158&z=15&l=9&m=b>>.

[Acesso em 06 de agosto de 2012.](#)

Em: <<http://historiasemlimites.com.br/index>>. Acesso em 10 de agosto de 2012.

Em: <http://www.ucamcesec.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2011/11/Diagn%C3%B3stico-Vila-Joaniza_vers%C3%A3o-final.pdf>.

Acesso em 13 de agosto de 2012.

Em: <http://www.ucamcesec.com.br/wordpress/wpcontent/uploads/2011/11/Apresenta%C3%A7%C3%A3oVJ-final_27-de-maio.pdf>. Acesso em 13 de agosto de 2012.