
MEMORIAL DE CÁLCULO

2

2 MEMORIAL DE CÁLCULO

2.1 MODELAGEM HIDRÁULICA

Neste item são apresentados os resultados da modelagem hidráulica, realizada no programa Watercad, referente à ampliação do Sistema de Adução do Sistema de Abastecimento de Água, de Catalão.

Mesmo que o projeto em questão corresponde ao trecho do “Linhão, está sendo apresentado o cálculo geral para caracterizar o equilíbrio do sistema.

Na simulação foi considerado o NA_{mín} do reservatório da ETA (910,5 m) e para o dimensionamento da linhas de adução admitiu-se o escoamento da demanda máxima diária de final de plano do setor de abastecimento de cada CR. Para isso, foi prevista a instalação de estrutura de controle na entrada dos reservatórios existentes e propostos, para regulagem de vazão e de nível.

As linhas de adução foram dimensionadas segundo os seguintes critérios:

- a) Serão destinadas à interligação entre reservatórios (existentes e projetados);
- b) O cálculo das perdas de carga será realizado para o regime de escoamento permanente, utilizando a Fórmula Universal (Darcy-Weisbach), com coeficiente de rugosidade K igual a 0,2 mm;
- c) As tubulações deverão ser preferencialmente de PVC DEFºFº (1 MPa), com diâmetros compreendidos entre 150 mm e 500 mm;
- d) Receberão, em pontos estratégicos de seu percurso, registros de descarga, ventosas e registros de manobra.

MODELAGENS HIDRÁULICAS E PLANILHAS

A topologia apresentada na modelagem possui a legenda indicada a seguir:

LEGENDA

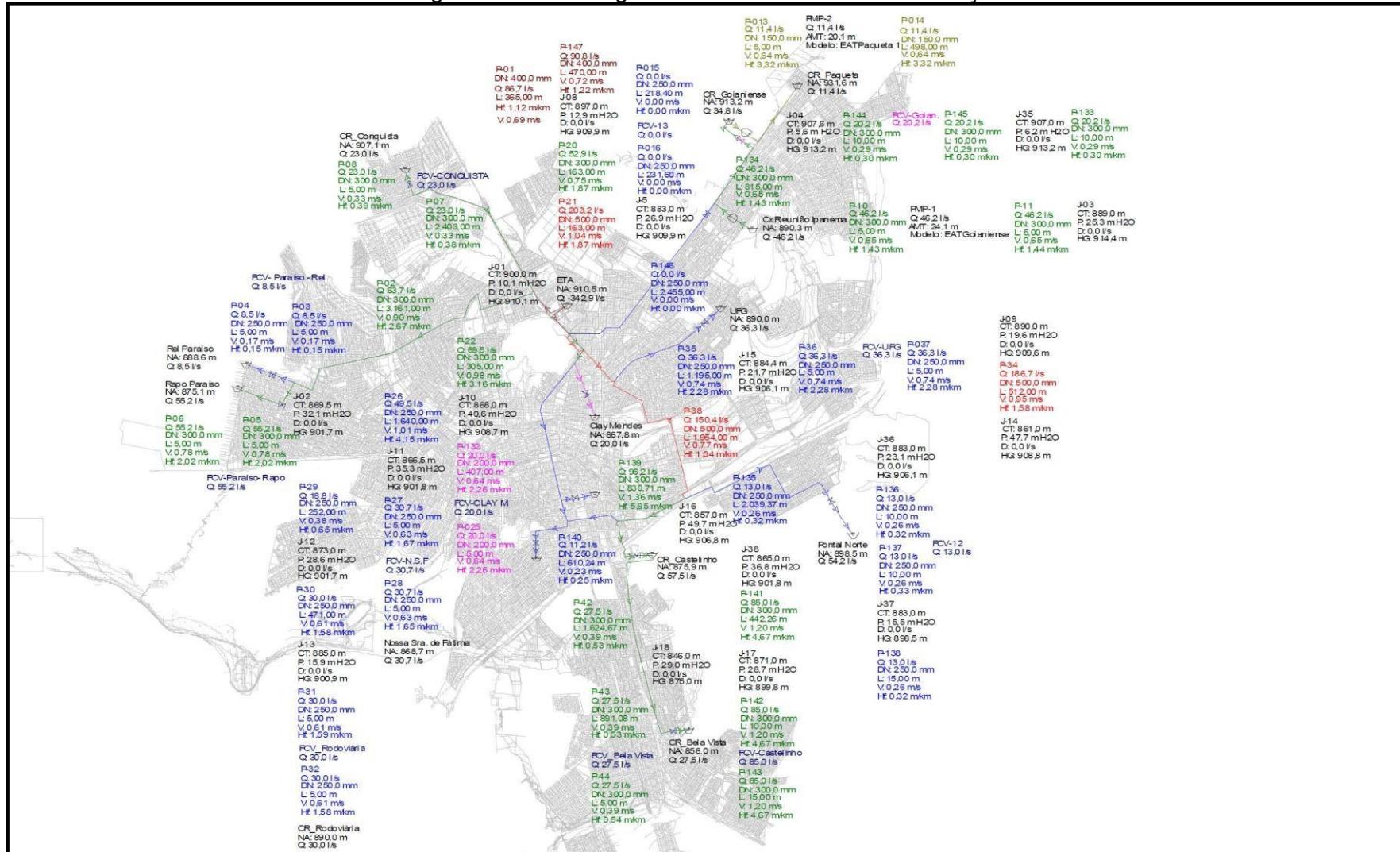
- RESERVATÓRIO
- NÓ
- —● TUBULAÇÃO (TROÇO)
- —● BOMBA
- —● VÁLVULA

As modelagens apresentam informações referentes às entradas de dados e aos resultados finais do dimensionamento do sistema. Nestas são mostrados os dados relacionados abaixo, conforme a seguinte sequência:

- Reservatório:
 - NA: Nível de Água (m)
 - Q: Vazão (L/s)
- Nó:
 - CT: Cota do terreno no nó (m)
 - HG: Carga hidráulica no nó (m)
 - P: Pressão (mca)
 - D: Demanda (L/s)
- Tubulação:
 - Q: Vazão no trecho (l/s)
 - DN: Diâmetro do trecho (mm)
 - V: Velocidade no trecho (m/s)
 - L: Extensão no trecho (m)
 - G: Gradiente de perda de carga (m/km)
- Bomba:
 - Q: Vazão da bomba (l/s)
 - AMT: Altura manométrica total (mm)
 - Modelo: Bomba considerada em projeto.

A seguir, a Figura 2.1 ilustra a modelagem hidráulica do sistema de adução e mais adiante são apresentadas as planilhas do dimensionamento.

Figura 2.1 – Modelagem Hidráulica do Sistema de Adução.



2.2 DIMENSIONAMENTO DAS DESCARGAS E VENTOSAS

2.2.1 Descargas

Está prevista a implantação de válvulas de descarga nos pontos baixos das adutoras projetadas. O dimensionamento partiu do pressuposto que o tempo máximo para a esvaziamento do trecho a ser drenado seria de 2 horas.

A equação utilizada foi:

$$\frac{D}{d} = 65x \sqrt{\frac{T\sqrt{(Zm)}}{L}} \Rightarrow t = 0,00024x \frac{D^2 \cdot L}{d^2 \cdot \sqrt{Zm}}$$

onde:

T = tempo de esvaziamento da adutora, em h

D = diâmetro da adutora, em m

d = diâmetro da descarga, em m

L = extensão total do trecho a ser drenado, em m

Zm = carga média disponível, $Zm = \frac{Z_1+Z_2}{2}$ em m.

A seguir, está apresentado o quadro com cálculo do tempo de drenagem nas adutoras.

Quadro 2.1: Tempo de drenagem nas adutoras.

2.2.2 Posicionamento e Dimensionamento das Ventosas

a) Ventosas localizadas em pontos altos

Para o cálculo do diâmetro destas ventosas, foi considerado que a maior solicitação de entrada de ar será dada quando da abertura plena e irrestrita da(s) válvula(s) de descarga mais próxima(s).

O cálculo do diâmetro mínimo das ventosas é feito admitindo-se a drenagem de um trecho sem a afluência de água no ponto alto onde é admitido o ar, sendo que a situação mais desfavorável ocorre em fase de teste e pré-operação da adutora, quando há maior possibilidade de colapso do tubo. O dimensionamento da válvula de admissão de ar pode ser feito através da seguinte expressão:

$$d_a = 0,21 \cdot Z^{\frac{1}{4}} \cdot d$$

Onde:

d_a = diâmetro da válvula de admissão de ar, m

d = diâmetro da descarga de água, m

Z = máximo de (Z_1, Z_2) em m.

O Quadro 2.2 apresenta o dimensionamento das ventosas a serem instaladas nas adutoras.

Quadro 2.2: Dimensionamento das ventosas.

Adutora	Peça	ESTACA	COTA	COTA (Descargas)	Z (m)	d (m)	da (mm)	da adot. (mm)
Linhão – Trecho 1 DN 500	V1	0	900,5	830	70,5	0,15	0,091	80
	V2	120+7,95	860,5	830	30,5	0,15	0,074	80
Linhão – Trecho 2 DN 250	V1	0	860,6	859	1,6	0,1	0,024	50
	V2	99	882,7	859	23,7	0,1	0,046	50
Linhão – Trecho 3 DN 300	V1	0	860,5	857,2	3,3	0,08	0,023	50
	V2	43	864,2	857,2	7	0,08	0,027	50
	V3	72+11,25	873,2	863,35	9,85	0,08	0,030	50

2.2.3 Cálculo dos Blocos de Ancoragem

Considerando os parâmetros abaixo relacionados, foram dimensionados os blocos de ancoragem conforme se segue.

- Esforço nas curvas:

$$E = 2 (S \cdot h \cdot \gamma) \cdot \operatorname{sen}(\alpha/2)$$

Onde:

S = área da seção da tubulação

$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$

h = altura manométrica (mca).

Considerando a tensão admissível do solo $\sigma = 1 \text{ kg/cm}^2$, então:

$$A = E / \sigma (\text{cm}^2)$$

Onde:

A = seção do bloco de ancoragem.

Nos Quadros a seguir constam as pressões em cada ponto a ancorar, e o tipo de bloco de ancoragem selecionado. As dimensões dos blocos são apresentadas no projeto típico dos blocos de ancoragem.

Quadro 2.3: Blocos de Ancoragem da AAT Linhão.

Estaca	Especificação da Conexão	Pressão (mca)	Diâmetro (mm)	Tipo de Bloco	Blocos a serem Adotados
Trecho 01 - DN 500					
0	TÉ	25	500	I	-
12	TÉ	40	500	I	-
24	TÉ	50	500	I	H
24+19,61	Curva 73°52'21"	50	500	I	O
26+6,83	Curva 87°53'09"	50	500	I	O
44+6	Curva 27°36'47"	70	500	I	M
45+3,12	Curva 16°40'21"	70	500	I	I
58+7,6	Curva 91°40'32"	75	500	I	S
69+11,24	TÉ	75	500	I	-
69+11,24	Curva 26°32'15"	75	500	I	I
70+17,02	Curva 68°11'1"	75	500	I	S

77	TÉ	75	500	I	-
112	TÉ	40	500	I	-
113+9,09	Curva 89°40'30"	40	500	I	M
117+0,5	Curva 84°13'14"	40	500	I	M
120	TÉ	40	500	I	-
120+7,94	TÉ	40	500	I	F

Quadro 2.3: Blocos de Ancoragem da AAT Linhão.

Estaca	Especificação da Conexão	Pressão (mca)	Diâmetro (mm)	Tipo de Bloco	Blocos a serem Adotados
Trecho 02 - DN 250					
0+16,77	Curva 90°	40	250	I	F
16+11,06	Curva 90°	40	250	I	F
20+0,45	Curva 90°	40	250	I	F
20+0,45	TÉ	40	250	I	-
56+6	Curva 90°	25	250	I	D
79+1,16	Curva 90°	15	250	I	-
98+11,44	Curva 90°	10	250	I	-
99	TÉ	10	250	I	-
100+13,35	Curva 90°	10	250	I	-
Trecho 03 - DN 300					
24	TÉ	45	300	I	-
25+3,56	Curva 22°30'00"	45	300	I	D
43	TÉ	40	300	I	-
43+5,93	Curva 45°	40	300	I	F
47	Curva 45°	40	300	I	F
47+0,52	TÉ	40	300	I	H