

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_{\min} 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.



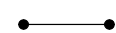


As linhas de adução foram dimensionadas segundo os seguintes critérios:

- Serão destinadas à interligação entre reservatórios (existentes e projetados);
- 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;
- As tubulações deverão ser preferencialmente de PVC DEFºFº (1 MPa), com diâmetros compreendidos entre 150 mm e 500 mm;
- 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

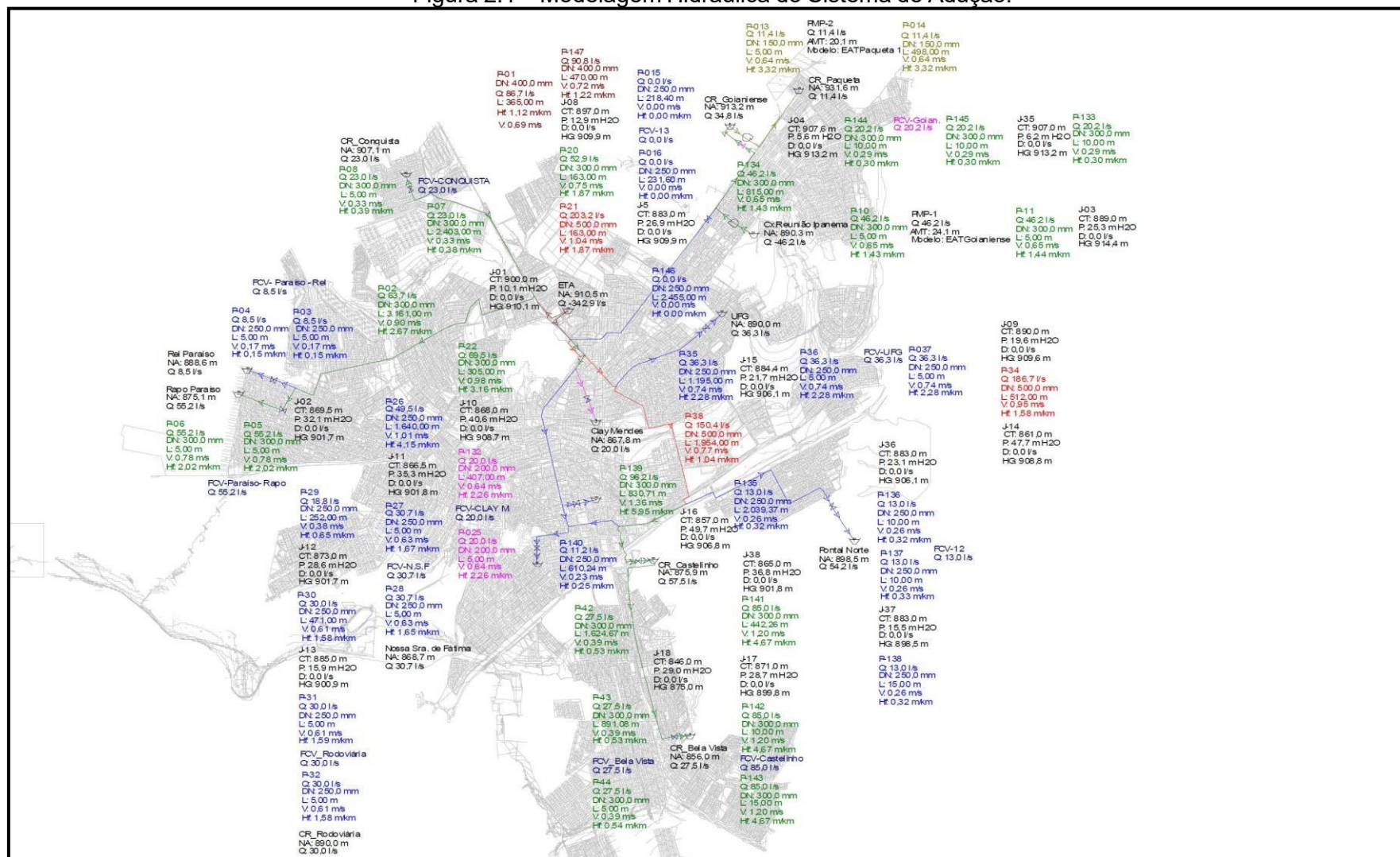
-  RESERVATÓRIO
-  NÓ
-  TUBULAÇÃO (TROÇO)
-  BOMBA
-  VÁLVULA

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:

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

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

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

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

Quadro 2.1: Tempo de drenagem nas adutoras.

Adutora	Descarga	Cota da Geratriz Inferior	Cota do ponto extremo a drenar	Carga máxima (m)	Carga mínima (m)	Carga média (m)	Comprimento do trecho a ser drenado (m)	Diâmetro da descarga (mm)	Tempo de drenagem (h)	Tempo de drenagem (min)
Paraíso	D1	826,2	900	73,80	41,80	57,80	2805,00	150	0,35	21,25
			868							
	D2	863,2	868	10,00	0	10,00	497,80	100	0,34	20,40
			0							
UFG	D1	857,2	883	25,70	2,75	14,25	1195,45	100	0,48	28,50
			860							
Paquetá	D1	905,3	917	11,65	0	11,65	498,15	80	0,12	7,39
			0							
			0							
Goianiense	D1	885,2	907	21,8	0	10	806,8	100	0,37	22,40
			0							
Linhão	D1	830	900,5	70,5	30,5	50,5	2410	150	0,90	54,26
			860,5							
Rodoviário	D1	857,2	861	3,8	7	5,4	860	80	1,25	74,94
			864,2							
	D1	863,35	864,2	0,85	9,85	5,35	590	80	0,86	51,65
			873,2							
Rodoviária	D1	859	860,6	1,6	23,7	12,65	2013	100	0,85	50,94
			882,7							

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 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 do dimensionamento das ventosas a serem instaladas nas adutoras.

Quadro 2.2: Dimensionamento das ventosas.

Adutora	Peça	ESTACA	COTA	COTA (Descargas)	Z (m)	d (m)	d_a (mm)	d_a 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:

$$E = 2 (S \cdot h \cdot \gamma) \cdot \sin (\alpha/2)$$

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	TÊ	25	500	I	-
12	TÊ	40	500	I	-
24	TÊ	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	TÊ	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	TÊ	75	500	I	-
112	TÊ	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	TÊ	40	500	I	-
120+7,94	TÊ	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	TÊ	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	TÊ	10	250	I	-
100+13,35	Curva 90°	10	250	I	-
Trecho 03 - DN 300					
24	TÊ	45	300	I	-
25+3,56	Curva 22°30'00"	45	300	I	D
43	TÊ	40	300	I	-
43+5,93	Curva 45°	40	300	I	F
47	Curva 45°	40	300	I	F
47+0,52	TÊ	40	300	I	H