

REF. EDITAL Nº 002/2018 – PREFEITURA DE FRANCISCO BELTRÃO - PR

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM URBANA FRANCISCO BELTRÃO - PR

**P.E.D.F.B 09 – VERTEDOR DE REGULARIZAÇÃO
NO RIO MARRECAS
ESTRUTURA ELIMINADA DO PROJETO**

Outubro / 2018.

SUMÁRIO

9. VERTEDOR DE REGULARIZAÇÃO – ESTRUTURA ELIMINADA	1
9.1. Justificativas para a eliminação do vertedouro de regularização	1
9.1.1. Escavação da calha do rio Marrecas no trecho urbano	1
9.1.2. Redimensionamento do rio Urutago	6
9.1.3. Emboque do túnel adutor	7
9.1.4. Túnel adutor	8

9. VERTEDOR DE REGULARIZAÇÃO – ESTRUTURA ELIMINADA

Na fase de concepção do projeto ou Projeto Básico, havia sido proposta a execução de um vertedor de regularização logo à jusante da foz do rio Urutago.

Na presente fase de Projeto Executivo verificou-se que, o vertedor de regularização, cuja função seria a de manter o escoamento em regimes normais pelo rio Marrecas, a jusante da foz do rio Urutago, mantendo suas condições sanitárias, pode ser substituído, com vantagens econômicas e operacionais, pela nova tomada d'água do túnel em comporta basculante, a qual controla a entrada d'água no túnel e quando há elevação de nível d'água bascula automaticamente para manter o fluxo dividido entre o rio Marrecas e canal artificial do túnel.

Ocorre que, a cota de piso natural do rio Marrecas no ponto logo a jusante do emboque do rio Urutago encontra-se na el. 535,40m, enquanto a cota de topo da comporta basculante (fechada) está prevista na el. 536,80m, ou seja, com uma diferença de cotas da ordem de 1,40m. Esta diferença promove a indução d'água prioritariamente para o rio Marrecas e, somente quando acionada a comporta basculante, esta permite fluxo ao túnel adutor.

Ou seja, verificou-se nesta fase de projeto executivo não haver sentido na instalação de um conjunto de comportas basculantes no rio Marrecas, logo à jusante do emboque para o rio Urutago (conforme havia sido previsto no Projeto Básico Conceitual).

Pelos fatos expostos, e buscando em conciliar a máxima eficiência no dimensionamento das estruturas hidráulicas minimizando responsabilidades à prefeitura local, verificou-se a ineficiência na instalação de comportas basculantes no rio Marrecas eliminando esta estrutura.

9.1. Justificativas para a eliminação do vertedouro de regularização

Apresentamos a seguir, uma breve caracterização dos resultados com o tratamento projetado no rio Marrecas, rio Urutago e túnel adutor, que seguramente indicaram a eliminação do vertedor de regularização do rio Marrecas.

O detalhamento completo dos estudos hidráulicos desenvolvidos encontra-se disponível no capítulo P.E.D.F 03A – Estudos Hidráulicos.

9.1.1. Escavação da calha do rio Marrecas no trecho urbano

O sistema de amortecimento de cheias prevê o tratamento e modificações na calha do rio Marrecas de forma a suportar seguramente a passagem de vazões com tempo de recorrência de 100 anos equivalente a 288 m³/s.

Atualmente, a calha do rio Marrecas no trecho urbano a ser beneficiado com o sistema de desvio apresenta densa vegetação de grande porte, com árvores caindo sobre o leito do rio

além de se verificar grande quantidade de entulho lançado irregularmente.

O fluxo do rio ocorre em uma calha hidráulica rochosa, porém de pequena declividade e profundidade.

Todos estes parâmetros supracitados concorrem para uma baixa hidraulicidade, ou seja, baixa capacidade de vazão, o que promove a subida do nível d'água transbordando para fora das margens e atingindo a cidade.

As modificações a serem implantadas na caixa do rio consistem no rebaixamento, alargamento e linearização do fundo e das margens do rio. A escavação do fundo ocorrerá mormente em rocha segundo inspeções realizadas.

Para o sucesso do sistema de drenagem, pontos de controle do escoamento como, por exemplo, a ilha situada à jusante da ponte da PR – 483, bem como toda vegetação de grande porte dentro da calha de descarga deverão ser suprimidos e a vegetação substituída por grama.

Em toda a extensão do trecho de interesse de 3.284m, a escavação para o rebaixamento do rio ocorrerá 90% escavado em rocha basáltica com seção “caixão” retangular de 20m de base por altura variando de acordo com a condição topográfica natural entre 2,0m e 4,0m, de acordo com cada uma das 24 seções estudadas.

Quanto aos principais cuidados construtivos previstos informa-se que a etapa de escavação desmonte em rocha deve prever sentido de escavação de jusante para montante e fogo cuidadoso para evitar abalos sísmicos e danificar as residências próximas.

Também é previsto que as perfurações se darão em regime de fogo submerso e devidamente abafado, com controle sismográfico. No trecho em rocha não é previsto revestimento nas paredes, porém é previsto o pré-fissuramento das paredes laterais, melhorando o acabamento dos taludes.

O projeto de escavação prevê uma estrada de serviço nas laterais junto a calha do rio para carregamento e transporte da rocha até o ponto de destinação providenciado pela prefeitura. A escavação em rocha do canal será utilizada também como material rochoso para execução da barragem de enrocamento e aterro das margens do próprio rio até a cota de proteção, sem necessidade de abertura de pedreiras.

A cota de fundo no rio Marrecas irá variar no trecho do rio entre as el. 533,32m na ponte da PR – 483 e el. 531,32m na foz do rio Urutago.

A seguir é apresentada a seção típica de escavação da calha do rio Marrecas.



Figura 1 - Seção de escavação do rio Marrecas.



Figura 2 - Exemplo de escavação em rocha de rebaixo de canal de fuga.

A cota de proteção no rio Marrecas irá variar no trecho do rio entre as el. 544,00m na ponte da PR – 483 e el. 542,00m na foz do rio Urutago. Na cota de proteção, ou acima desta está previsto a implantação futura do parque linear.

Desta forma, o taludamento das margens ocorrerá de acordo com a faixa disponível considerando no mínimo 0,67,0H / 1,0V e deve ser provida uma plataforma no topo para implantação do parque linear com no mínimo 3,00m de largura.

Trechos confinados pelo alinhamento predial e o barranco, onde não for possível a execução

desta plataforma, a contenção ocorrerá através da fixação de trilhos verticalmente e instalação de postes na posição horizontal. Seu detalhamento encontra-se no capítulo P.E.D.F.B 05 – Rebaixo e tratamento do rio Marrecas e contenção lateral.

Tratamento do rio Marrecas escavado rocha basáltica
Trecho extensão total.....3284 m
Seção típica.....Seção retangular com 20,0 m de base e altura média de 4,0 m
Volume de escavação em rocha272.047m³
Velocidade média da água Tr100anos.....0,92 m/s
Área livre de escoamento68,11 m²

Tabela 1 - Geometria do rebaixo a ser executado no rio Marrecas.

SEÇÃO	DISTANCIA	COTA DO GREIDE DA PONTE	COTA DE FUNDO NATURAL (S/ REBAIXO)	COTA REBAIXADA DO FUNDO DO RIO	OBSERVAÇÕES
STB-09	3284,6	-	535,32	532,32	REGIÃO DA FOZ DO RIO URUTAGO
S-15	3203,3	-	535,24	532,37	-
S-14	3034,3	546,22	536,08	532,47	PONTE RUA JOÃO PESSOA
STB-08	2941,7	-	535,37	532,53	-
S-13	2844,2	-	535,72	532,59	-
STB-07	2745,5	-	535,32	532,65	-
S-12	2651,8	-	536,34	532,71	-
S-11	2410,3	-	535,66	532,85	-
STB-06	2234,7	547,37	536,21	532,96	PONTE AV. GERAL OSÓRIO
S-10	2159,8	-	536,50	533,01	-
STB-05	1956,2	547,37	537,08	533,13	PONTE AV. CRISTO REI
S-09	1875,7	-	536,31	533,18	-
S-08	1690,0	-	535,70	533,29	-
STB-03	1598,3	546,61	536,40	533,35	PONTE AV. GETÚLIO VARGAS
S-07	1493,2	-	536,71	533,41	-
S-06	1259,7	-	536,59	533,55	-
S-05	1069,5	-	535,92	533,67	-
STB-02	916,5	549,34	535,74	533,76	PONTE RUA ANTÔNIO CARNEIRO NETO
S-04	847,6	-	536,13	533,80	-
S-03	619,2	-	536,29	533,94	-
S-02	405,9	-	536,47	534,07	-
STB-01	315,0	-	536,29	534,13	-
S-01	162,1	-	537,52	534,22	-
STB-04	0,0	551,75	537,12	534,32	PONTE PR 483 OU AV. DUQUE DE CAXIAS

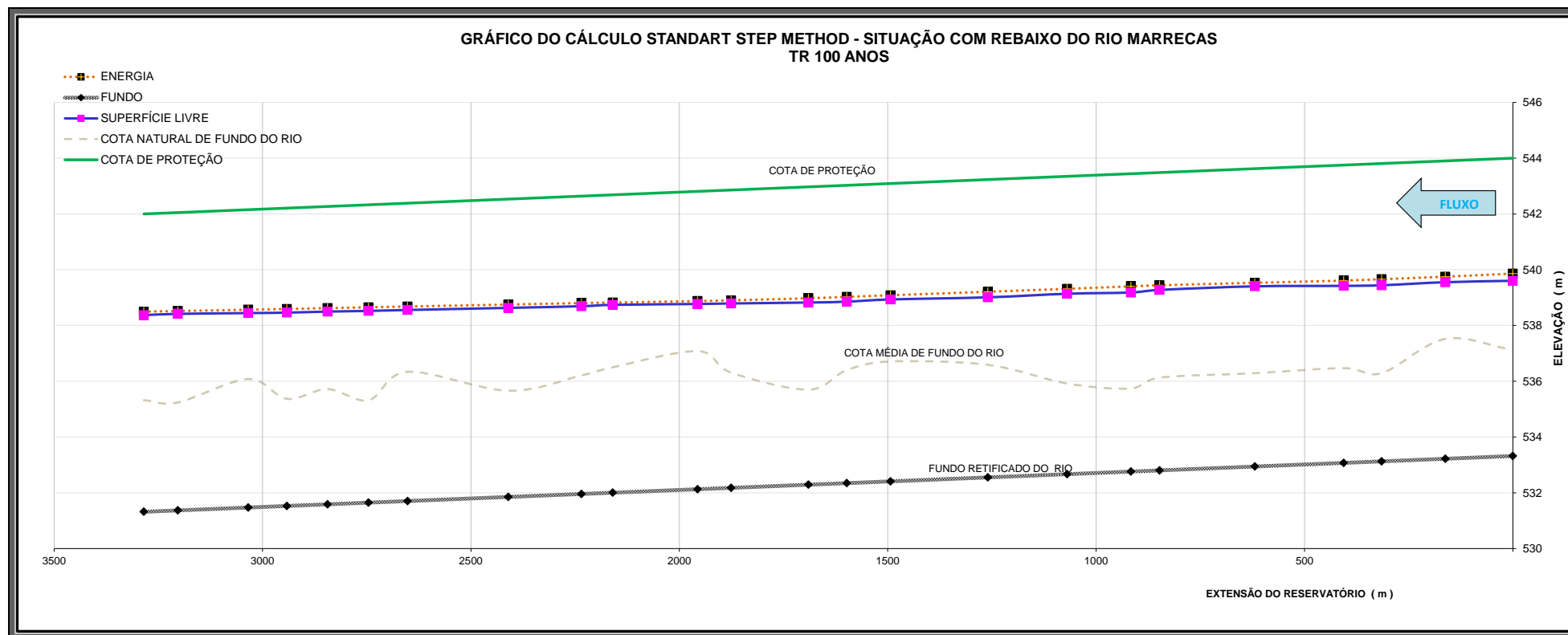


Gráfico 1 - Cálculo da cheia TR100 anos na calha do rio Marrecas após a implantação do sistema de drenagem.

9.1.2. Redimensionamento do rio Urutago

O rio Urutago com extensão de 745m terá expressiva função no sistema de drenagem do rio Marrecas, com a condução das águas para o túnel adutor.

O projeto prevê a inversão de seu fluxo d’água através de escavações em solo e rocha visando o aumento de sua seção. Segue parâmetros sobre o tratamento do rio Urutago:

Base.....	12m
Altura.....	8m
Escavação em rocha.....	55.248 m³

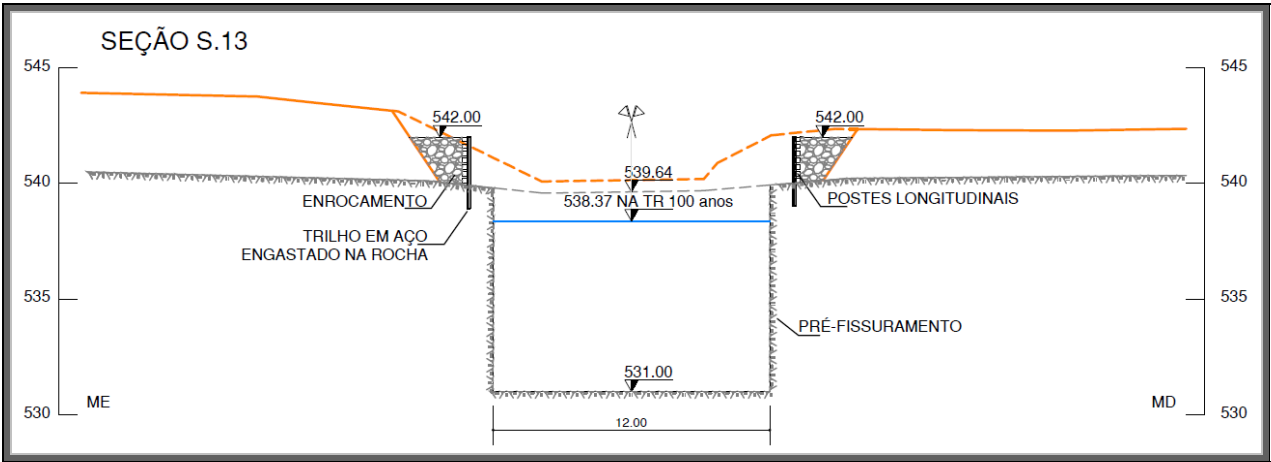


Figura 3 - Exemplo de seção para o rio Urutago com extensão de 745m – Francisco Beltrão.

9.1.3. Emboque do túnel adutor

O emboque do túnel adutor foi projetado no rio Urutago através de escavação em rocha considerando uma inclinação de 10% visando facilitando a condução das águas para o túnel adutor. Será instalada uma comporta basculante com dimensões de 12m x 4m a 30m do emboque, que terá a função de regularização das águas no rio Marrecas.

As escavações na região do canal de aproximação e emboque são de 15.077 m³ em rocha e 5.014m³ em solo.

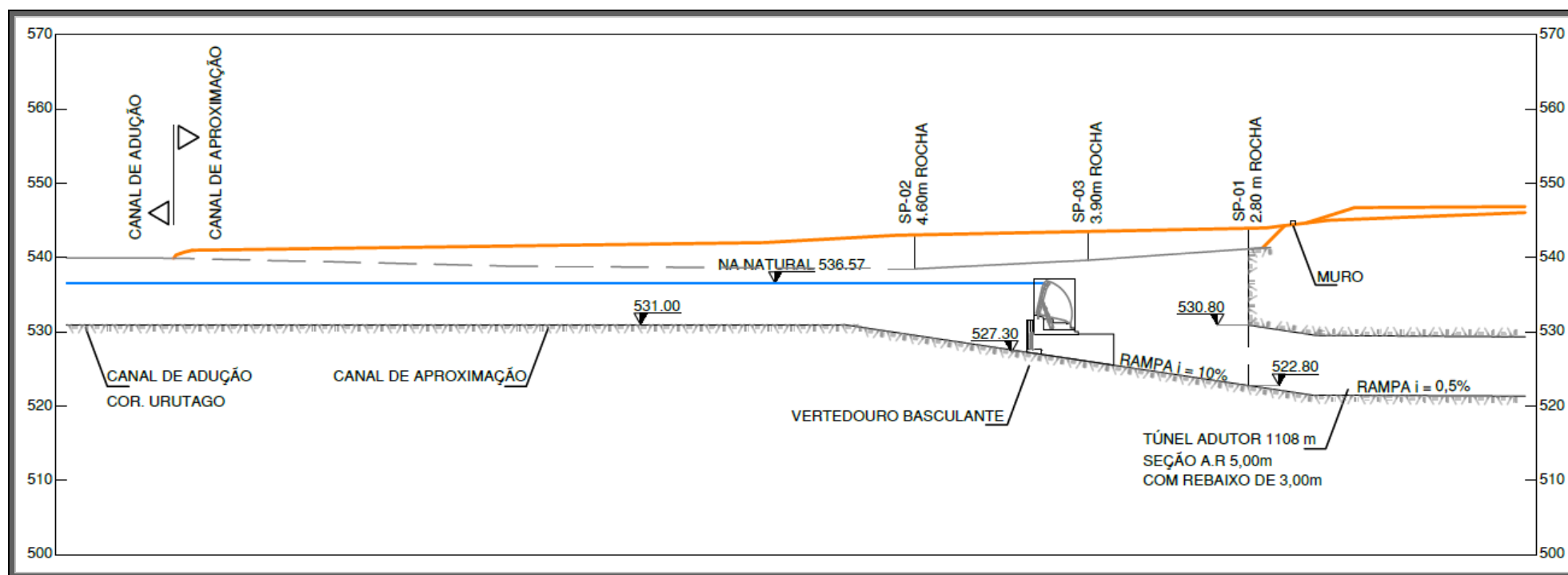


Figura 4 - Perfil do túnel adutor – região do emboque.

9.1.4. Túnel adutor

No projeto de drenagem da cidade de Francisco Beltrão, foi prevista a execução de um túnel adutor com seção final arco retângulo de 5m e rebaixo de 3,0m, ou seja, uma seção de 37,31m² e uma extensão hidráulica de 1.108m de comprimento e inclinação média de 0,5% com início na el. 521,45m e término na el. 515,40m, permitindo de forma econômica e segura conduzir as cheias através da montanha.

O volume de escavação subterrânea foi calculado em 41.340 m³ de escavação subterrânea em rocha.

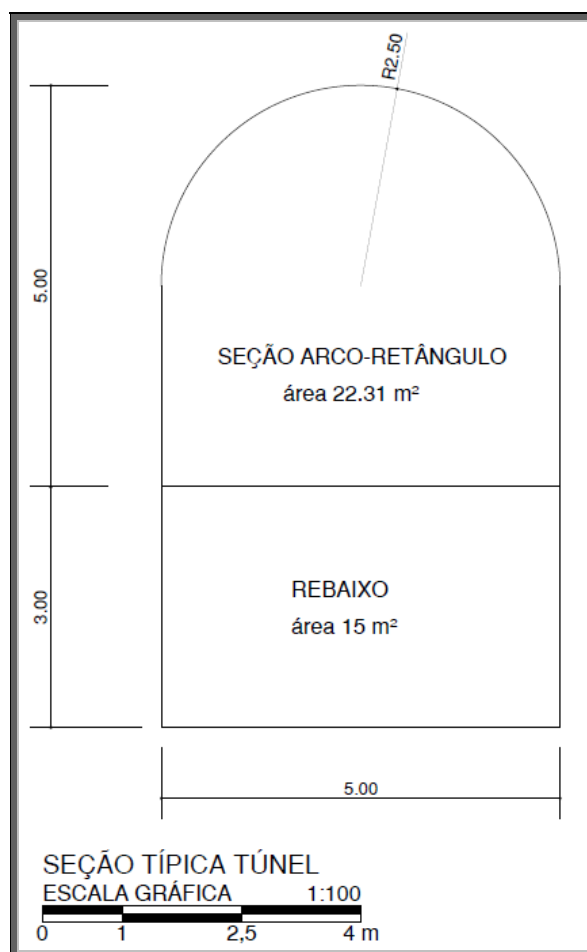


Figura 5 - Seção do túnel adutor – Francisco Beltrão.

Foram realizadas sondagens rotativas nas proximidades do eixo do túnel para identificação do perfil abaixo da superfície de solo, tendo sido atingida a superfície de rocha dura, totalizando 70,4 metros lineares de perfuração.

Os furos foram abertos, com a orientação do projetista, estrategicamente posicionados sob os principais pontos do túnel adutor visando a confirmação da qualidade e classificação da rocha. Isso permitiu uma definição precisa da interface solo / rocha, revelando boa qualidade do material.

Para a passagem de uma vazão com **tempo de recorrência de 100 anos** equivalente a 288 m³/s (el. 538,01m na foz do rio Urutago) , a distribuição do escoamento será:

- Escoamento de 237 m³/s ou 82% pelo túnel adutor;
- Escoamento de 51 m³/s ou 18% pelo rio Marrecas.

Apesar do projeto Executivo atender a premissa disposta no Edital nº 002/2018 que exige obras para um tempo de recorrência de 100 anos, ocupamo-nos em avaliar TR's superiores conforme apresentamos a seguir:

Para a passagem de uma vazão com **tempo de recorrência de 200 anos** equivalente a 318 m³/s (el. 538,85m na foz do rio Urutago) , a distribuição do escoamento será:

- Escoamento de 254 m³/s ou 80% pelo túnel adutor;
- Escoamento de 73 m³/s ou 22% pelo rio Marrecas.

No que se refere à segurança do sistema, verifica-se que os resultados são bastante positivos, haja vista, a indicação da el. 539,12m na foz do rio Urutago para uma vazão de 373 m³/s e um **tempo de recorrência de 500 anos**, nestas condições o balanço de vazões será:

- Escoamento de 281 m³/s ou 75% pelo túnel adutor;
- Escoamento de 92 m³/s ou 25% pelo rio Marrecas.

Estas informações de nível e vazão supra são válidas para o nó da foz do do rio Urutago no rio Marrecas, após a instalação do túnel de desvio.

A partir deste ponto os níveis d'água foram propagados para montante pela calha do rio Marrecas por cálculo de remanso e verificadas possíveis interferências, sendo o resultado bastante satisfatório, atingindo o objetivo do projeto.

Os resultados demonstram que o sistema de drenagem foi projetado para a operação principal do túnel adutor em grandes vazões buscando estabilizar o nível d'água do rio Marrecas dentro de sua caixa, ou seja, evitando-se extravasamentos para a cidade.

A cota de proteção do sistema foi dimensionada na el. 542,00m na foz do rio Urutago no rio Marrecas e 544,00 na ponte da PR 483.

Os órgãos extravasores operando em *ultimate capacity*, suportam uma vazão de 703 m³/s, ou seja, mais que o dobro da vazão TR 100 anos exigida no escopo deste Projeto Executivo.

Considerando a passagem de uma vazão com tempo de recorrência de 100 anos equivalente a 288 m³/s, e a parcela de 237m³/s que será desviado para o túnel adutor, a sua velocidade máxima será de 6,33 m/s.

O dimensionamento hidráulico e o detalhamento construtivo a ser seguido, encontra-se no documento P.E.D.F.B 10 – Memorial descritivo execução do túnel adutor.

Francisco Beltrão, PR, outubro de 2018.