



**PROJETO EXECUTIVO  
DA BARRAGEM E SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO  
DO RIBEIRÃO PIRAI**

**RELATÓRIO FINAL**

**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES**

**VOLUME I**

**DOCUMENTO VALIDO PARA A ETAPA 1 E 2**

**PROJETO HIDRÁULICO E HIDROMECÂNICO**

**Memorial e Desenhos**



**Julho/2019**

**Rev-00**

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho constitui o “Projeto Executivo da Barragem e Sistema de Captação e Adução do Ribeirão Pirai”, no âmbito do contrato firmado entre o Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Pirai e a ARCADIS Logos S.A.

Este documento tem como objetivo apresentar o Relatório Final do Projeto Executivo dos Sistemas de Transposição de Peixes, provisório e o definitivo qual é composto por:

- Volume I - Projeto Hidráulico e Hidromecânico - Memorial e Desenhos;
  - Volume II - Projeto Estrutural e de Terraplenagem - Memorial e Desenhos;
  - Volume III - Especificações Técnicas;
  - Volume IV - Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro.
-

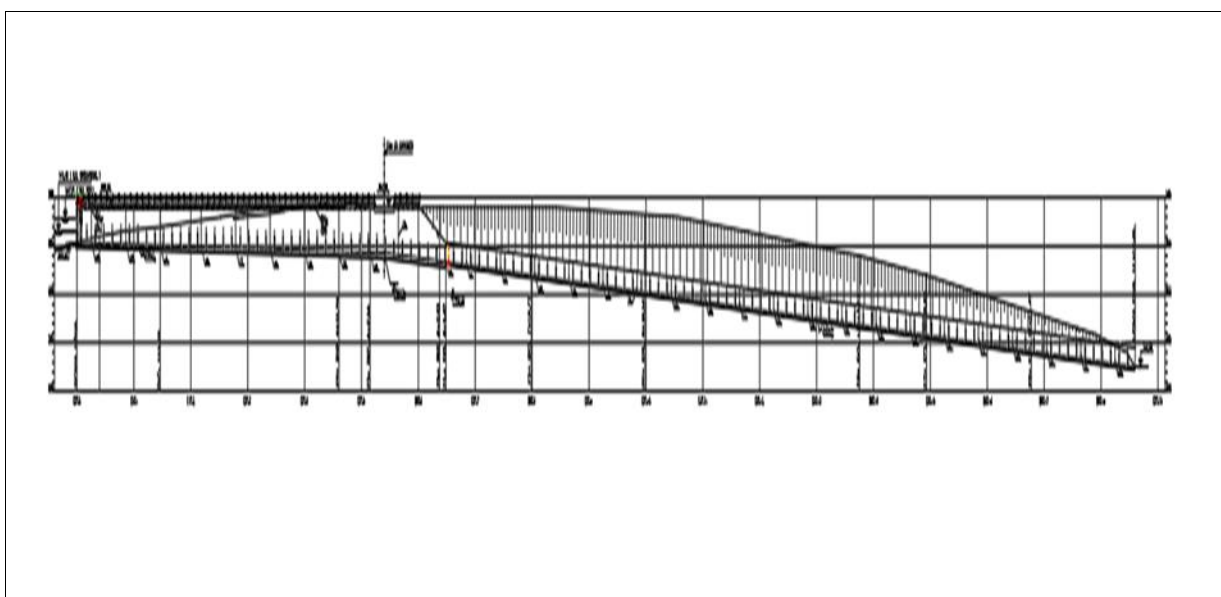
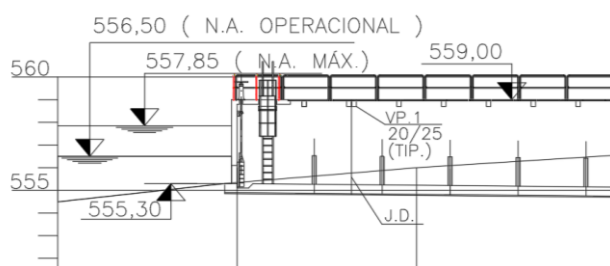
## **ÍNDICE**

|           |                                                                     |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES PROPOSTA</b> | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>SIMULAÇÃO OPERACIONAL DA BARRAGEM PIRAI</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>3.</b> | <b>ANEXOS</b>                                                       | <b>6</b>  |
| <b>4.</b> | <b>DESENHOS</b>                                                     | <b>22</b> |

---

## 1. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DEFINITIVO

O sistema de transposição proposto será composto por uma escada hidráulica do tipo “slot” vertical de jato único adotada em barramentos similares ao do Ribeirão Piraí, com nível fixo e de passo constante, adaptada às características das espécies de peixes migratórias identificadas na bacia. A figura a seguir ilustra o tipo de estrutura proposta:



**Figura 1 - Detalhes típicos do sistema de transposição de peixes (STP) proposto.**

A escada proposta deverá apresentar as seguintes características básicas:

- |                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| - Cota de chegada (último degrau):      | 555,30 m; |
| - Cota de saída (primeiro degrau):      | 542,50 m; |
| - Nível de água operacional da represa: | 556,50 m; |
| - Nível maximaximorum:                  | 557,85 m; |
| - Passo da escada:                      | 3,00 m;   |
| - Largura da escada:                    | 2,00 m;   |
| - Extensão da escada:                   | 372 m;    |

- Largura da passagem: 0,39 m;
- Lâmina de água mínima: 0,50 m.

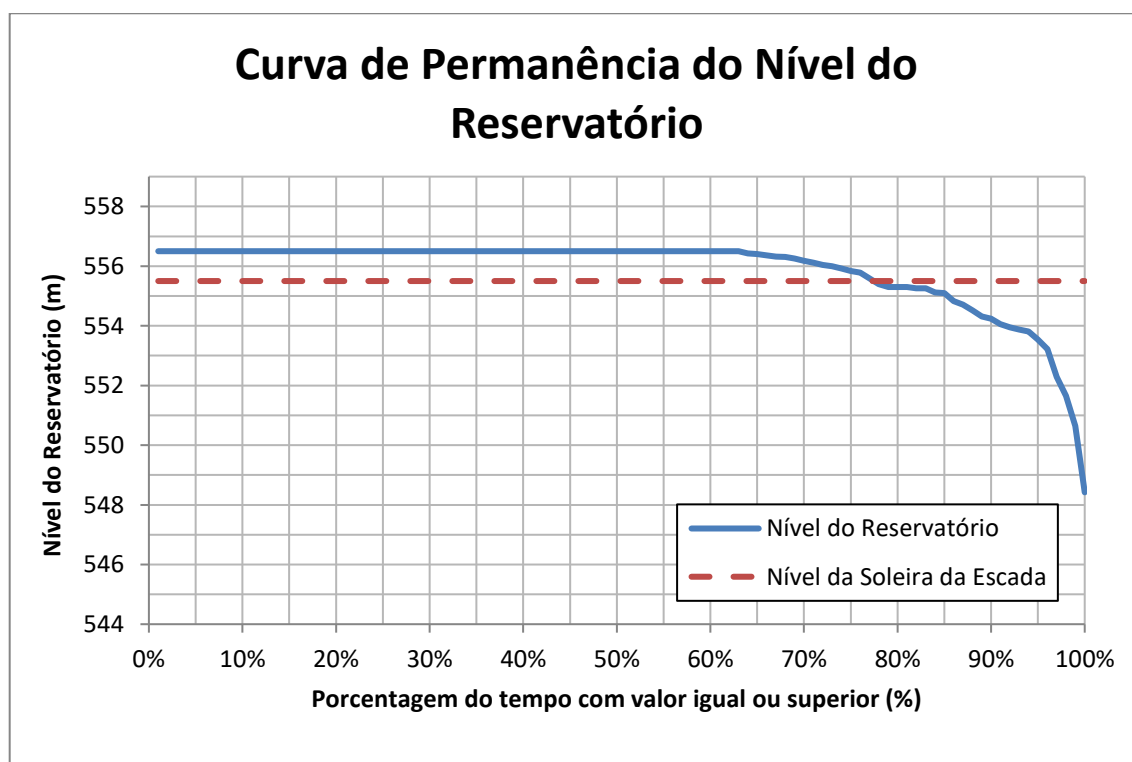
O controle de vazão será feito por um sistema de comporta e vertedor que garantirá uma vazão mínima de descarga na escada para as situações onde a cota do nível de água da represa seja superior a 555,30 m.

## 2. SIMULAÇÃO OPERACIONAL DA BARRAGEM PIRAÍ

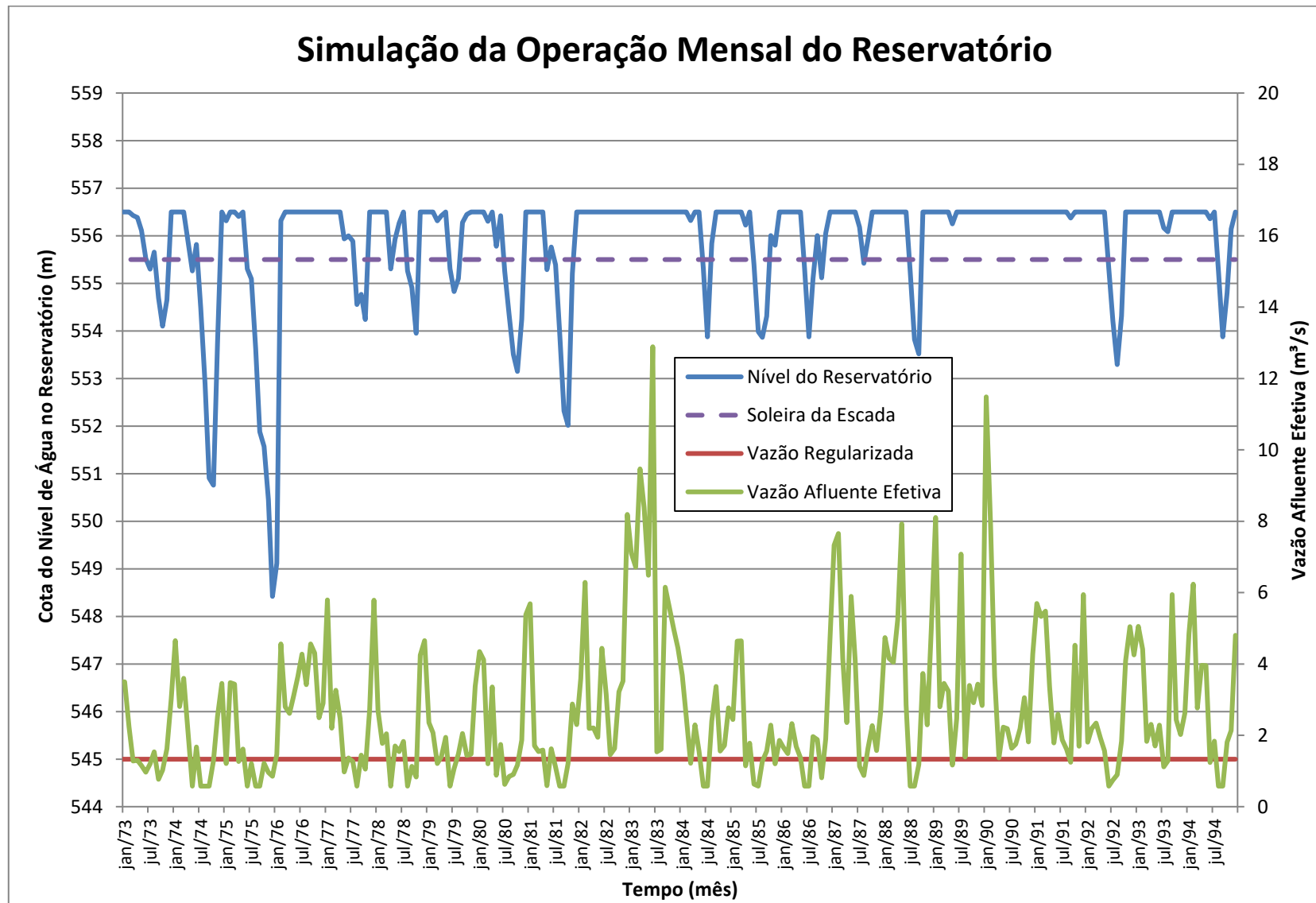
Para avaliar o comportamento dos níveis de água na represa formada pela barragem foram utilizados os dados de vazão média mensal levantados para o Ribeirão Pirai no local, os quais também serviram de base para o estudo de regularização de vazões.

Por se tratar de um reservatório destinado à regularização de vazão para abastecimento público de água, os níveis de água poderão variar da cota 556,50 m (cota normal de extravasão) até a cota 544,00 m (fundo da represa).

Desta forma, o sistema proposto contempla a introdução de uma escada de peixes tradicional, de nível fixo com a soleira superior na cota 555,00 m e lâmina de água de 0,50 m (N.A. na cota 555,30 m). Essa configuração garantirá que o nível da represa estará acima da soleira vertedora da escada em pelo menos 75% do tempo (70% para a cota 556,00 m), conforme ilustrado no gráfico a seguir:



Embora o nível da represa permaneça a maior parte do tempo acima da soleira da escada, ainda há períodos em que a escada permanecerá sem escoamento de água. O gráfico a seguir mostra o comportamento do reservatório a partir de uma simulação utilizando-se a série histórica de vazões mensais do Ribeirão Pirai:



A partir da simulação realizada, têm-se as seguintes conclusões:

- 1) A maior parte dos anos terá pelo menos 1 mês do período seco com a represa em nível abaixo da soleira da escada, resultando em um período de retorno praticamente anual (TR = 1,5 anos);
- 2) A maior parte das ocorrências de nível baixo no período úmido está concentrada no 4º trimestre, na maior parte em decorrência da represa estar com nível baixo no início desse período e com maior incidência nos 2 primeiros meses. Entretanto, a ocorrência em três meses consecutivos do 4º trimestre é relativamente baixa (TR = 23 anos). Considerando-se que o período migratório de peixes tem maior incidência no começo do 1º trimestre e no final do 4º trimestre de cada ano, a escada poderá deixar de ser funcional 1 vez a cada 23 anos (TR = 23 anos) na pior das hipóteses;
- 3) Pelos dados obtidos, apenas 1 vez o nível da represa permaneceu com nível baixo em 4 meses consecutivos do período úmido (3 meses do 4º trimestre de um ano e 1 mês do 1º trimestre do ano seguinte), resultando em um período de retorno de 23 anos.

Maiores detalhes da simulação realizada para a represa Pirai são apresentados no item Anexos.

### 3. ANEXOS

Da simulação realizada, identificaram-se os meses em que o nível da represa fica abaixo da soleira da escada. O quadro a seguir resume o número de meses (ocorrências) que tal fato ocorre dentro do horizonte da simulação:

**Quadro 1**  
**Total de Meses que Represa tem Nível de Água Inferior à Soleira da Escada de Peixes**

| Trimestre | Período | Ocorrências<br>(número de meses) |
|-----------|---------|----------------------------------|
| 1º        | Úmido   | 1                                |
| 2º e 3º   | Seco    | 44                               |
| 4º        | Úmido   | 15                               |

Conforme pode se observar, o maior número de ocorrências se concentra no período seco do ano (abril a setembro), seguido do período úmido do 4º trimestre (outubro a dezembro), o que se justifica pelo fato da represa ainda estar com nível baixo no início desse trimestre.

Outra análise pertinente da simulação engloba a determinação do número de anos em que o nível da represa permanece baixo em uma sequência de 1 até 3 meses de determinado trimestre. Esses resultados são importantes para identificar se haverá problemas em um determinado ano durante o período migratório dos peixes. Nos quadros a seguir, resumem-se as informações obtidas:

**Quadro 2**  
**Total de Anos onde a Represa tem Nível de Água Inferior à Soleira da Escada de Peixes por pelo menos 1 mês em um Trimestre**

| Trimestre | Período | Pelo menos 1 mês    |        |           |
|-----------|---------|---------------------|--------|-----------|
|           |         | Anos com Ocorrência | P      | TR (anos) |
| 1º        | Úmido   | 1                   | 4,35%  | 23,0      |
| 2º e 3º   | Seco    | 15                  | 65,22% | 1,5       |
| 4º        | Úmido   | 9                   | 39,13% | 2,6       |

**Quadro 3**  
**Total de Anos onde a Represa tem Nível de Água Inferior à Soleira da Escada de Peixes por pelo menos 2 meses em um Trimestre**

| Trimestre | Período | Pelo Menos 2 meses  |         |           |
|-----------|---------|---------------------|---------|-----------|
|           |         | Anos com Ocorrência | P       | TR (anos) |
| 1º        | Úmido   | 0                   | < 4,35% | > 23,0    |
| 2º e 3º   | Seco    | 14                  | 60,87%  | 1,6       |
| 4º        | Úmido   | 5                   | 21,74%  | 4,6       |

**Quadro 4**  
**Total de Anos onde a Represa tem Nível de Água Inferior à Soleira da Escada de Peixes nos 3 meses de um Trimestre**

| Trimestre | Período | Pelo Menos 3 meses  |         |           |
|-----------|---------|---------------------|---------|-----------|
|           |         | Anos com Ocorrência | P       | TR (anos) |
| 1º        | Úmido   | 0                   | < 4,35% | > 23,0    |
| 2º e 3º   | Seco    | 10                  | 43,48%  | 2,3       |
| 4º        | Úmido   | 1                   | 4,35%   | 23,0      |

As informações contidas nos quadros 1 a 4 foram obtidas a partir da análise do quadro mostrado a seguir:

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |  |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| 1   | jan/73 | 31                    | 3,576                              | 0,077                                  | 3,499                         | 1,330                        | 2,169          | 5.809.450                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 2                           |  |
| 2   | fev/73 | 28                    | 2,316                              | 0,077                                  | 2,239                         | 1,330                        | 0,909          | 2.199.053                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 3   | mar/73 | 31                    | 1,359                              | 0,077                                  | 1,282                         | 1,330                        | -0,048         | -128.563                       | 9.739.000                    | 9.610.437                 | 556,426                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 4   | abr/73 | 30                    | 1,381                              | 0,077                                  | 1,304                         | 1,330                        | -0,026         | -67.392                        | 9.610.437                    | 9.543.045                 | 556,386                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 5   | mai/73 | 31                    | 1,232                              | 0,077                                  | 1,155                         | 1,330                        | -0,175         | -468.720                       | 9.543.045                    | 9.074.325                 | 556,109                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 6   | jun/73 | 30                    | 1,040                              | 0,077                                  | 0,963                         | 1,330                        | -0,367         | -951.264                       | 9.074.325                    | 8.123.061                 | 555,520                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 7   | jul/73 | 31                    | 1,280                              | 0,077                                  | 1,203                         | 1,330                        | -0,127         | -340.157                       | 8.123.061                    | 7.782.904                 | 555,300                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 8   | ago/73 | 31                    | 1,614                              | 0,077                                  | 1,537                         | 1,330                        | 0,207          | 554.429                        | 7.782.904                    | 8.337.333                 | 555,656                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 9   | set/73 | 30                    | 0,846                              | 0,077                                  | 0,769                         | 1,330                        | -0,561         | -1.454.112                     | 8.337.333                    | 6.883.221                 | 554,693                   | 555,500            | 1                                                 | 2                            |                             |  |
| 10  | out/73 | 31                    | 1,101                              | 0,077                                  | 1,024                         | 1,330                        | -0,306         | -819.590                       | 6.883.221                    | 6.063.631                 | 554,100                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 11  | nov/73 | 30                    | 1,699                              | 0,077                                  | 1,622                         | 1,330                        | 0,292          | 756.864                        | 6.063.631                    | 6.820.495                 | 554,649                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 12  | dez/73 | 31                    | 3,106                              | 0,077                                  | 3,029                         | 1,330                        | 1,699          | 4.550.602                      | 6.820.495                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 4                           |  |
| 13  | jan/74 | 31                    | 4,732                              | 0,077                                  | 4,655                         | 1,330                        | 3,325          | 8.905.680                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 14  | fev/74 | 28                    | 2,882                              | 0,077                                  | 2,805                         | 1,330                        | 1,475          | 3.568.320                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 15  | mar/74 | 31                    | 3,676                              | 0,077                                  | 3,599                         | 1,330                        | 2,269          | 6.077.290                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 16  | jan/00 | 30                    | 1,891                              | 0,077                                  | 1,814                         | 1,330                        | 0,484          | 1.254.528                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 17  | mai/74 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 9.739.000                    | 7.719.486                 | 555,259                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 18  | jun/74 | 30                    | 1,746                              | 0,077                                  | 1,669                         | 1,330                        | 0,339          | 878.688                        | 7.719.486                    | 8.598.174                 | 555,819                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 19  | jul/74 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 8.598.174                    | 6.578.660                 | 554,477                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 20  | ago/74 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 6.578.660                    | 4.559.146                 | 552,884                   | 555,500            | 1                                                 | 2                            |                             |  |
| 21  | set/74 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 4.559.146                    | 2.604.778                 | 550,905                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 22  | out/74 | 31                    | 1,362                              | 0,077                                  | 1,285                         | 1,330                        | -0,045         | -120.528                       | 2.604.778                    | 2.484.250                 | 550,760                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 23  | nov/74 | 30                    | 2,615                              | 0,077                                  | 2,538                         | 1,330                        | 1,208          | 3.131.136                      | 2.484.250                    | 5.615.386                 | 553,757                   | 555,500            | 1                                                 | 0                            | 4                           |  |
| 24  | dez/74 | 31                    | 3,535                              | 0,077                                  | 3,458                         | 1,330                        | 2,128          | 5.699.635                      | 5.615.386                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 25  | jan/75 | 31                    | 1,288                              | 0,077                                  | 1,211                         | 1,330                        | -0,119         | -318.730                       | 9.739.000                    | 9.420.270                 | 556,314                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 26  | fev/75 | 28                    | 3,551                              | 0,077                                  | 3,474                         | 1,330                        | 2,144          | 5.186.765                      | 9.420.270                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 27  | mar/75 | 31                    | 3,510                              | 0,077                                  | 3,433                         | 1,330                        | 2,103          | 5.632.675                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 28  | abr/75 | 30                    | 1,343                              | 0,077                                  | 1,266                         | 1,330                        | -0,064         | -165.888                       | 9.739.000                    | 9.573.112                 | 556,404                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 29  | mai/75 | 31                    | 1,689                              | 0,077                                  | 1,612                         | 1,330                        | 0,282          | 755.309                        | 9.573.112                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 30  | jun/75 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 9.739.000                    | 7.784.632                 | 555,302                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 31  | jul/75 | 31                    | 1,289                              | 0,077                                  | 1,212                         | 1,330                        | -0,118         | -316.051                       | 7.784.632                    | 7.468.581                 | 555,093                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 32  | ago/75 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 7.468.581                    | 5.449.067                 | 553,626                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 33  | set/75 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 5.449.067                    | 3.494.699                 | 551,882                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 34  | out/75 | 31                    | 1,296                              | 0,077                                  | 1,219                         | 1,330                        | -0,111         | -297.302                       | 3.494.699                    | 3.197.397                 | 551,573                   | 555,500            | 1                                                 | 3                            |                             |  |
| 35  | nov/75 | 30                    | 1,037                              | 0,077                                  | 0,960                         | 1,330                        | -0,370         | -959.040                       | 3.197.397                    | 2.238.357                 | 550,450                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 36  | dez/75 | 31                    | 0,932                              | 0,077                                  | 0,855                         | 1,330                        | -0,475         | -1.272.240                     | 2.238.357                    | 966.117                   | 548,419                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |   |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| 37  | jan/76 | 31                    | 1,545                              | 0,077                                  | 1,468                         | 1,330                        | 0,138          | 369.619                        | 966.117                      | 1.335.736                 | 549,113                   | 555,500            | 1                                                 | 1                            | 0                           |   |
| 38  | fev/76 | 29                    | 4,636                              | 0,077                                  | 4,559                         | 1,330                        | 3,229          | 8.090.582                      | 1.335.736                    | 9.426.318                 | 556,318                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 39  | mar/76 | 31                    | 2,875                              | 0,077                                  | 2,798                         | 1,330                        | 1,468          | 3.931.891                      | 9.426.318                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 40  | abr/76 | 30                    | 2,694                              | 0,077                                  | 2,617                         | 1,330                        | 1,287          | 3.335.904                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 41  | mai/76 | 31                    | 3,175                              | 0,077                                  | 3,098                         | 1,330                        | 1,768          | 4.735.411                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 42  | jun/76 | 30                    | 3,735                              | 0,077                                  | 3,658                         | 1,330                        | 2,328          | 6.034.176                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 43  | jul/76 | 31                    | 4,355                              | 0,077                                  | 4,278                         | 1,330                        | 2,948          | 7.895.923                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 44  | ago/76 | 31                    | 3,493                              | 0,077                                  | 3,416                         | 1,330                        | 2,086          | 5.587.142                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 45  | set/76 | 30                    | 4,636                              | 0,077                                  | 4,559                         | 1,330                        | 3,229          | 8.369.568                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 46  | out/76 | 31                    | 4,381                              | 0,077                                  | 4,304                         | 1,330                        | 2,974          | 7.965.562                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 47  | nov/76 | 30                    | 2,570                              | 0,077                                  | 2,493                         | 1,330                        | 1,163          | 3.014.496                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 48  | dez/76 | 31                    | 2,976                              | 0,077                                  | 2,899                         | 1,330                        | 1,569          | 4.202.410                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 49  | jan/77 | 31                    | 5,873                              | 0,077                                  | 5,796                         | 1,330                        | 4,466          | 11.961.734                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 50  | fev/77 | 28                    | 2,277                              | 0,077                                  | 2,200                         | 1,330                        | 0,870          | 2.104.704                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 2                           |   |
| 51  | mar/77 | 31                    | 3,343                              | 0,077                                  | 3,266                         | 1,330                        | 1,936          | 5.185.382                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 52  | abr/77 | 30                    | 2,545                              | 0,077                                  | 2,468                         | 1,330                        | 1,138          | 2.949.696                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 53  | mai/77 | 31                    | 1,052                              | 0,077                                  | 0,975                         | 1,330                        | -0,355         | -950.832                       | 9.739.000                    | 8.788.168                 | 555,935                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 54  | jun/77 | 30                    | 1,446                              | 0,077                                  | 1,369                         | 1,330                        | 0,039          | 101.088                        | 8.788.168                    | 8.889.256                 | 555,997                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 55  | jul/77 | 31                    | 1,340                              | 0,077                                  | 1,263                         | 1,330                        | -0,067         | -179.453                       | 8.889.256                    | 8.709.803                 | 555,887                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 56  | ago/77 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 8.709.803                    | 6.690.289                 | 554,557                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 57  | set/77 | 30                    | 1,523                              | 0,077                                  | 1,446                         | 1,330                        | 0,116          | 300.672                        | 6.690.289                    | 6.990.961                 | 554,768                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 58  | out/77 | 31                    | 1,130                              | 0,077                                  | 1,053                         | 1,330                        | -0,277         | -741.917                       | 6.990.961                    | 6.249.044                 | 554,238                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 59  | nov/77 | 30                    | 2,797                              | 0,077                                  | 2,720                         | 1,330                        | 1,390          | 3.602.880                      | 6.249.044                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 60  | dez/77 | 31                    | 5,862                              | 0,077                                  | 5,785                         | 1,330                        | 4,455          | 11.932.272                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 61  | jan/78 | 31                    | 2,760                              | 0,077                                  | 2,683                         | 1,330                        | 1,353          | 3.623.875                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 62  | fev/78 | 28                    | 1,849                              | 0,077                                  | 1,772                         | 1,330                        | 0,442          | 1.069.286                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             | 3 |
| 63  | mar/78 | 31                    | 2,117                              | 0,077                                  | 2,040                         | 1,330                        | 0,710          | 1.901.664                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 64  | abr/78 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 9.739.000                    | 7.784.632                 | 555,302                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 65  | mai/78 | 31                    | 1,777                              | 0,077                                  | 1,700                         | 1,330                        | 0,370          | 991.008                        | 7.784.632                    | 8.775.640                 | 555,928                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 66  | jun/78 | 30                    | 1,623                              | 0,077                                  | 1,546                         | 1,330                        | 0,216          | 559.872                        | 8.775.640                    | 9.335.512                 | 556,264                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 67  | jul/78 | 31                    | 1,903                              | 0,077                                  | 1,826                         | 1,330                        | 0,496          | 1.328.486                      | 9.335.512                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 68  | ago/78 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 9.739.000                    | 7.719.486                 | 555,259                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 69  | set/78 | 30                    | 1,208                              | 0,077                                  | 1,131                         | 1,330                        | -0,199         | -515.808                       | 7.719.486                    | 7.203.678                 | 554,914                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 70  | out/78 | 31                    | 0,907                              | 0,077                                  | 0,830                         | 1,330                        | -0,500         | -1.339.200                     | 7.203.678                    | 5.864.478                 | 553,949                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 71  | nov/78 | 30                    | 4,322                              | 0,077                                  | 4,245                         | 1,330                        | 2,915          | 7.555.680                      | 5.864.478                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 72  | dez/78 | 31                    | 4,727                              | 0,077                                  | 4,650                         | 1,330                        | 3,320          | 8.892.288                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |  |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| 73  | jan/79 | 31                    | 2,434                              | 0,077                                  | 2,357                         | 1,330                        | 1,027          | 2.750.717                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 3                           |  |
| 74  | fev/79 | 28                    | 2,152                              | 0,077                                  | 2,075                         | 1,330                        | 0,745          | 1.802.304                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 75  | mar/79 | 31                    | 1,287                              | 0,077                                  | 1,210                         | 1,330                        | -0,120         | -321.408                       | 9.739.000                    | 9.417.592                 | 556,313                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 76  | abr/79 | 30                    | 1,479                              | 0,077                                  | 1,402                         | 1,330                        | 0,072          | 186.624                        | 9.417.592                    | 9.604.216                 | 556,422                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 77  | mai/79 | 31                    | 2,019                              | 0,077                                  | 1,942                         | 1,330                        | 0,612          | 1.639.181                      | 9.604.216                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 78  | jun/79 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 9.739.000                    | 7.784.632                 | 555,302                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 79  | jul/79 | 31                    | 1,143                              | 0,077                                  | 1,066                         | 1,330                        | -0,264         | -707.098                       | 7.784.632                    | 7.077.534                 | 554,828                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 80  | ago/79 | 31                    | 1,557                              | 0,077                                  | 1,480                         | 1,330                        | 0,150          | 401.760                        | 7.077.534                    | 7.479.294                 | 555,100                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 81  | set/79 | 30                    | 2,130                              | 0,077                                  | 2,053                         | 1,330                        | 0,723          | 1.874.016                      | 7.479.294                    | 9.353.310                 | 556,275                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 82  | out/79 | 31                    | 1,516                              | 0,077                                  | 1,439                         | 1,330                        | 0,109          | 291.946                        | 9.353.310                    | 9.645.256                 | 556,446                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 83  | nov/79 | 30                    | 1,550                              | 0,077                                  | 1,473                         | 1,330                        | 0,143          | 370.656                        | 9.645.256                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 84  | dez/79 | 31                    | 3,452                              | 0,077                                  | 3,375                         | 1,330                        | 2,045          | 5.477.328                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 85  | jan/80 | 31                    | 4,423                              | 0,077                                  | 4,346                         | 1,330                        | 3,016          | 8.078.054                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 3                           |  |
| 86  | fev/80 | 29                    | 4,197                              | 0,077                                  | 4,120                         | 1,330                        | 2,790          | 6.990.624                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 87  | mar/80 | 31                    | 1,282                              | 0,077                                  | 1,205                         | 1,330                        | -0,125         | -334.800                       | 9.739.000                    | 9.404.200                 | 556,305                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 88  | abr/80 | 30                    | 3,435                              | 0,077                                  | 3,358                         | 1,330                        | 2,028          | 5.256.576                      | 9.404.200                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 89  | mai/80 | 31                    | 0,958                              | 0,077                                  | 0,881                         | 1,330                        | -0,449         | -1.202.602                     | 9.739.000                    | 8.536.398                 | 555,780                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 90  | jun/80 | 30                    | 1,819                              | 0,077                                  | 1,742                         | 1,330                        | 0,412          | 1.067.904                      | 8.536.398                    | 9.604.302                 | 556,422                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 91  | jul/80 | 31                    | 0,700                              | 0,077                                  | 0,623                         | 1,330                        | -0,707         | -1.893.629                     | 9.604.302                    | 7.710.673                 | 555,253                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 92  | ago/80 | 31                    | 0,921                              | 0,077                                  | 0,844                         | 1,330                        | -0,486         | -1.301.702                     | 7.710.673                    | 6.408.971                 | 554,355                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 93  | set/80 | 30                    | 0,979                              | 0,077                                  | 0,902                         | 1,330                        | -0,428         | -1.109.376                     | 6.408.971                    | 5.299.595                 | 553,506                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 94  | out/80 | 31                    | 1,246                              | 0,077                                  | 1,169                         | 1,330                        | -0,161         | -431.222                       | 5.299.595                    | 4.868.373                 | 553,150                   | 555,500            | 1                                                 | 2                            |                             |  |
| 95  | nov/80 | 30                    | 1,943                              | 0,077                                  | 1,866                         | 1,330                        | 0,536          | 1.389.312                      | 4.868.373                    | 6.257.685                 | 554,244                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 96  | dez/80 | 31                    | 5,455                              | 0,077                                  | 5,378                         | 1,330                        | 4,048          | 10.842.163                     | 6.257.685                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 97  | jan/81 | 31                    | 5,763                              | 0,077                                  | 5,686                         | 1,330                        | 4,356          | 11.667.110                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 4                           |  |
| 98  | fev/81 | 28                    | 1,788                              | 0,077                                  | 1,711                         | 1,330                        | 0,381          | 921.715                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 99  | mar/81 | 31                    | 1,621                              | 0,077                                  | 1,544                         | 1,330                        | 0,214          | 573.178                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 100 | abr/81 | 30                    | 1,667                              | 0,077                                  | 1,590                         | 1,330                        | 0,260          | 673.920                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 101 | mai/81 | 31                    | 0,668                              | 0,077                                  | 0,591                         | 1,330                        | -0,739         | -1.979.338                     | 9.739.000                    | 7.759.662                 | 555,285                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 102 | jun/81 | 30                    | 1,697                              | 0,077                                  | 1,620                         | 1,330                        | 0,290          | 751.680                        | 7.759.662                    | 8.511.342                 | 555,765                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 103 | jul/81 | 31                    | 1,185                              | 0,077                                  | 1,108                         | 1,330                        | -0,222         | -594.605                       | 8.511.342                    | 7.916.737                 | 555,387                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 104 | ago/81 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 7.916.737                    | 5.897.223                 | 553,974                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 105 | set/81 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 5.897.223                    | 3.942.855                 | 552,322                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 106 | out/81 | 31                    | 1,288                              | 0,077                                  | 1,211                         | 1,330                        | -0,119         | -318.730                       | 3.942.855                    | 3.624.125                 | 552,012                   | 555,500            | 1                                                 | 2                            |                             |  |
| 107 | nov/81 | 30                    | 2,956                              | 0,077                                  | 2,879                         | 1,330                        | 1,549          | 4.015.008                      | 3.624.125                    | 7.639.133                 | 555,206                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 108 | dez/81 | 31                    | 2,374                              | 0,077                                  | 2,297                         | 1,330                        | 0,967          | 2.590.013                      | 7.639.133                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |  |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| 109 | jan/82 | 31                    | 3,666                              | 0,077                                  | 3,589                         | 1,330                        | 2,259          | 6.050.506                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 0                           |  |
| 110 | fev/82 | 28                    | 6,363                              | 0,077                                  | 6,286                         | 1,330                        | 4,956          | 11.989.555                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 111 | mar/82 | 31                    | 2,267                              | 0,077                                  | 2,190                         | 1,330                        | 0,860          | 2.303.424                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 112 | abr/82 | 30                    | 2,287                              | 0,077                                  | 2,210                         | 1,330                        | 0,880          | 2.280.960                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 113 | mai/82 | 31                    | 2,019                              | 0,077                                  | 1,942                         | 1,330                        | 0,612          | 1.639.181                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 114 | jun/82 | 30                    | 4,517                              | 0,077                                  | 4,440                         | 1,330                        | 3,110          | 8.061.120                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 115 | jul/82 | 31                    | 3,228                              | 0,077                                  | 3,151                         | 1,330                        | 1,821          | 4.877.366                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 116 | ago/82 | 31                    | 1,534                              | 0,077                                  | 1,457                         | 1,330                        | 0,127          | 340.157                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 117 | set/82 | 30                    | 1,705                              | 0,077                                  | 1,628                         | 1,330                        | 0,298          | 772.416                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 118 | out/82 | 31                    | 3,295                              | 0,077                                  | 3,218                         | 1,330                        | 1,888          | 5.056.819                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 119 | nov/82 | 30                    | 3,594                              | 0,077                                  | 3,517                         | 1,330                        | 2,187          | 5.668.704                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 120 | dez/82 | 31                    | 8,265                              | 0,077                                  | 8,188                         | 1,330                        | 6,858          | 18.368.467                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 121 | jan/83 | 31                    | 7,177                              | 0,077                                  | 7,100                         | 1,330                        | 5,770          | 15.454.368                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 0                           |  |
| 122 | fev/83 | 28                    | 6,792                              | 0,077                                  | 6,715                         | 1,330                        | 5,385          | 13.027.392                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 123 | mar/83 | 31                    | 9,546                              | 0,077                                  | 9,469                         | 1,330                        | 8,139          | 21.799.498                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 124 | abr/83 | 30                    | 8,468                              | 0,077                                  | 8,391                         | 1,330                        | 7,061          | 18.302.112                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 125 | mai/83 | 31                    | 6,560                              | 0,077                                  | 6,483                         | 1,330                        | 5,153          | 13.801.795                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 126 | jun/83 | 30                    | 12,966                             | 0,077                                  | 12,889                        | 1,330                        | 11,559         | 29.960.928                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 127 | jul/83 | 31                    | 1,613                              | 0,077                                  | 1,536                         | 1,330                        | 0,206          | 551.750                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 128 | ago/83 | 31                    | 1,685                              | 0,077                                  | 1,608                         | 1,330                        | 0,278          | 744.595                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 129 | set/83 | 30                    | 6,231                              | 0,077                                  | 6,154                         | 1,330                        | 4,824          | 12.503.808                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 130 | out/83 | 31                    | 5,636                              | 0,077                                  | 5,559                         | 1,330                        | 4,229          | 11.326.954                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 131 | nov/83 | 30                    | 5,037                              | 0,077                                  | 4,960                         | 1,330                        | 3,630          | 9.408.960                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 132 | dez/83 | 31                    | 4,524                              | 0,077                                  | 4,447                         | 1,330                        | 3,117          | 8.348.573                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 133 | jan/84 | 31                    | 3,757                              | 0,077                                  | 3,680                         | 1,330                        | 2,350          | 6.294.240                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 2                           |  |
| 134 | fev/84 | 29                    | 2,579                              | 0,077                                  | 2,502                         | 1,330                        | 1,172          | 2.936.563                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 135 | mar/84 | 31                    | 1,293                              | 0,077                                  | 1,216                         | 1,330                        | -0,114         | -305.338                       | 9.739.000                    | 9.433.662                 | 556,322                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 136 | abr/84 | 30                    | 2,367                              | 0,077                                  | 2,290                         | 1,330                        | 0,960          | 2.488.320                      | 9.433.662                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 137 | mai/84 | 31                    | 1,628                              | 0,077                                  | 1,551                         | 1,330                        | 0,221          | 591.926                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 138 | jun/84 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 9.739.000                    | 7.784.632                 | 555,302                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 139 | jul/84 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 7.784.632                    | 5.765.118                 | 553,873                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 140 | ago/84 | 31                    | 2,476                              | 0,077                                  | 2,399                         | 1,330                        | 1,069          | 2.863.210                      | 5.765.118                    | 8.628.328                 | 555,837                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 141 | set/84 | 30                    | 3,450                              | 0,077                                  | 3,373                         | 1,330                        | 2,043          | 5.295.456                      | 8.628.328                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 142 | out/84 | 31                    | 1,634                              | 0,077                                  | 1,557                         | 1,330                        | 0,227          | 607.997                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 143 | nov/84 | 30                    | 1,789                              | 0,077                                  | 1,712                         | 1,330                        | 0,382          | 990.144                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 144 | dez/84 | 31                    | 2,844                              | 0,077                                  | 2,767                         | 1,330                        | 1,437          | 3.848.861                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |   |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| 145 | jan/85 | 31                    | 2,516                              | 0,077                                  | 2,439                         | 1,330                        | 1,109          | 2.970.346                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 4                           |   |
| 146 | fev/85 | 28                    | 4,713                              | 0,077                                  | 4,636                         | 1,330                        | 3,306          | 7.997.875                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 147 | mar/85 | 31                    | 4,723                              | 0,077                                  | 4,646                         | 1,330                        | 3,316          | 8.881.574                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 148 | abr/85 | 30                    | 1,224                              | 0,077                                  | 1,147                         | 1,330                        | -0,183         | -474.336                       | 9.739.000                    | 9.264.664                 | 556,222                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 149 | mai/85 | 31                    | 1,854                              | 0,077                                  | 1,777                         | 1,330                        | 0,447          | 1.197.245                      | 9.264.664                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 150 | jun/85 | 30                    | 0,707                              | 0,077                                  | 0,630                         | 1,330                        | -0,700         | -1.814.400                     | 9.739.000                    | 7.924.600                 | 555,393                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 151 | jul/85 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 7.924.600                    | 5.905.086                 | 553,980                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 152 | ago/85 | 31                    | 1,352                              | 0,077                                  | 1,275                         | 1,330                        | -0,055         | -147.312                       | 5.905.086                    | 5.757.774                 | 553,867                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 153 | set/85 | 30                    | 1,633                              | 0,077                                  | 1,556                         | 1,330                        | 0,226          | 585.792                        | 5.757.774                    | 6.343.566                 | 554,307                   | 555,500            | 1                                                 | 0                            |                             |   |
| 154 | out/85 | 31                    | 2,363                              | 0,077                                  | 2,286                         | 1,330                        | 0,956          | 2.560.550                      | 6.343.566                    | 8.904.116                 | 556,006                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 155 | nov/85 | 30                    | 1,278                              | 0,077                                  | 1,201                         | 1,330                        | -0,129         | -334.368                       | 8.904.116                    | 8.569.748                 | 555,801                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 156 | dez/85 | 31                    | 1,934                              | 0,077                                  | 1,857                         | 1,330                        | 0,527          | 1.411.517                      | 8.569.748                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 157 | jan/86 | 31                    | 1,738                              | 0,077                                  | 1,661                         | 1,330                        | 0,331          | 886.550                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |   |
| 158 | fev/86 | 28                    | 1,563                              | 0,077                                  | 1,486                         | 1,330                        | 0,156          | 377.395                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 159 | mar/86 | 31                    | 2,407                              | 0,077                                  | 2,330                         | 1,330                        | 1,000          | 2.678.400                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 160 | abr/86 | 30                    | 1,765                              | 0,077                                  | 1,688                         | 1,330                        | 0,358          | 927.936                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 161 | mai/86 | 31                    | 1,441                              | 0,077                                  | 1,364                         | 1,330                        | 0,034          | 91.066                         | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             | 3 |
| 162 | jun/86 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 9.739.000                    | 7.784.632                 | 555,302                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 163 | jul/86 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 7.784.632                    | 5.765.118                 | 553,873                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 164 | ago/86 | 31                    | 2,045                              | 0,077                                  | 1,968                         | 1,330                        | 0,638          | 1.708.819                      | 5.765.118                    | 7.473.937                 | 555,096                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 165 | set/86 | 30                    | 1,956                              | 0,077                                  | 1,879                         | 1,330                        | 0,549          | 1.423.008                      | 7.473.937                    | 8.896.945                 | 556,002                   | 555,500            | 0                                                 | 1                            |                             |   |
| 166 | out/86 | 31                    | 0,886                              | 0,077                                  | 0,809                         | 1,330                        | -0,521         | -1.395.446                     | 8.896.945                    | 7.501.499                 | 555,115                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 167 | nov/86 | 30                    | 1,978                              | 0,077                                  | 1,901                         | 1,330                        | 0,571          | 1.480.032                      | 7.501.499                    | 8.981.531                 | 556,053                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 168 | dez/86 | 31                    | 4,800                              | 0,077                                  | 4,723                         | 1,330                        | 3,393          | 9.087.811                      | 8.981.531                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 169 | jan/87 | 31                    | 7,406                              | 0,077                                  | 7,329                         | 1,330                        | 5,999          | 16.067.722                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |   |
| 170 | fev/87 | 28                    | 7,730                              | 0,077                                  | 7,653                         | 1,330                        | 6,323          | 15.296.602                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 171 | mar/87 | 31                    | 4,233                              | 0,077                                  | 4,156                         | 1,330                        | 2,826          | 7.569.158                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 172 | abr/87 | 30                    | 2,436                              | 0,077                                  | 2,359                         | 1,330                        | 1,029          | 2.667.168                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 173 | mai/87 | 31                    | 5,973                              | 0,077                                  | 5,896                         | 1,330                        | 4,566          | 12.229.574                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             | 1 |
| 174 | jun/87 | 30                    | 4,168                              | 0,077                                  | 4,091                         | 1,330                        | 2,761          | 7.156.512                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 175 | jul/87 | 31                    | 1,204                              | 0,077                                  | 1,127                         | 1,330                        | -0,203         | -543.715                       | 9.739.000                    | 9.195.285                 | 556,181                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 176 | ago/87 | 31                    | 0,949                              | 0,077                                  | 0,872                         | 1,330                        | -0,458         | -1.226.707                     | 9.195.285                    | 7.968.578                 | 555,421                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |   |
| 177 | set/87 | 30                    | 1,708                              | 0,077                                  | 1,631                         | 1,330                        | 0,301          | 780.192                        | 7.968.578                    | 8.748.770                 | 555,911                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |   |
| 178 | out/87 | 31                    | 2,349                              | 0,077                                  | 2,272                         | 1,330                        | 0,942          | 2.523.053                      | 8.748.770                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 179 | nov/87 | 30                    | 1,653                              | 0,077                                  | 1,576                         | 1,330                        | 0,246          | 637.632                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |
| 180 | dez/87 | 31                    | 2,731                              | 0,077                                  | 2,654                         | 1,330                        | 1,324          | 3.546.202                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |   |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |  |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| 181 | jan/88 | 31                    | 4,813                              | 0,077                                  | 4,736                         | 1,330                        | 3,406          | 9.122.630                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 3                           |  |
| 182 | fev/88 | 29                    | 4,232                              | 0,077                                  | 4,155                         | 1,330                        | 2,825          | 7.078.320                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 183 | mar/88 | 31                    | 4,122                              | 0,077                                  | 4,045                         | 1,330                        | 2,715          | 7.271.856                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 184 | abr/88 | 30                    | 5,316                              | 0,077                                  | 5,239                         | 1,330                        | 3,909          | 10.132.128                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 185 | mai/88 | 31                    | 8,002                              | 0,077                                  | 7,925                         | 1,330                        | 6,595          | 17.664.048                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 186 | jun/88 | 30                    | 2,932                              | 0,077                                  | 2,855                         | 1,330                        | 1,525          | 3.952.800                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 187 | jul/88 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 9.739.000                    | 7.719.486                 | 555,259                   | 555,500            | 1                                                 | 1                            |                             |  |
| 188 | ago/88 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 7.719.486                    | 5.699.972                 | 553,823                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 189 | set/88 | 30                    | 1,259                              | 0,077                                  | 1,182                         | 1,330                        | -0,148         | -383.616                       | 5.699.972                    | 5.316.356                 | 553,519                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |  |
| 190 | out/88 | 31                    | 3,809                              | 0,077                                  | 3,732                         | 1,330                        | 2,402          | 6.433.517                      | 5.316.356                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 191 | nov/88 | 30                    | 2,368                              | 0,077                                  | 2,291                         | 1,330                        | 0,961          | 2.490.912                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 192 | dez/88 | 31                    | 5,041                              | 0,077                                  | 4,964                         | 1,330                        | 3,634          | 9.733.306                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 193 | jan/89 | 31                    | 8,184                              | 0,077                                  | 8,107                         | 1,330                        | 6,777          | 18.151.517                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 0                           |  |
| 194 | fev/89 | 28                    | 2,876                              | 0,077                                  | 2,799                         | 1,330                        | 1,469          | 3.553.805                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 195 | mar/89 | 31                    | 3,534                              | 0,077                                  | 3,457                         | 1,330                        | 2,127          | 5.696.957                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 196 | abr/89 | 30                    | 3,315                              | 0,077                                  | 3,238                         | 1,330                        | 1,908          | 4.945.536                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 197 | mai/89 | 31                    | 1,246                              | 0,077                                  | 1,169                         | 1,330                        | -0,161         | -431.222                       | 9.739.000                    | 9.307.778                 | 556,248                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 198 | jun/89 | 30                    | 2,547                              | 0,077                                  | 2,470                         | 1,330                        | 1,140          | 2.954.880                      | 9.307.778                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 199 | jul/89 | 31                    | 7,151                              | 0,077                                  | 7,074                         | 1,330                        | 5,744          | 15.384.730                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 200 | ago/89 | 31                    | 1,470                              | 0,077                                  | 1,393                         | 1,330                        | 0,063          | 168.739                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 201 | set/89 | 30                    | 3,478                              | 0,077                                  | 3,401                         | 1,330                        | 2,071          | 5.368.032                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 202 | out/89 | 31                    | 2,988                              | 0,077                                  | 2,911                         | 1,330                        | 1,581          | 4.234.550                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 203 | nov/89 | 30                    | 3,509                              | 0,077                                  | 3,432                         | 1,330                        | 2,102          | 5.448.384                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 204 | dez/89 | 31                    | 2,911                              | 0,077                                  | 2,834                         | 1,330                        | 1,504          | 4.028.314                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 205 | jan/90 | 31                    | 11,560                             | 0,077                                  | 11,483                        | 1,330                        | 10,153         | 27.193.795                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 0                           |  |
| 206 | fev/90 | 28                    | 8,004                              | 0,077                                  | 7,927                         | 1,330                        | 6,597          | 15.959.462                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 207 | mar/90 | 31                    | 3,738                              | 0,077                                  | 3,661                         | 1,330                        | 2,331          | 6.243.350                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 208 | abr/90 | 30                    | 1,443                              | 0,077                                  | 1,366                         | 1,330                        | 0,036          | 93.312                         | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 209 | mai/90 | 31                    | 2,306                              | 0,077                                  | 2,229                         | 1,330                        | 0,899          | 2.407.882                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 210 | jun/90 | 30                    | 2,260                              | 0,077                                  | 2,183                         | 1,330                        | 0,853          | 2.210.976                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 211 | jul/90 | 31                    | 1,712                              | 0,077                                  | 1,635                         | 1,330                        | 0,305          | 816.912                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 212 | ago/90 | 31                    | 1,830                              | 0,077                                  | 1,753                         | 1,330                        | 0,423          | 1.132.963                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 213 | set/90 | 30                    | 2,266                              | 0,077                                  | 2,189                         | 1,330                        | 0,859          | 2.226.528                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 214 | out/90 | 31                    | 3,134                              | 0,077                                  | 3,057                         | 1,330                        | 1,727          | 4.625.597                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            |                             |  |
| 215 | nov/90 | 30                    | 1,893                              | 0,077                                  | 1,816                         | 1,330                        | 0,486          | 1.259.712                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |
| 216 | dez/90 | 31                    | 4,357                              | 0,077                                  | 4,280                         | 1,330                        | 2,950          | 7.901.280                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |  |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 217 | jan/91 | 31                    | 5,768                              | 0,077                                  | 5,691                         | 1,330                        | 4,361          | 11.680.502                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 0                           |
| 218 | fev/91 | 28                    | 5,404                              | 0,077                                  | 5,327                         | 1,330                        | 3,997          | 9.669.542                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 219 | mar/91 | 31                    | 5,559                              | 0,077                                  | 5,482                         | 1,330                        | 4,152          | 11.120.717                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 220 | abr/91 | 30                    | 3,450                              | 0,077                                  | 3,373                         | 1,330                        | 2,043          | 5.295.456                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 221 | mai/91 | 31                    | 1,866                              | 0,077                                  | 1,789                         | 1,330                        | 0,459          | 1.229.386                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 222 | jun/91 | 30                    | 2,671                              | 0,077                                  | 2,594                         | 1,330                        | 1,264          | 3.276.288                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 223 | jul/91 | 31                    | 1,950                              | 0,077                                  | 1,873                         | 1,330                        | 0,543          | 1.454.371                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 224 | ago/91 | 31                    | 1,686                              | 0,077                                  | 1,609                         | 1,330                        | 0,279          | 747.274                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 225 | set/91 | 30                    | 1,322                              | 0,077                                  | 1,245                         | 1,330                        | -0,085         | -220.320                       | 9.739.000                    | 9.518.680                 | 556,372                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 226 | out/91 | 31                    | 4,599                              | 0,077                                  | 4,522                         | 1,330                        | 3,192          | 8.549.453                      | 9.518.680                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 227 | nov/91 | 30                    | 1,771                              | 0,077                                  | 1,694                         | 1,330                        | 0,364          | 943.488                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 228 | dez/91 | 31                    | 6,021                              | 0,077                                  | 5,944                         | 1,330                        | 4,614          | 12.358.138                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 229 | jan/92 | 31                    | 1,883                              | 0,077                                  | 1,806                         | 1,330                        | 0,476          | 1.274.918                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 4                           |
| 230 | fev/92 | 29                    | 2,271                              | 0,077                                  | 2,194                         | 1,330                        | 0,864          | 2.164.838                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 231 | mar/92 | 31                    | 2,422                              | 0,077                                  | 2,345                         | 1,330                        | 1,015          | 2.718.576                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 232 | abr/92 | 30                    | 2,001                              | 0,077                                  | 1,924                         | 1,330                        | 0,594          | 1.539.648                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 233 | mai/92 | 31                    | 1,640                              | 0,077                                  | 1,563                         | 1,330                        | 0,233          | 624.067                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 234 | jun/92 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 9.739.000                    | 7.784.632                 | 555,302                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |
| 235 | jul/92 | 31                    | 0,819                              | 0,077                                  | 0,742                         | 1,330                        | -0,588         | -1.574.899                     | 7.784.632                    | 6.209.733                 | 554,209                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |
| 236 | ago/92 | 31                    | 0,969                              | 0,077                                  | 0,892                         | 1,330                        | -0,438         | -1.173.139                     | 6.209.733                    | 5.036.594                 | 553,291                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |
| 237 | set/92 | 30                    | 1,914                              | 0,077                                  | 1,837                         | 1,330                        | 0,507          | 1.314.144                      | 5.036.594                    | 6.350.738                 | 554,312                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |
| 238 | out/92 | 31                    | 4,166                              | 0,077                                  | 4,089                         | 1,330                        | 2,759          | 7.389.706                      | 6.350.738                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 239 | nov/92 | 30                    | 5,124                              | 0,077                                  | 5,047                         | 1,330                        | 3,717          | 9.634.464                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 240 | dez/92 | 31                    | 4,329                              | 0,077                                  | 4,252                         | 1,330                        | 2,922          | 7.826.285                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 241 | jan/93 | 31                    | 5,131                              | 0,077                                  | 5,054                         | 1,330                        | 3,724          | 9.974.362                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 0                           |
| 242 | fev/93 | 28                    | 4,489                              | 0,077                                  | 4,412                         | 1,330                        | 3,082          | 7.455.974                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 243 | mar/93 | 31                    | 1,905                              | 0,077                                  | 1,828                         | 1,330                        | 0,498          | 1.333.843                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 244 | abr/93 | 30                    | 2,381                              | 0,077                                  | 2,304                         | 1,330                        | 0,974          | 2.524.608                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 245 | mai/93 | 31                    | 1,775                              | 0,077                                  | 1,698                         | 1,330                        | 0,368          | 985.651                        | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 246 | jun/93 | 30                    | 2,363                              | 0,077                                  | 2,286                         | 1,330                        | 0,956          | 2.477.952                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 247 | jul/93 | 31                    | 1,194                              | 0,077                                  | 1,117                         | 1,330                        | -0,213         | -570.499                       | 9.739.000                    | 9.168.501                 | 556,165                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 248 | ago/93 | 31                    | 1,356                              | 0,077                                  | 1,279                         | 1,330                        | -0,051         | -136.598                       | 9.168.501                    | 9.031.903                 | 556,083                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 249 | set/93 | 30                    | 6,020                              | 0,077                                  | 5,943                         | 1,330                        | 4,613          | 11.956.896                     | 9.031.903                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 250 | out/93 | 31                    | 2,515                              | 0,077                                  | 2,438                         | 1,330                        | 1,108          | 2.967.667                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 251 | nov/93 | 30                    | 2,097                              | 0,077                                  | 2,020                         | 1,330                        | 0,690          | 1.788.480                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 252 | dez/93 | 31                    | 2,697                              | 0,077                                  | 2,620                         | 1,330                        | 1,290          | 3.455.136                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |

**Quadro 5 - Simulação da Operação de Reservatório Pirai**

| Mês | Data   | Número de Dias no Mês | Vazão Média Mensal da Bacia (m³/s) | Vazão Média Retirada a Montante (m³/s) | Vazão Média Efetiva Qi (m³/s) | Vazão Regularizada Qr (m³/s) | Qi - Qe (m³/s) | Variação de Volume no Mês (m³) | Volume no Início do Mês (m³) | Volume no Fim do Mês (m³) | Cota do Nível de Água (m) | Cota da Escada (m) | Ocorrências de Soleira Seca (Sem Vazão na Escada) | Ocorrências no Período Úmido | Ocorrências no Período Seco |
|-----|--------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 253 | jan/94 | 31                    | 4,922                              | 0,077                                  | 4,845                         | 1,330                        | 3,515          | 9.414.576                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 | 0                            | 2                           |
| 254 | fev/94 | 28                    | 6,311                              | 0,077                                  | 6,234                         | 1,330                        | 4,904          | 11.863.757                     | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 255 | mar/94 | 31                    | 2,841                              | 0,077                                  | 2,764                         | 1,330                        | 1,434          | 3.840.826                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 256 | abr/94 | 30                    | 4,039                              | 0,077                                  | 3,962                         | 1,330                        | 2,632          | 6.822.144                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 257 | mai/94 | 31                    | 4,030                              | 0,077                                  | 3,953                         | 1,330                        | 2,623          | 7.025.443                      | 9.739.000                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 258 | jun/94 | 30                    | 1,312                              | 0,077                                  | 1,235                         | 1,330                        | -0,095         | -246.240                       | 9.739.000                    | 9.492.760                 | 556,357                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 259 | jul/94 | 31                    | 1,911                              | 0,077                                  | 1,834                         | 1,330                        | 0,504          | 1.349.914                      | 9.492.760                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 260 | ago/94 | 31                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -2.019.514                     | 9.739.000                    | 7.719.486                 | 555,259                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |
| 261 | set/94 | 30                    | 0,653                              | 0,077                                  | 0,576                         | 1,330                        | -0,754         | -1.954.368                     | 7.719.486                    | 5.765.118                 | 553,873                   | 555,500            | 1                                                 | 1                            |                             |
| 262 | out/94 | 31                    | 1,883                              | 0,077                                  | 1,806                         | 1,330                        | 0,476          | 1.274.918                      | 5.765.118                    | 7.040.036                 | 554,802                   | 555,500            | 1                                                 |                              |                             |
| 263 | nov/94 | 30                    | 2,214                              | 0,077                                  | 2,137                         | 1,330                        | 0,807          | 2.091.744                      | 7.040.036                    | 9.131.780                 | 556,143                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |
| 264 | dez/94 | 31                    | 4,883                              | 0,077                                  | 4,806                         | 1,330                        | 3,476          | 9.310.118                      | 9.131.780                    | 9.739.000                 | 556,500                   | 555,500            | 0                                                 |                              |                             |

Em função dos resultados obtidos no quadro anterior, realizou-se a simulação operacional típica do STP proposto, cujos resultados são mostrados a seguir:

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 1     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 543,152                           | 543,000                            | 543,652                 | 0,152   |       |
| 2     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 543,303                           | 543,152                            | 543,804                 | 0,152   | 0,652 |
| 3     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 543,455                           | 543,303                            | 543,955                 | 0,152   | 0,652 |
| 4     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 543,606                           | 543,455                            | 544,107                 | 0,152   | 0,652 |
| 5     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 543,758                           | 543,606                            | 544,258                 | 0,152   | 0,652 |
| 6     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 543,909                           | 543,758                            | 544,410                 | 0,152   | 0,652 |
| 7     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,061                           | 543,909                            | 544,561                 | 0,152   | 0,652 |

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 8     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,212                           | 544,061                            | 544,713                 | 0,152   | 0,652 |
| 9     | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,364                           | 544,212                            | 544,864                 | 0,152   | 0,652 |
| 10    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,515                           | 544,364                            | 545,016                 | 0,152   | 0,652 |
| 11    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,667                           | 544,515                            | 545,167                 | 0,152   | 0,652 |
| 12    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,818                           | 544,667                            | 545,319                 | 0,152   | 0,652 |
| 13    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 544,970                           | 544,818                            | 545,470                 | 0,152   | 0,652 |
| 14    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 545,121                           | 544,970                            | 545,622                 | 0,152   | 0,652 |
| 15    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 545,273                           | 545,121                            | 545,773                 | 0,152   | 0,652 |
| 16    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 545,424                           | 545,273                            | 545,925                 | 0,152   | 0,652 |
| 17    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 545,576                           | 545,424                            | 546,076                 | 0,152   | 0,652 |
| 18    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 545,727                           | 545,576                            | 546,228                 | 0,152   | 0,652 |
| 19    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 545,879                           | 545,727                            | 546,379                 | 0,152   | 0,652 |
| 20    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,030                           | 545,879                            | 546,531                 | 0,152   | 0,652 |
| 21    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,182                           | 546,030                            | 546,682                 | 0,152   | 0,652 |
| 22    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,333                           | 546,182                            | 546,834                 | 0,152   | 0,652 |
| 23    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,485                           | 546,333                            | 546,985                 | 0,152   | 0,652 |
| 24    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,636                           | 546,485                            | 547,137                 | 0,152   | 0,652 |
| 25    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,788                           | 546,636                            | 547,288                 | 0,152   | 0,652 |
| 26    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 546,939                           | 546,788                            | 547,440                 | 0,152   | 0,652 |
| 27    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 547,091                           | 546,939                            | 547,591                 | 0,152   | 0,652 |
| 28    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 547,242                           | 547,091                            | 547,743                 | 0,152   | 0,652 |
| 29    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 547,394                           | 547,242                            | 547,894                 | 0,152   | 0,652 |
| 30    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 547,545                           | 547,394                            | 548,046                 | 0,152   | 0,652 |
| 31    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 547,697                           | 547,545                            | 548,197                 | 0,152   | 0,652 |

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 32    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 547,848                           | 547,697                            | 548,349                 | 0,152   | 0,652 |
| 33    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 5,000                       | 99,000                      | 0,051   | 33,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 548,000                           | 547,848                            | 548,500                 | 0,152   | 0,652 |
| 34    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,500                            | 0,652                             | 0,236        | 548,150                           | 548,000                            | 548,652                 | 0,152   | 0,652 |
| 35    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,502                            | 0,653                             | 0,236        | 548,300                           | 548,150                            | 548,803                 | 0,151   | 0,653 |
| 36    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,503                            | 0,654                             | 0,236        | 548,450                           | 548,300                            | 548,954                 | 0,151   | 0,654 |
| 37    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 548,600                           | 548,450                            | 549,104                 | 0,150   | 0,654 |
| 38    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 548,750                           | 548,600                            | 549,254                 | 0,150   | 0,654 |
| 39    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 548,900                           | 548,750                            | 549,404                 | 0,150   | 0,654 |
| 40    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,050                           | 548,900                            | 549,554                 | 0,150   | 0,654 |
| 41    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,200                           | 549,050                            | 549,704                 | 0,150   | 0,654 |
| 42    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,350                           | 549,200                            | 549,854                 | 0,150   | 0,654 |
| 43    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,500                           | 549,350                            | 550,004                 | 0,150   | 0,654 |
| 44    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,650                           | 549,500                            | 550,154                 | 0,150   | 0,654 |
| 45    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,800                           | 549,650                            | 550,304                 | 0,150   | 0,654 |
| 46    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 549,950                           | 549,800                            | 550,454                 | 0,150   | 0,654 |
| 47    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 550,100                           | 549,950                            | 550,604                 | 0,150   | 0,654 |
| 48    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 550,250                           | 550,100                            | 550,754                 | 0,150   | 0,654 |
| 49    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 550,400                           | 550,250                            | 550,904                 | 0,150   | 0,654 |
| 50    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 550,550                           | 550,400                            | 551,054                 | 0,150   | 0,654 |
| 51    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 550,700                           | 550,550                            | 551,204                 | 0,150   | 0,654 |
| 52    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 550,850                           | 550,700                            | 551,354                 | 0,150   | 0,654 |
| 53    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 3,000                       | 60,000                      | 0,050   | 20,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 551,000                           | 550,850                            | 551,504                 | 0,150   | 0,654 |
| 54    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,504                            | 0,654                             | 0,236        | 551,050                           | 551,000                            | 551,654                 | 0,150   | 0,654 |
| 55    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,604                            | 0,726                             | 0,236        | 551,100                           | 551,050                            | 551,776                 | 0,122   | 0,726 |

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 56    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,676                            | 0,781                             | 0,236        | 551,150                           | 551,100                            | 551,881                 | 0,105   | 0,781 |
| 57    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,731                            | 0,825                             | 0,236        | 551,200                           | 551,150                            | 551,975                 | 0,094   | 0,825 |
| 58    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,775                            | 0,861                             | 0,236        | 551,250                           | 551,200                            | 552,061                 | 0,086   | 0,861 |
| 59    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,811                            | 0,891                             | 0,236        | 551,300                           | 551,250                            | 552,141                 | 0,080   | 0,891 |
| 60    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,841                            | 0,917                             | 0,236        | 551,350                           | 551,300                            | 552,217                 | 0,076   | 0,917 |
| 61    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,867                            | 0,939                             | 0,236        | 551,400                           | 551,350                            | 552,289                 | 0,072   | 0,939 |
| 62    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,889                            | 0,959                             | 0,236        | 551,450                           | 551,400                            | 552,359                 | 0,070   | 0,959 |
| 63    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,909                            | 0,976                             | 0,236        | 551,500                           | 551,450                            | 552,426                 | 0,067   | 0,976 |
| 64    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,926                            | 0,991                             | 0,236        | 551,550                           | 551,500                            | 552,491                 | 0,065   | 0,991 |
| 65    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,941                            | 1,004                             | 0,236        | 551,600                           | 551,550                            | 552,554                 | 0,063   | 1,004 |
| 66    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,954                            | 1,016                             | 0,236        | 551,650                           | 551,600                            | 552,616                 | 0,062   | 1,016 |
| 67    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,966                            | 1,027                             | 0,236        | 551,700                           | 551,650                            | 552,677                 | 0,061   | 1,027 |
| 68    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,977                            | 1,036                             | 0,236        | 551,750                           | 551,700                            | 552,736                 | 0,059   | 1,036 |
| 69    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,986                            | 1,045                             | 0,236        | 551,800                           | 551,750                            | 552,795                 | 0,059   | 1,045 |
| 70    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 0,995                            | 1,053                             | 0,236        | 551,850                           | 551,800                            | 552,853                 | 0,058   | 1,053 |
| 71    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,003                            | 1,060                             | 0,236        | 551,900                           | 551,850                            | 552,910                 | 0,057   | 1,060 |
| 72    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,010                            | 1,066                             | 0,236        | 551,950                           | 551,900                            | 552,966                 | 0,056   | 1,066 |
| 73    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,016                            | 1,072                             | 0,236        | 552,000                           | 551,950                            | 553,022                 | 0,056   | 1,072 |
| 74    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,022                            | 1,077                             | 0,236        | 552,050                           | 552,000                            | 553,077                 | 0,055   | 1,077 |
| 75    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,027                            | 1,082                             | 0,236        | 552,100                           | 552,050                            | 553,132                 | 0,055   | 1,082 |
| 76    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,032                            | 1,086                             | 0,236        | 552,150                           | 552,100                            | 553,186                 | 0,054   | 1,086 |
| 77    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,036                            | 1,090                             | 0,236        | 552,200                           | 552,150                            | 553,240                 | 0,054   | 1,090 |
| 78    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,040                            | 1,093                             | 0,236        | 552,250                           | 552,200                            | 553,293                 | 0,053   | 1,093 |
| 79    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,043                            | 1,096                             | 0,236        | 552,300                           | 552,250                            | 553,346                 | 0,053   | 1,096 |

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 80    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,046                            | 1,099                             | 0,236        | 552,350                           | 552,300                            | 553,399                 | 0,053   | 1,099 |
| 81    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,049                            | 1,102                             | 0,236        | 552,400                           | 552,350                            | 553,452                 | 0,053   | 1,102 |
| 82    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,052                            | 1,104                             | 0,236        | 552,450                           | 552,400                            | 553,504                 | 0,052   | 1,104 |
| 83    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,054                            | 1,106                             | 0,236        | 552,500                           | 552,450                            | 553,556                 | 0,052   | 1,106 |
| 84    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,056                            | 1,108                             | 0,236        | 552,550                           | 552,500                            | 553,608                 | 0,052   | 1,108 |
| 85    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,058                            | 1,110                             | 0,236        | 552,600                           | 552,550                            | 553,660                 | 0,052   | 1,110 |
| 86    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,060                            | 1,112                             | 0,236        | 552,650                           | 552,600                            | 553,712                 | 0,052   | 1,112 |
| 87    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,062                            | 1,114                             | 0,236        | 552,700                           | 552,650                            | 553,764                 | 0,052   | 1,114 |
| 88    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,064                            | 1,115                             | 0,236        | 552,750                           | 552,700                            | 553,815                 | 0,051   | 1,115 |
| 89    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,065                            | 1,116                             | 0,236        | 552,800                           | 552,750                            | 553,866                 | 0,051   | 1,116 |
| 90    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,066                            | 1,117                             | 0,236        | 552,850                           | 552,800                            | 553,917                 | 0,051   | 1,117 |
| 91    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,067                            | 1,118                             | 0,236        | 552,900                           | 552,850                            | 553,968                 | 0,051   | 1,118 |
| 92    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,068                            | 1,119                             | 0,236        | 552,950                           | 552,900                            | 554,019                 | 0,051   | 1,119 |
| 93    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,069                            | 1,120                             | 0,236        | 553,000                           | 552,950                            | 554,070                 | 0,051   | 1,120 |
| 94    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,070                            | 1,121                             | 0,236        | 553,050                           | 553,000                            | 554,121                 | 0,051   | 1,121 |
| 95    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,071                            | 1,122                             | 0,236        | 553,100                           | 553,050                            | 554,172                 | 0,051   | 1,122 |
| 96    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,072                            | 1,123                             | 0,236        | 553,150                           | 553,100                            | 554,223                 | 0,051   | 1,123 |
| 97    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,073                            | 1,124                             | 0,236        | 553,200                           | 553,150                            | 554,274                 | 0,051   | 1,124 |
| 98    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,074                            | 1,125                             | 0,236        | 553,250                           | 553,200                            | 554,325                 | 0,051   | 1,125 |
| 99    | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,300                           | 553,250                            | 554,375                 | 0,050   | 1,125 |
| 100   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,350                           | 553,300                            | 554,425                 | 0,050   | 1,125 |
| 101   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,400                           | 553,350                            | 554,475                 | 0,050   | 1,125 |
| 102   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,450                           | 553,400                            | 554,525                 | 0,050   | 1,125 |
| 103   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 2,500                       | 150,000                     | 0,017   | 50,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,500                           | 553,450                            | 554,575                 | 0,050   | 1,125 |

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 104   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,550                           | 553,500                            | 554,625                 | 0,050   | 1,125 |
| 105   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,600                           | 553,550                            | 554,675                 | 0,050   | 1,125 |
| 106   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,650                           | 553,600                            | 554,725                 | 0,050   | 1,125 |
| 107   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,700                           | 553,650                            | 554,775                 | 0,050   | 1,125 |
| 108   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,750                           | 553,700                            | 554,825                 | 0,050   | 1,125 |
| 109   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,800                           | 553,750                            | 554,875                 | 0,050   | 1,125 |
| 110   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,850                           | 553,800                            | 554,925                 | 0,050   | 1,125 |
| 111   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,900                           | 553,850                            | 554,975                 | 0,050   | 1,125 |
| 112   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 553,950                           | 553,900                            | 555,025                 | 0,050   | 1,125 |
| 113   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,000                           | 553,950                            | 555,075                 | 0,050   | 1,125 |
| 114   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,050                           | 554,000                            | 555,125                 | 0,050   | 1,125 |
| 115   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,100                           | 554,050                            | 555,175                 | 0,050   | 1,125 |
| 116   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,150                           | 554,100                            | 555,225                 | 0,050   | 1,125 |
| 117   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,200                           | 554,150                            | 555,275                 | 0,050   | 1,125 |
| 118   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,250                           | 554,200                            | 555,325                 | 0,050   | 1,125 |
| 119   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,300                           | 554,250                            | 555,375                 | 0,050   | 1,125 |
| 120   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,350                           | 554,300                            | 555,425                 | 0,050   | 1,125 |
| 121   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,400                           | 554,350                            | 555,475                 | 0,050   | 1,125 |
| 122   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,450                           | 554,400                            | 555,525                 | 0,050   | 1,125 |
| 123   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,500                           | 554,450                            | 555,575                 | 0,050   | 1,125 |
| 124   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,550                           | 554,500                            | 555,625                 | 0,050   | 1,125 |
| 125   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,600                           | 554,550                            | 555,675                 | 0,050   | 1,125 |
| 126   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,650                           | 554,600                            | 555,725                 | 0,050   | 1,125 |
| 127   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,700                           | 554,650                            | 555,775                 | 0,050   | 1,125 |

**Quadro 6 - Simulação de Operação Típica do STP**

| Fenda | Largura do Canal (m) | Extensão da Piscina (m) | Largura da Fenda (m) | Eficiência da Fenda | Desnível do Segmento do STP | Extensão do Segmento do STP | I (m/m) | Número de Fendas do Segmento | Altura N.A. Jusante da Fenda (m) | Altura N.A. Montante da Fenda (m) | Vazão (m³/s) | Cota Alta de Fundo da Piscina (m) | Cota Baixa de Fundo da Piscina (m) | Cota do N.A. na Piscina | Delta H | ym    |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------|-------|
| 128   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,750                           | 554,700                            | 555,825                 | 0,050   | 1,125 |
| 129   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,800                           | 554,750                            | 555,875                 | 0,050   | 1,125 |
| 130   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,850                           | 554,800                            | 555,925                 | 0,050   | 1,125 |
| 131   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,900                           | 554,850                            | 555,975                 | 0,050   | 1,125 |
| 132   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 554,950                           | 554,900                            | 556,025                 | 0,050   | 1,125 |
| 133   | 2,000                | 3,000                   | 0,250                | 0,125               | 1,500                       | 90,000                      | 0,017   | 30,000                       | 1,075                            | 1,125                             | 0,236        | 555,000                           | 554,950                            | 556,075                 | 0,050   | 1,125 |

## 4. DESENHOS

|               |                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EST-BAR - 127 | SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DEFINITIVO - IMPLANTAÇÃO                                       |
| EST-BAR - 128 | ARRANJO GERAL - ESCADA DE PEIXE DEFINITIVO CORTES A,B,C,D,E,F,H e I                              |
| EST-BAR - 129 | PRIMEIRA FASE - PERFIS LONGITUDINAIS DA ESCADA DE PEIXE PROVISORIA - GALERIA E ADUTORA           |
| EST-BAR-192   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA -ADUTORA E DESVIO PLANTA e CORTES G a X                               |
| EST-BAR-193   | ESCADA DE PEIXE PROVISÓRIA -ADUTORA E DESVIO PLANTA e CORTES A,B,C,D e F                         |
| EST-BAR-194   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA ADUTORA E DESVIO PAREDES 1,3,5,7,8 e 9 - ARMADURAS                    |
| EST-BAR-195   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA ADUTORA E DESVIO PAREDES 2,4 e 6 - ARMADURAS                          |
| EST-BAR-196   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA ADUTORA E DESVIO LAJES ARMADURA                                       |
| EST-BAR-226   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS 0+0,25 ATÉ EST 1+9,25 - FORMA E ARMADURAS                           |
| EST-BAR-227   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 1+9,25 ATE EST 4+12,05- FORMA E ARMADURAS                       |
| EST-BAR-228   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 4+12,05 ATE 5+4,50 e EST 5+11,50 ATE 6+5,90 - FORMA E ARMADURAS |
| EST-BAR-229   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS 5+4,50 e EST 5+11,50 - FORMA E ARMADURAS                            |
| EST-BAR-230   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 6+5,90 ATE EST 6+9,67 - FORMA E ARMADURAS                       |
| EST-BAR-231   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 6+9,67 ATE EST 18+12,00 - FORMA E ARMADURAS                     |

# **PROJETO EXECUTIVO – ETAPA 1 DE CONSTRUÇÃO BARRAGEM E SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DO RIBEIRÃO PIRAI**

**SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES (DEFINITIVO E PROVISÓRIO)**

**VOLUME II**

**PROJETO ESTRUTURAL**




Cliente:

**Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Pirai**

|                         |           |                   |
|-------------------------|-----------|-------------------|
| Codificação:            | Revisão:  | Data de Emissão:  |
| <b>0341-MC-C-30-002</b> | <b>00</b> | <b>11/07/2019</b> |
| Área Emissora:          |           |                   |
| <b>CIVIL</b>            |           |                   |

## PROJETO EXECUTIVO DE ESTRUTURAS

### MEMÓRIA DE CÁLCULO – ESTRUTURA DE CONCRETO

|                                               |                                   |                                          |                                                                                                |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elaborador<br><i>Eduardo Pereira de Souza</i> | Área<br><i>Eng. Civil</i>         | Data da Elaboração<br><i>11/07/2019</i>  | Visto<br> |
| Verificador<br><i>Célio Luiz Verotti</i>      | Área<br><i>Gerente do Projeto</i> | Data da Verificação<br><i>11/07/2019</i> | Visto<br> |
| Aprovador<br><i>Célio Luiz Verotti</i>        | Área<br><i>Gerente do Projeto</i> | Data da Aprovação<br><i>11/07/2019</i>   | Visto<br> |

**ESTE DOCUMENTO, QUANDO IMPRESSO, TORNA-SE UMA CÓPIA NÃO CONTROLADA**

[illegible]



## CONTATO

**CÉLIO LUIZ VEROTTI**  
**Gerente do Projeto**

**e** [celio.verotti@arcadis.com](mailto:celio.verotti@arcadis.com)  
**t** +55 11 2180-7048

**Arcadis.**  
Rua Líbero Badaró, 377  
6º andar – Centro  
São Paulo – SP – Brasil  
01009-906

---

# SUMÁRIO

|             |                                                     |                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>1</b>    | <b>APRESENTAÇÃO.....</b>                            | <b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> |
| <b>2</b>    | <b>INFORMAÇÕES GERAIS.....</b>                      | <b>5</b>                             |
| <b>2.1</b>  | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                            | <b>5</b>                             |
| 2.1.1       | Normas .....                                        | 5                                    |
| <b>2.2</b>  | <b>CRITÉRIOS DE CÁLCULO.....</b>                    | <b>6</b>                             |
| 2.2.1       | Materiais .....                                     | 6                                    |
| 2.2.2       | Condições Locais do Ambiente .....                  | 7                                    |
| 2.2.3       | Carregamentos .....                                 | 7                                    |
| 2.2.4       | Combinações De Carregamentos .....                  | 7                                    |
| <b>3</b>    | <b>DESCRIÇÃO DO PROJETO.....</b>                    | <b>8</b>                             |
| <b>3.1</b>  | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                             | <b>8</b>                             |
| <b>4</b>    | <b>DIMENSIONAMENTO .....</b>                        | <b>9</b>                             |
| <b>4.1</b>  | <b>ESCADA DE PEIXE PROVISÓRIA E DEFINITIVA.....</b> | <b>9</b>                             |
| 4.1.1       | Croqui .....                                        | 9                                    |
| 4.1.2       | Esforços e Dimensionamento.....                     | 9                                    |
| 4.1.3       | Verificação à Flutuação .....                       | 9                                    |
| 4.1.4       | Armadura .....                                      | 10                                   |
| Caso 1..... |                                                     | 10                                   |
| Caso 2..... |                                                     | 10                                   |
| Caso 3..... |                                                     | 11                                   |
| Caso 4..... |                                                     | 12                                   |
| Caso 5..... |                                                     | 12                                   |

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho constitui o “Projeto Executivo da Barragem e Sistema de Captação e Adução do Ribeirão Pirai”, no âmbito do contrato firmado entre o Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Pirai e a ARCADIS Logos S.A.

Este documento tem como objetivo apresentar o Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema de Transposição de Peixes, o qual é composto por:

- Volume I - Projeto Hidráulico e Hidromecânico - Memorial e Desenhos;
- Volume II - Projeto Estrutural e de Terraplenagem - Memorial e Desenhos;
- Volume III - Especificações Técnicas;
- Volume IV - Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro.

# **1 INFORMAÇÕES GERAIS**

## **1.1 REFERÊNCIAS**

A seguir a descrição das normas e referências bibliográficas consultadas para projeto e que devem ser utilizadas para fornecimento completo, incluindo materiais, componentes, fabricação, montagem, ensaios, condições de serviço, desempenho e segurança pessoal e operacional. Tais atividades devem estar de acordo com as versões mais recentes dos Órgãos Normativos e/ou Normas e Regulamentações indicadas a seguir.

### **1.1.1 Normas**

#### **ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**

- Concreto: NB-1
- Aços dobrados: ABNT NBR 14762: 2010
- Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008

## 1.2 CRITÉRIOS DE CÁLCULO

Os critérios e métodos de cálculo utilizados para o dimensionamento da estrutura foram baseados nos preceitos contidos, principalmente, na Norma NBR 6118:2014.

A modelagem das estruturas foi concebida por elementos de barras para as vigas e pilares e elementos de placa para a laje através do software STRAP 2016, computando-se as cargas permanentes e móveis. As envoltórias dos esforços resultantes, máximos e mínimos, obtidos a partir destes carregamentos foram utilizadas para o dimensionamento.

### 1.2.1 Materiais

Os seguintes materiais e suas propriedades foram considerados nos dimensionamentos.

#### Concreto

- Estruturas de concreto CA-30 -  $f_{ck} \geq 30$  MPa;
- Coeficiente de ponderação da resistência do concreto  $\gamma_c = 1,4$ ;
- Cobrimento das armaduras 4,0cm.

#### Armadura

- Módulo de elasticidade da armadura passiva CA-50 -  $E_s = 210.000$  MPa;
- Resistência característica à ruptura da armadura passiva  $f_{yk} = 500$  MPa;
- Coeficiente de ponderação da resistência da armadura passiva  $\gamma_s = 1,15$ .

## 1.2.2 Condições Locais do Ambiente

### Classe de agressividade do ambiente – CAA III

- Umidade média relativa do ambiente      Umidade = 80 %;
- Temperatura média do ambiente      Temp. = 25 °C.

## 1.2.3 Carregamentos

### Carregamentos permanentes

- Peso próprio (Estrutura Concreto)       $\gamma_{conc} = 2,50 \text{ tf/m}^3$ ;
- Pavimentação (Ponde de Acesso a Barragem)       $pav = 0,88 \text{ tf/m}$ ;

## 1.2.4 Combinações De Carregamentos

### Combinações

- Combinação para o Estado Limite Último

$$F_{ELU} = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} \cdot F_{G_{i,k}} + \gamma_q \cdot \left[ F_{Q_{1,k}} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} \cdot F_{Q_{j,k}} \right]$$

- Combinação quase permanente de serviço

$$F_{QP} = \sum_{i=1}^m F_{G_{i,k}} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot F_{Q_{j,k}}$$

- Combinação frequente de serviço

$$F_{FRQ} = \sum_{i=1}^m F_{G_{i,k}} + \psi_1 \cdot F_{Q_{1,k}} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot F_{Q_{j,k}}$$

Onde:

- $F_{G_{i,k}}$       Representa a ação de cargas permanentes;
- $F_{Q_{1,k}}$       Representa a ação da carga variável base;
- $F_{Q_{j,k}}$       Representa a ação das restantes cargas variáveis;

## 2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

### 2.1 INTRODUÇÃO

O sistema de transposição proposto será composto por uma escada hidráulica do tipo “slot” vertical de jato único adotada em barramentos similares ao do Ribeirão Pirai, com nível fixo e de passo constante, adaptada às características das espécies de peixes migratórias identificadas na bacia.

- A escada proposta deverá apresentar as seguintes características básicas:
- Cota de chegada (último degrau): 555,00 m;
- Cota de saída (primeiro degrau): 544,00 m;
- Nível de água operacional da represa: 556,50 m;
- Nível maximorum: 557,85 m;
- Passo da escada: 3,00 m;
- Largura da escada: 2,00 m;
- Extensão da escada: 399 m;
- Largura da passagem: 0,25 m;
- Lâmina de água mínima: 0,50 m.

O controle de vazão será feito por um sistema de comporta e vertedor que garantirá uma vazão mínima de descarga na escada para as situações onde a cota do nível de água da represa seja superior a 555,50 m.

## 3 DIMENSIONAMENTO

A seguir, o dimensionamento detalhado da escada de peixe provisório e definitiva. Neste relatório, a escada de peixe provisória é denominada como “Trecho Rápido/Provisório”.

### 3.1 ESCADA DE PEIXE PROVISÓRIA E DEFINITIVA

O dimensionamento da escada de peixes – sistema de transposição de peixes – é descrito no item seguinte e é discretizado em apresentação do croqui do sistema estrutural, apresentação dos esforços solicitantes na estrutura e dimensionamento levando em consideração as verificações cabíveis.

#### 3.1.1 Croqui

#### 3.1.2 Esforços e Dimensionamento

A seguir, a memória do dimensionamento e verificações realizadas para a escada de peixe definitiva.

#### 3.1.3 Verificação à Flutuação

A seguir a verificação à flutuação com variação da espessura de laje de fundo em 0,45, 0,40 e 0,50 m.

##### Caso 1:

- $e$  = Espessura de Laje de Fundo 0,45 m
- $h$  = Altura 3,97 m
- $A$  = Área da Seção Transversal 4,18 m<sup>2</sup>

$P_c$  = Peso Concreto

$$P_c = A \cdot \gamma_c = 4,18 \cdot 25 = 104,5 \text{ kN/m}$$

$E_w$  = Empuxo da Água

$$E_w = A_w \cdot \gamma_w = 9,314 \cdot 10 = 93,14 \text{ kN/m}$$

$$P_c/E_w = 104,5/93,14 = 1,12 \geq 1,10 \quad \text{OK!}$$

##### Caso 2:

- $e$  = Espessura de Laje de Fundo 0,40 m
- $h$  = Altura 3,72 m
- $A$  = Área da Seção Transversal 3,60 m<sup>2</sup>

$$P_c = \text{Peso Concreto} \quad P_c = A \cdot \gamma_c = 3,5969 \cdot 25 = 89,92 \text{ kN/m}$$

$$P_s = \text{Peso do Solo} \quad P_s = 0,1582 \cdot 18 = 2,8476 \text{ kN}$$

$$P = \text{Peso Total} \quad P = 89,92 + 2,85 = 92,77 \text{ kN/m}$$

$E_w$  = Empuxo da Água

$$E_w = A_w \cdot \gamma_w = 8,2368 \cdot 10 = 82,37 \text{ kN/m}$$

$$P_c/E_w = 92,77/82,37 = 1,13 \geq 1,10 \quad \text{OK!}$$

### Caso 3:

- e = Espessura de Laje de Fundo 0,50 m
- h = Altura 4,55 m
- A = Área da Seção Transversal 5,435 m<sup>2</sup>

$$P_c = \text{Peso Concreto}$$

$$P_c = A \cdot \gamma_c = 5,435 \cdot 25 = 135,87 \text{ kN/m}$$

$$E_w = \text{Empuxo da Água}$$

$$E_w = A_w \cdot \gamma_w = 9,359 \cdot 10 = 93,59 \text{ kN/m}$$

$$P_c/E_w = 135,87/93,59 = 1,45 \geq 1,10 \quad \text{OK!}$$

## 3.1.4 Armadura

### Caso 1

Laje:

e = Espessura = 0,45 m

| Trecho Reto                  | Armadura      |
|------------------------------|---------------|
| $M_{X+} = -9,87 \text{ kNm}$ | Ø10 c/ 10     |
| $M_{X-} = 16,3 \text{ kNm}$  |               |
| $M_{Y+} = -44,0 \text{ kNm}$ | Ø12,5 c/ 12,5 |
| $M_{Y-} = 68,3 \text{ kNm}$  |               |

Parede:

e = Espessura = 0,35 m

| Trecho Reto                  | Armadura    |
|------------------------------|-------------|
| $M_{X+} = -35,5 \text{ kNm}$ | Ø12,5 c/ 20 |
| $M_{X-} = 35,3 \text{ kNm}$  |             |
| $M_{Y+} = -114 \text{ kNm}$  | Ø12,5 c/ 10 |
| $M_{Y-} = 114 \text{ kNm}$   |             |

### Caso 2

Laje:

e = Espessura = 0,50 m

**Trecho Reto**

$$M_{X+} = -10,4 \text{ kNm}$$

$$M_{X-} = 16,8 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -45,9 \text{ kNm}$$

$$M_{Y-} = 69,7 \text{ kNm}$$

**Trecho Var**

$$M_{X+} = -35,4 \text{ kNm}$$

$$M_{X-} = 32,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -147 \text{ kNm}$$

$$M_{Y-} = 137 \text{ kNm}$$

**Armadura**

Ø10 c/ 10

Ø12,5 c/ 10

Parede:

e = Espessura = 0,45 m

**Trecho Reto**

$$M_{X+} = -36,8 \text{ kNm}$$

$$M_{X-} = 36,8 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -119 \text{ kNm}$$

$$M_{Y-} = 119 \text{ kNm}$$

**Trecho Var**

$$M_{X+} = -50,6 \text{ kNm}$$

$$M_{X-} = 45,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -209 \text{ kNm}$$

$$M_{Y-} = 187 \text{ kNm}$$

**Armadura**

Ø10 c/ 10

Ø16 c/ 12,5

## Caso 3

Laje (Ponte):

e = Espessura = 0,50 m

**Trecho Reto**

$$M_{X+} = -8,80 \text{ kNm}$$

$$M_{X-} = 26,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -29,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Y-} = 130 \text{ kNm}$$

**Armadura**

Ø10 c/ 10

Ø12,5 c/ 10

Parede:

e = Espessura = 0,45 m

**Trecho Reto**

$$M_{X+} = -36,2 \text{ kNm}$$

$$M_{X-} = 36,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -150 \text{ kNm}$$

$$M_{Y-} = 152 \text{ kNm}$$

**Armadura**

Ø10 c/ 10

Ø16 c/ 12,5

Laje Travessia:

e = Espessura = 0,20 m

**Trecho Reto**

**Armadura**

$$M_{X+} = -29,1 \text{ kNm}$$

$$\varnothing 10 \text{ c/ } 20$$

$$M_{X-} = 29,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -110 \text{ kNm}$$

$$\varnothing 12,5 \text{ c/ } 10$$

$$M_{Y-} = 69,8 \text{ kNm}$$

## Caso 4

Laje

e = Espessura = 0,40 m

**Trecho Reto**

**Armadura**

$$M_{X+} = -4,80 \text{ kNm}$$

$$\varnothing 12,5 \text{ c/ } 20$$

$$M_{X-} = 17,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -20 \text{ kNm}$$

$$\varnothing 12,5 \text{ c/ } 12,5$$

$$M_{Y-} = 84,9 \text{ kNm}$$

Parede

e = Espessura = 0,35 m

**Trecho Reto**

**Armadura**

$$M_{X+} = -33 \text{ kNm}$$

$$\varnothing 12,5 \text{ c/ } 12,5$$

$$M_{X-} = 33 \text{ kNm}$$

$$M_{Y+} = -104 \text{ kNm}$$

$$\varnothing 12,5 \text{ c/ } 12,5$$

$$M_{Y-} = 104 \text{ kNm}$$

## Caso 5

### Trecho Rápido / Provisório

Laje:

e = Espessura = 0,25 m

**Trecho Rápido**

**Armadura**

$M_{X+} = -1,69 \text{ kNm}$   
 $M_{X-} = 6,35 \text{ kNm}$   
 $M_{Y+} = -4,52 \text{ kNm}$   
 $M_{Y-} = 27,6 \text{ kNm}$

Ø8 c/ 20

Ø8 c/ 15

Parede:

e = Espessura = 0,25 m

| Trecho Rápido                | Armadura    |
|------------------------------|-------------|
| $M_{X+} = -9,50 \text{ kNm}$ | Ø12,5 c/ 20 |
| $M_{X-} = 9,27 \text{ kNm}$  |             |
| $M_{Y+} = -35,1 \text{ kNm}$ | Ø10 c/ 15   |
| $M_{Y-} = 34,4 \text{ kNm}$  |             |

## DESENHOS

|               |                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EST-BAR - 127 | SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DEFINITIVO - IMPLANTAÇÃO                                       |
| EST-BAR - 128 | ARRANJO GERAL - ESCADA DE PEIXE DEFINITIVO CORTES A,B,C,D,E,F,H e I                              |
| EST-BAR - 129 | PRIMEIRA FASE - PERFIS LONGITUDINAIS DA ESCADA DE PEIXE PROVISORIA - GALERIA E ADUTORA           |
| EST-BAR-192   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA - ADUTORA E DESVIO PLANTA e CORTES G a X                              |
| EST-BAR-193   | ESCADA DE PEIXE PROVISÓRIA - ADUTORA E DESVIO PLANTA e CORTES A,B,C,D e F                        |
| EST-BAR-194   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA ADUTORA E DESVIO PAREDES 1,3,5,7,8 e 9 - ARMADURAS                    |
| EST-BAR-195   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA ADUTORA E DESVIO PAREDES 2,4 e 6 - ARMADURAS                          |
| EST-BAR-196   | ESCADA DE PEIXE PROVISORIA ADUTORA E DESVIO LAJES ARMADURA                                       |
| EST-BAR-226   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS 0-0,25 ATÉ EST 1+9,25 - FORMA E ARMADURAS                           |
| EST-BAR-227   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 1+9,25 ATE EST 4+12,05- FORMA E ARMADURAS                       |
| EST-BAR-228   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 4+12,05 ATE 5+4,50 e EST 5+11,50 ATE 6+5,90 - FORMA E ARMADURAS |
| EST-BAR-229   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS 5+4,50 e EST 5+11,50 - FORMA E ARMADURAS                            |
| EST-BAR-230   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 6+5,90 ATE EST 6+9,67 - FORMA E ARMADURAS                       |
| EST-BAR-231   | STP DEFINITIVA ENTRE ESTACAS EST 6+9,67 ATE EST 18+12,00 - FORMA E ARMADURAS                     |



### **Arcadis Brasil**

Rua Líbero Badaró, 377 – 6º andar  
São Paulo, SP – Brasil – 01009-906  
T: +55 (11) 3226-3400

[arcadis.com](http://arcadis.com)



**PROJETO EXECUTIVO  
DA BARRAGEM E SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO  
DO RIBEIRÃO PIRAÍ**

**RELATÓRIO FINAL**

**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES  
VOLUME III  
DOCUMENTO VALIDO PARA A ETAPA 1 E 2  
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**



Julho/2019

Rev-00

## **APRESENTAÇÃO**

O presente trabalho constitui o “Projeto Executivo da Barragem e Sistema de Captação e Adução do Ribeirão Pirai”, no âmbito do contrato firmado entre o Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Pirai e a ARCADIS Logos S.A.

Este documento tem como objetivo apresentar o Relatório Final do Projeto Executivo do Sistema de Transposição de Peixes, o qual é composto por:

- Volume I - Projeto Hidráulico e Hidromecânico - Memorial e Desenhos;
  - Volume II - Projeto Estrutural e de Terraplenagem - Memorial e Desenhos;
  - Volume III - Especificações Técnicas;
  - Volume IV - Orçamento e Cronograma Físico-Financeiro.
-

## **ÍNDICE**

|                                                          |          |
|----------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS</b>            | <b>1</b> |
| 1.1. CANTEIRO DE OBRAS                                   | 1        |
| 1.1.1. INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                            | 1        |
| 1.1.2. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA                    | 2        |
| 1.1.3. PLACA DA CONTRATADA                               | 2        |
| 1.1.4. SETAS INDICATIVAS                                 | 2        |
| 1.1.5. PREVENÇÃO DE ACIDENTES                            | 2        |
| 1.1.6. EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA                          | 3        |
| 1.1.7. VIGILÂNCIA                                        | 3        |
| 1.1.8. VEÍCULO PARA FISCALIZAÇÃO DA OBRA                 | 3        |
| 1.1.9. DESMONTAGEM E REMOÇÃO DO CANTEIRO                 | 3        |
| 1.2. SERVIÇOS TÉCNICOS                                   | 4        |
| 1.2.1. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE LOCAÇÃO TOPOGRÁFICA      | 4        |
| 1.2.2. SERVIÇOS DE TOPOGRAFIA E CADASTRO                 | 4        |
| 1.3. SERVIÇOS PRELIMINARES                               | 6        |
| 1.3.1. SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO                           | 6        |
| 1.3.2. TAPUMES DE OBRAS                                  | 6        |
| 1.3.3. PASSADIÇOS DE CHAPA METÁLICA PARA VEÍCULOS        | 7        |
| 1.3.4. PASSADIÇOS DE MADEIRA                             | 7        |
| 1.3.5. DEMOLIÇÕES, LIMPEZAS E REPOSIÇÕES                 | 7        |
| 1.3.6. DESMATAMENTO                                      | 8        |
| 1.3.7. LIMPEZA DO TERRENO                                | 9        |
| 1.4. MOVIMENTO DE TERRA                                  | 9        |
| 1.4.1. ESCAVAÇÕES EM GERAL                               | 9        |
| 1.4.2. ESCAVAÇÃO EM SOLO                                 | 10       |
| 1.4.3. ESCAVAÇÃO SUBMERSA                                | 10       |
| 1.4.4. ESCAVAÇÃO DE VALAS                                | 10       |
| 1.4.4.1. LARGURA E PROFUNDIDADE DA VALA                  | 11       |
| 1.4.4.2. REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DA VALA                  | 11       |
| 1.4.4.3. GREIDE FINAL DA ESCAVAÇÃO                       | 11       |
| 1.4.5. APILOAMENTO DO SOLO NATURAL E LANÇAMENTO DE BRITA | 12       |
| 1.4.6. EXPLORAÇÃO DE JAZIDAS                             | 12       |
| 1.4.7. ESCAVAÇÃO EM ROCHA DURA COM EXPLOSIVOS            | 13       |
| 1.4.8. ESCAVAÇÃO EM ROCHA BRANDA OU MOLEDO A FRIO        | 14       |
| 1.4.9. ATERROS                                           | 14       |
| 1.4.9.1. GENERALIDADES                                   | 14       |
| 1.4.9.2. MATERIAIS                                       | 15       |
| 1.4.9.3. EQUIPAMENTOS                                    | 15       |
| 1.4.9.4. EXECUÇÃO DOS ATERROS                            | 15       |
| 1.4.9.5. PREPARO DAS CAMADAS DE ATERRO                   | 15       |
| 1.4.9.6. LANÇAMENTO DE SOLOS                             | 15       |
| 1.4.9.7. ESPALHAMENTO EM CAMADAS                         | 16       |
| 1.4.9.8. COMPACTAÇÃO                                     | 16       |

|           |                                                        |    |
|-----------|--------------------------------------------------------|----|
| 1.4.9.9.  | ATERRO E RECOBRIMENTO ESPECIAL DE VALAS, POÇOS E CAVAS | 17 |
| 1.4.9.10. | ATERRO DE VALA SOB PASSEIO                             | 17 |
| 1.4.9.11. | ATERRO DE VALA SOB VIA CARROÇÁVEL                      | 17 |
| 1.4.9.12. | ATERRO JUNTO À ESTRUTURA DE CONCRETO                   | 18 |
| 1.4.9.13. | REGULARIZAÇÃO MECANIZADA DE ÁREAS                      | 18 |
| 1.4.10.   | EXECUÇÃO DE MACIÇOS DE TERRA                           | 19 |
| 1.4.10.1. | PREPARO DO TERRENO DE FUNDAÇÃO DOS MACIÇOS             | 19 |
| 1.4.10.2. | LIMPEZA                                                | 19 |
| 1.4.10.3. | RASPAGEM                                               | 20 |
| 1.4.10.4. | ESCARIFICAÇÃO                                          | 20 |
| 1.4.10.5. | EQUIPAMENTOS                                           | 20 |
| 1.4.10.6. | EXECUÇÃO                                               | 20 |
| 1.4.11.   | CONTROLE E ENSAIO                                      | 21 |
| 1.4.11.1. | CONTROLE DE COMPACTAÇÃO                                | 21 |
| 1.4.11.2. | CONTROLE TECNOLÓGICO                                   | 21 |
| 1.4.11.3. | OBSERVAÇÕES FINAIS                                     | 22 |
| 1.4.12.   | CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA                           | 22 |
| 1.5.      | ESCORAMENTOS                                           | 23 |
| 1.5.1.    | ESCORAMENTO DE VALAS                                   | 23 |
| 1.6.      | ESGOTAMENTO                                            | 25 |
| 1.6.1.    | ESGOTAMENTO POR BOMBAS SUBMERSÍVEIS                    | 25 |
| 1.6.2.    | REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO                        | 26 |
| 1.6.3.    | MEIA CANA DE CONCRETO                                  | 27 |
| 1.7.      | OBRAS DE CONTENÇÃO                                     | 27 |
| 1.7.1.    | PROTEÇÃO COM PEDRA DE MÃO SEM MANTA                    | 27 |
| 1.7.2.    | PROTEÇÃO COM PEDRA DE MÃO COM MANTA                    | 27 |
| 1.8.      | GABIÕES                                                | 27 |
| 1.8.1.    | OBJETIVO                                               | 27 |
| 1.8.2.    | NORMAS COMPLEMENTARES                                  | 28 |
| 1.8.3.    | DEFINIÇÃO                                              | 28 |
| 1.8.3.1.  | REDE                                                   | 28 |
| 1.8.3.2.  | GABIÃO                                                 | 28 |
| 1.8.4.    | CONDIÇÕES GERAIS                                       | 29 |
| 1.8.4.1.  | FORMA DE EFETUAR A ENCOMENDA                           | 29 |
| 1.8.4.2.  | EMBALAGEM                                              | 29 |
| 1.8.4.3.  | IDENTIFICAÇÃO                                          | 30 |
| 1.8.4.4.  | ENVELHECIMENTO                                         | 30 |
| 1.8.4.5.  | ESPESSURA MÉDIA DE REVESTIMENTO DE PVC                 | 30 |
| 1.8.5.    | CONDIÇÕES ESPECÍFICAS                                  | 30 |
| 1.8.5.1.  | DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS                                | 30 |
| 1.8.5.2.  | REVESTIMENTO PROTETOR DE PVC (POLICLORETO DE VINILA)   | 31 |
| 1.8.6.    | INSPEÇÃO                                               | 33 |
| 1.8.6.1.  | CONDIÇÕES DE INSPEÇÃO                                  | 33 |
| 1.8.6.2.  | AMOSTRAGEM                                             | 33 |
| 1.8.7.    | ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO                                   | 33 |
| 1.8.8.    | MÉTODO EXECUTIVO                                       | 34 |
| 1.8.8.1.  | MATERIAL PARA ENCHIMENTO                               | 34 |

|           |                                                                     |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1.8.8.2.  | FERRAMENTAS                                                         | 34 |
| 1.8.8.3.  | EXECUÇÃO                                                            | 35 |
| 1.8.8.4.  | CONSIDERAÇÕES GERAIS                                                | 37 |
| 1.9.      | ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES                                              | 37 |
| 1.9.1.    | FUNDAÇÕES E SONDAGENS                                               | 37 |
| 1.9.1.1.  | FUNDAÇÕES                                                           | 37 |
| 1.9.1.2.  | SONDAGENS SUPLEMENTARES                                             | 38 |
| 1.9.2.    | LASTRO DE CONCRETO MAGRO                                            | 38 |
| 1.9.3.    | ENCHIMENTO DE CONCRETO SIMPLES                                      | 39 |
| 1.9.4.    | AÇO ESTRUTURAL                                                      | 39 |
| 1.9.4.1.  | AÇO CA - 50/60 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO                           | 39 |
| 1.9.5.    | FORMAS DE COMPENSADO PLASTIFICADO                                   | 40 |
| 1.9.6.    | EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO                                  | 41 |
| 1.9.6.1.  | INTRODUÇÃO                                                          | 41 |
| 1.9.6.2.  | COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO                            | 42 |
| 1.9.6.3.  | CONTROLE                                                            | 42 |
| 1.9.6.4.  | MATERIAIS                                                           | 43 |
| 1.9.6.5.  | TRAÇOS DE CONCRETO                                                  | 45 |
| 1.9.6.6.  | MISTURA                                                             | 46 |
| 1.9.6.7.  | TRANSPORTE DO CONCRETO                                              | 46 |
| 1.9.6.8.  | LANÇAMENTO                                                          | 46 |
| 1.9.6.9.  | VIBRAÇÃO                                                            | 48 |
| 1.9.6.10. | CURA E PROVA DE CARGA                                               | 49 |
| 1.9.6.11. | JUNTAS DE CONCRETAGEM                                               | 49 |
| 1.9.6.12. | CORREÇÃO DE FISSURAS                                                | 50 |
| 1.9.6.13. | FORMAS E CIMBRAMENTOS                                               | 50 |
| 1.9.6.14. | REPAROS                                                             | 52 |
| 1.9.7.    | LASTRO                                                              | 52 |
| 1.10.     | PAVIMENTAÇÃO                                                        | 53 |
| 1.10.1.   | REGULARIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES                                        | 53 |
| 1.10.2.   | CONSTRUÇÃO DE PASSEIOS CIMENTADOS                                   | 53 |
| 1.10.3.   | RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS EM PARALELEPÍPEDOS OU BLOCOS DE CONCRETO | 54 |
| 1.10.4.   | ASSENTAMENTO DE GUIAS                                               | 54 |
| 1.10.4.1. | EXECUÇÃO DE BASE                                                    | 54 |
| 1.10.4.2. | ASSENTAMENTO DE GUIAS                                               | 55 |
| 1.10.4.3. | ENCOSTAMENTO DE TERRA                                               | 55 |
| 1.10.5.   | CONSTRUÇÃO DE SARJETAS                                              | 55 |
| 1.10.5.1. | EXECUÇÃO DA BASE                                                    | 55 |
| 1.10.5.2. | FORMAS                                                              | 56 |
| 1.10.5.3. | PREPARO, LANÇAMENTO E ACABAMENTO DO CONCRETO                        | 56 |
| 1.10.5.4. | JUNTAS                                                              | 56 |
| 1.10.5.5. | CONTROLE TECNOLÓGICO                                                | 57 |
| 1.10.5.6. | ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO                                                | 57 |
| 1.10.6.   | CONSTRUÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS                                 | 57 |
| 1.10.6.1. | BASE DE MACADAME HIDRÁULICO                                         | 57 |
| 1.10.6.2. | BASE DE CONCRETO MAGRO                                              | 60 |
| 1.10.6.3. | IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE BETUMINOSA                             | 61 |
| 1.10.6.4. | IMPRIMAÇÃO LIGANTE BETUMINOSA                                       | 64 |
| 1.10.6.5. | REVESTIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO USINADO A QUENTE                 | 66 |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.11. REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE                             | 73        |
| 1.11.1. REVESTIMENTO DE PISO                                              | 73        |
| 1.11.2. IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO TÉRMICA                              | 74        |
| 1.11.2.1. IMPERMEABILIZAÇÃO RÍGIDA COM ARGAMASSA                          | 74        |
| 1.11.2.2. IMPERMEABILIZAÇÃO BETUMINOSA                                    | 75        |
| 1.11.2.3. IMPERMEABILIZAÇÃO COMPOSTA POR PASTA DE CIMENTO E POLÍMEROS     | 75        |
| 1.12. PINTURAS                                                            | 76        |
| 1.12.1. PINTURA A CAL                                                     | 77        |
| 1.12.2. PINTURA LÁTEX A BASE DE PVA OU ACRÍLICA                           | 77        |
| 1.12.3. PINTURA A ÓLEO E ESMALTE                                          | 77        |
| 1.12.4. PINTURA A VERNIZ                                                  | 77        |
| 1.12.5. PINTURA GRAFITE                                                   | 78        |
| 1.12.6. PINTURA A BASE DE SILICONE                                        | 78        |
| 1.12.7. PINTURA ALUMÍNIO                                                  | 78        |
| 1.12.8. PINTURA ANTIFERRUGINOSA OU PRIMER                                 | 78        |
| 1.13. URBANIZAÇÃO                                                         | 79        |
| 1.13.1. CERCAS DE TELA TIPO ALAMBRADO                                     | 79        |
| 1.13.2. PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS                                        | 79        |
| 1.13.3. PLANTIO DE ARBUSTOS E ÁRVORES                                     | 79        |
| 1.13.4. GUARDA-CORPO                                                      | 80        |
| 1.13.5. GRADE DE PISO                                                     | 80        |
| 1.13.5.1. MOLDADAS                                                        | 80        |
| 1.13.5.2. INJETADAS                                                       | 80        |
| 1.13.6. ESCADA TIPO MARINHEIRO                                            | 81        |
| <b>2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS</b> | <b>82</b> |
| 2.1. CONDIÇÕES GERAIS                                                     | 82        |
| 2.1.1. EXPERIÊNCIA                                                        | 83        |
| 2.1.2. CERTIFICADOS                                                       | 83        |
| 2.1.3. NORMAS                                                             | 83        |
| 2.2. VÁLVULAS, REGISTROS, JUNTAS DE MONTAGEM E COMPORTAS                  | 84        |
| 2.2.1. COMPORTAS                                                          | 84        |
| 2.2.1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS                                             | 84        |
| 2.2.1.2. ENSAIOS E INSPEÇÕES                                              | 84        |
| 2.2.1.3. GARANTIAS                                                        | 85        |
| 2.2.1.4. INFORMAÇÕES REQUERIDAS COM A PROPOSTA                            | 85        |

## 1. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS

O presente relatório refere-se às Especificações Técnicas de Serviços a serem obedecidas na execução das obras, cabe salientar que ao longo deste relatório chamaremos de CONTRATANTE o Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Pirai (CIRP), FISCALIZAÇÃO a pessoa física ou jurídica designada pelo CIRP para fiscalizar a execução das obras e serviços e CONTRATADA a empresa designada pelo CIRP para a execução das obras e serviços.

### 1.1. CANTEIRO DE OBRAS

#### 1.1.1. Instalação do Canteiro

O canteiro de obras, necessariamente, deverá atender à legislação específica de segurança e demais leis e regulamentações pertinentes da ABNT.

O local escolhido para construção do canteiro de serviços deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Apesar da aprovação, não caberão à CONTRATANTE, em hipótese alguma, os ônus decorrentes de locação, manutenção e acessos da área escolhida.

O terreno onde será construído o canteiro de serviços deverá estar localizado próximo à obra e ter acesso fácil através de ruas bem conservadas, sendo que a conservação ficará sob a responsabilidade da CONTRATADA.

O canteiro deverá ser executado levando-se em consideração as proporções e características das obras. As alterações na execução em relação aos padrões ficarão a critério da FISCALIZAÇÃO, não havendo nenhum ônus para a CONTRATANTE.

Opcionalmente a critério da FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA poderá alugar um imóvel como canteiro, que mantenha no mínimo as áreas e instalações previstas para a obra.

Durante o decorrer da obra, ficarão pôr conta e a cargo da CONTRATADA o fornecimento do mobiliário necessário à FISCALIZAÇÃO e a limpeza das instalações, móveis e utensílios das dependências da FISCALIZAÇÃO e a reposição do material de consumo necessário (carga do extintor de incêndio, produtos para higiene ambiente e pessoal, etc.).

A Contratada, antes de iniciar qualquer trabalho com relação ao canteiro, deverá providenciar, para aprovação da FISCALIZAÇÃO, planta geral de localização, indicando:

- Localização do terreno;
- Acessos;
- Redes de energia elétrica, de água, esgoto, telefone ou de rádio;
- Localização e dimensões de todas as edificações;
- Localização dos pátios.

Ficarão, ainda, sob responsabilidade da CONTRATADA:

#### a) Água e Energia Elétrica

Fornecimento de água, industrial e potável, e de energia elétrica para abastecimento do canteiro de obras. No caso de eventual falta de suprimento pela Rede Pública, deverá a CONTRATADA estar aparelhada para tal eventualidade, com produção de energia mediante geradores e abastecimento de água através de caminhões-pipas.

b) Esgotos

Deverá a CONTRATADA solicitar a CONTRATANTE ligação na Rede Pública. Caso não haja, a CONTRATADA deverá providenciar fossa séptica ou similar.

c) Telefone ou Radiotransmissor

A CONTRATADA deverá providenciar instalações de telefones, não só para ela como também para a FISCALIZAÇÃO. Em locais onde não existir Rede Telefônica, a CONTRATADA deverá providenciar, quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, instalação de Radiotransmissor, sem ônus para a CONTRATANTE.

d) Manutenção, Higiene e Segurança.

Manutenção do Canteiro, até o final da obra, quer sob aspecto físico como o de ordem interna, e a observação dos cuidados higiênicos e de segurança pessoal.

### **1.1.2. Placa de Identificação da Obra**

O fornecimento de Placa de Identificação da Obra ficará a cargo da CONTRATADA, que providenciará a confecção por profissional especializado, devendo a sua instalação se dar em local definido pela FISCALIZAÇÃO.

Os modelos e detalhes da placa deverão ser aqueles em vigência na época da execução da obra, conforme padrões ou solicitações específicas do CIRP. Deverão ter a face em chapa de aço galvanizado, nº 16 ou nº 18, com tratamento antioxidante, sem moldura, fixadas em estruturas de madeiras, suficientemente resistente para suportar a ação dos ventos.

As tintas usadas para pintura deverão ser de cor fixa e de comprovada resistência ao tempo.

### **1.1.3. Placa da Contratada**

No canteiro de obras só poderá ser colocada placa da CONTRATADA, após prévio consentimento da FISCALIZAÇÃO, principalmente no que se refere a sua localização e dimensões.

### **1.1.4. Setas Indicativas**

As setas indicativas serão utilizadas para designação de distritos regionais, obras, sistemas e afins.

### **1.1.5. Prevenção de Acidentes**

Na execução dos trabalhos, deverá haver plena proteção contra o risco de acidentes com o pessoal da CONTRATADA e com terceiros, independentemente da transferência desse risco a companhias ou institutos seguradores.

Para isso a CONTRATADA deverá cumprir fielmente o estabelecido na Legislação Nacional concernente à segurança e higiene do trabalho, bem como obedecer a todas as normas próprias e específicas para a segurança de cada serviço. A CONTRATADA deverá manter, no Canteiro de Obras, pessoal treinado e caixa de primeiros-socorros devidamente suprida com medicamentos para pequenas ocorrências.

Em caso de acidente no Canteiro de Obras a CONTRATADA deverá:

- Prestar socorro imediato às vítimas;
- Paralisar imediatamente a obra no local do acidente, a fim de não alterar as circunstâncias relacionadas com este;
- Comunicar imediatamente a FISCALIZAÇÃO da ocorrência.

#### **1.1.6. Equipamento de Segurança**

Serão de responsabilidade da CONTRATADA: a segurança, a guarda e a conservação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios e instalações da obra.

Qualquer perda ou dano sofrido no material, equipamento ou instrumental fornecido pelo CONTRATANTE será avaliado pela FISCALIZAÇÃO e deverá ser ressarcido pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá manter livre o acesso aos extintores, mangueira e demais equipamentos situados no canteiro, a fim de poder combater eficientemente o fogo na eventualidade de incêndio, ficando expressamente proibida a queima de qualquer espécie de material no local das obras.

#### **1.1.7. Vigilância**

A CONTRATADA deverá manter permanentemente, durante 24 (vinte e quatro) horas, sistema de vigilância efetuado por pessoal devidamente habilitado e uniformizado, até o recebimento técnico da obra pelo CONTRATANTE.

#### **1.1.8. Veículo para Fiscalização da Obra**

A CONTRATADA fornecerá veículos à FISCALIZAÇÃO, conforme as necessidades das obras.

Os veículos serão do tipo particular pequeno (classe do Gol, Fiat e Corsa) ou comercial leve até 0,50 t (classe do Saveiro, Strada, Courier), com dois anos de uso, em perfeito estado de conservação aprovado pela FISCALIZAÇÃO, sendo que a mesma, em qualquer momento, poderá a substituição do veículo, num prazo de 24 (vinte e quatro) horas.

Ficarão a cargo da CONTRATADA todas as despesas referentes a: seguros, manutenção, combustíveis, óleo lubrificante, lavagens etc.

#### **1.1.9. Desmontagem e Remoção do Canteiro**

Após a conclusão dos serviços, a CONTRATADA deverá remover do local todos os materiais, equipamentos e quaisquer detritos provenientes da obra, deixando-a totalmente limpa.

## **1.2. SERVIÇOS TÉCNICOS**

### **1.2.1. Especificação Técnica de Locação Topográfica**

A locação da obra será efetuada de acordo com os desenhos de projeto, ficando sob a responsabilidade da empresa CONTRATADA qualquer erro de alinhamento, obrigando-se a desfazer ou refazer a marcação, sob suas expensas, caso alguma incorreção seja verificada pela FISCALIZAÇÃO ou pela CONTRATANTE.

A locação será feita por meio de instrumento e trena de aço. Os gabaritos deverão ser feitos com tábuas de pinho novas, niveladas e alinhadas. Esses pontos serão devidamente demarcados e amarrados, de maneira a permitir sua relocação.

### **1.2.2. Serviços de Topografia e Cadastro**

#### **DISPOSIÇÕES GERAIS**

A CONTRATADA receberá da CONTRATANTE, por intermédio da FISCALIZAÇÃO.

- a) Plantas de locação;
- b) Marcos de referência planialtimétricos fora da área de escavação ou aterro, com uma planta de situação dos marcos.

Caberá a CONTRATADA os seguintes serviços:

- Locar os coletores, poços de visita, cavas, tubulações prédios, obras de arte e demais elementos necessários, a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Todas as interferências encontradas, e que não constem de desenhos fornecidos, deverão ser levantadas e cadastradas.
- Locar a posição do escoramento antes do início da execução.
- Locar no fundo da escavação a posição das formas para concreto, o alinhamento das camadas de concreto magro e de pedra britada.
- Indicar ou marcar, conforme o caso, as cotas do "greide" final da escavação, das faces superiores das camadas prontas de brita e de concreto magro e demais elementos eventualmente necessários, a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Locação e nivelamento da escavação e da tubulação (caso exista) a partir da poligonal correspondente ao seu eixo, serão marcados os dois bordos das escavações a serem abertas. As cotas dos fundos das escavações deverão ser verificadas de 20 em 20 metros, para que sejam obedecidas as cotas de projeto.
- Elaborar plantas de cadastro da obra construída.

- A CONTRATADA deverá manter, durante o expediente da obra e no canteiro de serviços, 1 (um) topógrafo devidamente habilitado, equipamento topográfico adequado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO e 2 (dois) auxiliares de topógrafo.
- A CONTRATADA deverá aceitar as normas, métodos e processos determinados pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com as especificações da CONTRATANTE no tocante a qualquer serviço topográfico, sejam de campo como de escritório e relativos à obra.
- Na existência de serviços não especificados, a CONTRATADA somente poderá executá-los após aprovação da FISCALIZAÇÃO.

## **SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS**

### **a) Referência de nível**

A CONTRATADA deverá basear seu nivelamento em RNs, previamente verificados através de nivelamento específico. A verificação citada deverá ser realizada através de uma poligonal de nivelamento, passando, no mínimo, em 3 (três) RNs, devendo a caderneta ser apresentada à CONTRATANTE, contendo os seguintes dados:

- Cota implantada pelos RNs do IGG;
- Cota encontrada pela CONTRATADA;
- Extensão da poligonal;
- Cálculo de erro;
- Indicação dos pontos de segurança (PS), devidamente discriminados e localizados de 100 em 100 metros no mínimo.

### **b) Piqueteamento e Nivelamento**

Piqueteamento de 20 em 20 metros, com nivelamento.

### **c) Perfil**

Será apresentado perfil do terreno contendo o projeto de "greide" da obra, em escala horizontal 1:500 e vertical 1:100. O perfil apresentado deverá ter, no canto direito inferior, carimbo com os seguintes dizeres:

- Nome da contratante;
- Nome da firma;
- Nome da obra a que se refere o perfil;
- Numero da folha;

- Data;
- Toda vez que, durante a execução da obra, ocorrer modificação do projeto, o desenho correspondente deverá conter o carimbo "modificado".

### **1.3. SERVIÇOS PRELIMINARES**

#### **1.3.1. Sinalização de Trânsito**

Com relação ao trânsito nas proximidades da obra a CONTRATADA deve tomar os seguintes cuidados:

Deverão ser providenciadas faixas de segurança para o livre trânsito de pedestres, em perfeitas condições de segurança durante o dia e à noite.

Deverão ser construídas passagens temporárias nos cruzamentos de ruas e pontes de acesso para veículos defronte a estacionamentos e garagens. Nas saídas e entradas de veículos em áreas de empréstimo, bota-fora ou frentes de serviço, deverá ser providenciada sinalização adequada, diuturna, especialmente nos casos de eventuais inversões de tráfego.

As vias de acesso fechadas ao trânsito deverão ser protegidas com barreiras e com a devida sinalização (de acordo com o CTB - Código de Trânsito Brasileiro) e indicação de desvio, devendo, durante a noite, ser iluminadas e, em casos especiais, deverão ser postados vigias ou sinaleiros, devidamente equipados.

Os serviços deverão ser executados sem interrupção, até a liberação da área, podendo ser programados para fins de semana ou para horários de menor movimento.

Para as obras e serviços localizados na Região Metropolitana de São Paulo a sinalização deverá obedecer ao Decreto Municipal 15.704 de 16 de fevereiro de 1979. Para as obras em outros municípios, a sinalização deverá obedecer às posturas municipais e exigências de outros órgãos públicos locais ou concessionárias de serviços, além do disposto no CTB - Código de Trânsito Brasileiro.

#### **1.3.2. Tapumes de Obras**

Os tapumes devem ser utilizados para cercar o perímetro de todas as obras urbanas com exceção das pequenas e de curta duração, nas quais se utilizam cercas portáteis.

Podem ser empregadas placas laterais, chapas de madeira compensada, tábuas de madeira ou chapas de metal.

Em qualquer caso devem ser obedecidas as dimensões (1,10 x 2,20), de forma contínua, devendo estar dispostas verticalmente e encostadas no solo.

A vedação lateral deve ser feita de maneira a impedir completamente a passagem de terra ou detritos.

A sustentação vertical das chapas ou placas deve ser feita por elementos de madeira ou metal, além de uma base interna ao tapume para garantir estabilidade ao conjunto.

As pranchas devem atingir a altura mínima de 1,10 m a partir do solo.

Tanto as chapas de vedação quanto os elementos de sustentação devem, externamente, ser pintadas de branco (cor sugerida, podendo ser trocada de acordo com as exigências da CONTRATANTE), podendo ser aplicada caiação. Tal medida objetiva facilitar a manutenção do tapume, de forma rápida e baixo custo.

Deve ser provida, permanente manutenção na parte externa do tapume, devendo ser periodicamente pintado ou caiado, de forma a garantir sua permanente limpeza e visibilidade.

As pranchas deverão ser colocadas em sequência, em número suficiente para fechar completamente o local. Junto às interseções, o tapume deverá ter altura máxima de 1,00 m, até 3,00 m do alinhamento da construção da via transversal, para permitir visibilidade aos veículos. Além disto, deverão vir acompanhados de dispositivos luminosos de luz fixa.

Deverá ser reservado um espaço nas pranchas para identificação de concessionária, CONTRATADA e obra, assim como placas de barragem.

### **1.3.3. Passadiços de Chapa Metálica para Veículos**

Passadiços e/ou passarelas metálicas serão construídos onde necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, em locais onde haja movimento razoável de veículos, para garantir o trânsito normal de pedestres e/ou veículos e assegurar a continuidade da operação e manutenção das instalações existentes.

Serão em chapas de aço de espessura igual ou maior a 3/4, com dimensão mínima de 1,50 x 1,50 m.

### **1.3.4. Passadiços de Madeira**

Passadiços e/ou passarelas de madeira serão construídos onde necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, em ruas de pequeno movimento para garantir o trânsito normal de pedestres e assegurar a continuidade da operação e manutenção das instalações existentes.

Deverá ser de largura tal que permita segurança na sua utilização por pedestres.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir a confecção de guarda-corpos onde achar necessário.

### **1.3.5. Demolições, Limpezas e Reposições**

A CONTRATADA deverá efetuar as demolições e retiradas necessárias à desobstrução das áreas de trabalho seguindo as instruções da FISCALIZAÇÃO.

A demolição poderá ser parcial ou total e a CONTRATADA deverá tomar todas as medidas de proteção necessárias, pela utilização de tapumes, andaimes e sinalização.

Os serviços de demolição serão executados cuidadosamente, tendo em vista a possibilidade de reaproveitamento dos materiais para em seguida serem relacionados e armazenados em locais convenientes, indicados pela FISCALIZAÇÃO.

As áreas onde se desenvolverem os trabalhos para locação e assentamento das redes coletoras deverão ser precedidas da remoção da vegetação e do solo superficial impróprio, através da capina, roçada, desmatamento, destocamento e raspagem.

Somente serão derrubadas, mediante anuência dos órgãos competentes e aprovação da FISCALIZAÇÃO, árvores que comprovadamente causem interferências com os serviços ou que tenham raízes prejudicadas pelas escavações.

As pavimentações de paralelepípedos, asfalto e calçamento existentes ao longo do eixo das valas serão devidamente removidas, quer com o uso de alavancas, quer com o uso de compressor e marteletes rompedores acoplados com espátulas.

Em caso de demolições de pavimentos com reaproveitamento dos materiais, além do procedimento normal em cada caso, fica estabelecido o seguinte:

- a) Onde existem paralelepípedos, meios-fios ou outros materiais aproveitáveis, serão estes removidos e armazenados em local apropriado de modo que não causem embaraços à obra e logradouros públicos, assim como devidamente empilhados, no aguardo do reaproveitamento, sob vigilância e responsabilidade da CONTRATADA.
- b) No caso de remoção de meio-fio, antes de empilhados, deverão ser limpos de toda a massa de remanejamento que porventura nele estiver aderida.

Os materiais, que não foram reaproveitados provenientes de qualquer demolição ou remoção, deverão ser transportados pela CONTRATADA para bota-fora a qualquer distância. O local deverá ser de conveniência da CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Quanto às reposições, reconstruções ou reparos, a CONTRATADA deverá empregar todos os meios e recursos necessários a tornar o executado melhor ou, no mínimo igual ao danificado.

#### **1.3.6. Desmatamento**

O preparo de terrenos com vegetação na superfície será executado de modo a deixar a área da obra livre de tocos, raízes e galhos. O material retirado deverá ser removido para o local apropriado, com reaproveitamento de terra vegetal ou queimado, a critério da FISCALIZAÇÃO, devendo ser tomados todos os cuidados necessários à segurança e higiene pessoal e do meio ambiente.

Deverão ser preservadas as árvores, a vegetação de qualidade e a grama que localizadas em áreas que, pela situação, não interfiram no desenvolvimento dos serviços.

Será de atribuição da CONTRATADA a obtenção de autorização junto aos órgãos competentes para o desmatamento, principalmente no caso de árvores de grande porte.

### **1.3.7. Limpeza do Terreno**

A completa limpeza do terreno será efetuada dentro da mais perfeita técnica, tomados os devidos cuidados, de forma a se evitar danos a terceiros.

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de capina, limpeza, roçada, queima e remoção de resíduos e destocamento de árvores 0 < 25 cm de altura.

A roçada será caracterizada quando a área a ser limpa for constituída de vegetação rasteira, mato ralo, arbustos e arvores com troncos de diâmetro de até 0,15 mm.

O destocamento é caracterizado pela remoção dos tocos e das raízes das árvores podendo ser manual ou mecânico.

Será procedida, no decorrer do prazo da execução da obra, periódica remoção de todo o entulho e detritos que venham a se acumular no terreno.

## **1.4. MOVIMENTO DE TERRA**

### **1.4.1. Escavações em Geral**

A escavação compreende a remoção de solo desde a superfície natural do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto, e tem seu início logo depois de concluídas as operações de limpeza e destocamento do terreno natural.

Antes de dar início às operações de escavação, a CONTRATADA fará a pesquisa de interferência do local, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, postes, etc, que estejam na zona atingida pelas escavações ou em áreas próximas as mesmas.

Caso haja qualquer dano nas interferências supracitadas, todas as despesas decorrentes dos reparos correrão por conta da CONTRATADA, desde que caracterizada a responsabilidade da mesma.

Havendo necessidade de desmatamento, destocamento ou simples regularização os limites dos serviços serão indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Toda a escavação deverá ser mecânica, exceto no caso de proximidades de interferências cadastradas ou detectadas, regularização de fundo de vale ou outros locais a critério da FISCALIZAÇÃO.

Os serviços serão executados de modo a proporcionar o máximo de rendimento e economia, em função do volume de terra a remover e das dimensões, natureza e topografia do terreno.

Se houver interferência com galerias, tubulações ou outras instalações existentes, a CONTRATADA executará o escoramento e sustentação das mesmas.

Caso haja qualquer dano nas interferências supracitadas, todas as despesas decorrentes dos reparos correrão por conta da CONTRATADA, desde que caracterizada a responsabilidade da mesma.

Na eventualidade de ser encontrado, em qualquer trecho e na profundidade de assentamento de estruturas de concreto, solo com características impróprias e que a juízo da FISCALIZAÇÃO possa dar lugar a futuras lesões, serão executadas, por conta da CONTRATADA e a mando da FISCALIZAÇÃO, sondagens suplementares e ensaios que permitam estudar e projetar a solução tecnicamente mais conveniente para construção da obra no trecho em questão (determinação da natureza e extensão das camadas inferiores do solo, do recalque admissível, da curva das pressões, do módulo de elasticidade e da carga de ruptura do terreno em exame).

Se no decorrer da escavação for atingido terreno rochoso, este será desmontado a fogo se apresentar sob a forma maciça e contínua ou simplesmente retirado, se constituído por matacões até 0,5 m<sup>3</sup>. A autorização do órgão competente para transporte e uso dos explosivos deverá ser encaminhada a FISCALIZAÇÃO antes do início das detonações.

Os solos escavados se forem de boa qualidade, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão aproveitados para construção de aterros. Em caso contrário esses materiais deverão ser transportados para bota-foras indicados pela FISCALIZAÇÃO.

No caso de os materiais serem de natureza diversa, serão distribuídos em montes separados.

Os materiais não aproveitáveis serão transportados pela CONTRATADA e levados a bota-fora em local escolhido pela FISCALIZAÇÃO. No bota-fora, entende-se que o material será espalhado a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### **1.4.2. Escavação em Solo**

Classifica-se como escavação em solo aquela executada em terreno constituído de terra em geral, piçarra, argila, areia rochas em adiantado estado de decomposição (pouco compactas), seixos rolados ou não (diâmetro máximo de 15 cm), matacões (volume menor ou igual a 0,50m<sup>3</sup>) e em geral todo o material possível de execução manual ou mecânica, qualquer que seja o teor da umidade.

#### **1.4.3. Escavação Submersa**

Classifica-se como escavação submersa toda aquela realizada por dragas, jatos de ar, *drag-line* ou *clan-shell*, inclusive a remoção de tocos e matacões (volume menor ou igual a 0,50m<sup>3</sup>).

#### **1.4.4. Escavação de Valas**

A escavação de valas deverá respeitar a NBR 12266/1992 “Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana”, e as especificações anteriormente citadas para Escavação em Geral.

Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados aos tipos de escavação. Nas valas de profundidade até 4,00 m, com escavação mecânica serão utilizadas retroescavadeiras, podendo ser usada escavação manual no acerto final da vala. A escavação mecânica de valas de profundidade além de 4,00 m deverá se feita com escavadeira hidráulica. Se a CONTRATADA não dispuser de tal equipamento, a FISCALIZAÇÃO poderá permitir o uso de retroescavadeira. Neste caso, a eventual necessidade de rebaixamento do terreno para se atingir a profundidade

desejada não será remunerada pela CONTRATANTE. Os serviços serão considerados como se fossem executados de maneira normal e de acordo com as larguras especificadas.

Ao iniciar a escavação, a CONTRATADA deverá ter feito pesquisa de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, postes ou outros elementos e ou estruturas existentes que estejam na área atingida pela escavação ou próximos a esta.

Se a escavação interferir nas galerias ou tubulações, a CONTRATADA executará o escoramento e a sustentação destas.

A CONTRATADA deverá manter livres as grelhas, tampões e bocas-de-lobo das redes dos serviços públicos, junto às valas, não devendo aqueles componentes serem danificados ou entupidos.

Mesmo autorizada a escavação, todos os danos causados a propriedades bem como a danificação ou remoção de pavimentos além das larguras especificadas, serão de responsabilidade da CONTRATADA.

#### **1.4.4.1. Largura e Profundidade da Vala**

A profundidade mínima das valas será determinada de modo que o recobrimento das tubulações atenda as seguintes condições:

- O limite mínimo para o recobrimento será de 0,50 m ou 0,70 m, conforme se faça o assentamento sob o passeio ou sob o leito da rua.
- Esses limites serão aumentados para 0,70 m ou 0,90 m quando se tratar de trechos em ruas com tráfego pesado.

Só serão permitidas valas sem escoramento para profundidade de até 1,30 m.

A profundidade e a largura da vala serão especificadas em projeto.

#### **1.4.4.2. Regularização do Fundo da Vala**

Quando a escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no projeto, serão feitas a regularização e a limpeza do fundo da vala. Caso ocorra a presença de água, a escavação deverá ser ampliada para conter o lastro.

Essas operações só poderão ser executadas coma vala seca ou com a água do lençol freático totalmente deslocada para drenos laterais junto ao escoramento.

#### **1.4.4.3. Greide Final da Escavação**

Quando o "greide" final da escavação estiver situado dentro de terreno cuja pressão admissível não seja suficiente para servir como fundação direta, a escavação deverá continuar até uma profundidade apta a comportar um colchão de pedra britada nº 3 (três) ou outro material granular, devidamente compactado até profundidade a ser indicada pela FISCALIZAÇÃO.

#### **1.4.5. Apiloamento do Solo Natural e Lançamento de Brita**

O fundo de vala deverá ser perfeitamente regularizado e apiloado.

Qualquer excesso de escavações ou depressão, no fundo das valas, deverá ser preenchido com areia, pó de pedra ou outro material de boa qualidade, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Antes da aplicação do concreto, deverá ser lançada uma camada de 10 cm de brita.

#### **1.4.6. Exploração de Jazidas**

No caso de haver necessidade de exploração de jazidas de solo para aterro, ou de jazidas de rocha para enrocamentos, deverão ser observadas as prescrições que se seguem:

##### **a) Escavação de Jazidas de Solo**

A exploração de áreas de empréstimo deverá ser precedida de projeto completo, incluindo estradas de serviço e frentes de escavação.

Os taludes das frentes de escavação deverão ter inclinação adequada para se manterem estáveis, bem como as alturas das bancadas deverão obedecer a limite seguro.

Toda a superfície de escavação deverá ser o mais regular possível e provida de inclinações suficientes para se assegurar o escoamento de águas pluviais ou surgentes.

Os materiais ocorrentes nos cortes serão classificados quanto à dificuldade de escavação, em conformidade com as seguintes definições:

##### **- materiais de 1ª categoria**

Compreendem solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 cm, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

##### **- materiais de 2ª categoria**

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior ao da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamentos de escarificação de grande porte e, eventualmente, o uso de explosivos.

Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha de volume inferior a 2,0m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15m e 1,00m.

##### **- materiais de 3ª categoria**

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente ao da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00m ou de volume maior ou igual a 2,00 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

O Plano de exploração deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

## **b) Escavação de jazidas de Rocha**

Para a obtenção de material rochoso a CONTRATADA, a seu critério, poderá utilizar materiais de pedreiras comerciais.

Caso a CONTRATADA venha a adquirir ou explorar jazida em operação própria, deverá seguir estritamente as normas e regulamentações do Ministério do Exército e demais requisitos de escavação a fogo, ficando sob sua inteira responsabilidade as necessárias providências administrativas cabíveis. A CONTRATADA ainda arcará com a responsabilidade civil por danos causados a terceiros em decorrência dessa exploração.

O projeto de exploração, incluindo investigações e prospecções geotecnológicas, planos de fogo, sistemas de estocagem e transporte dos materiais, também estará sob o encargo da CONTRATADA.

## **c) Recomposição das Áreas Exploradas para Empréstimo**

Depois de terminado o trabalho e a menos que ordenado de outra forma pela FISCALIZAÇÃO, todas as áreas de trabalho e as áreas de empréstimo usadas pela CONTRATADA deverão ser regularizadas de maneira a seguir a aparência natural da paisagem de acordo com disposto em projeto ou recomendado pela CONTRATANTE. As áreas onde haja ocorrido destruição, mutilação, danos ou desfigurações, resultantes das operações da Contratada, devem ser reintegradas à paisagem local, sendo reparadas, replantadas e semeadas ou por qualquer forma corrigidas.

Deverão ser executados os serviços finais e permanentes de tratamento superficial com plantio de vegetação rasteira e outros de porte e espécies seguindo a tipificação local, a serem fornecidos pela CONTRATADA.

Deverão também seguidas curvas de nível para o plantio da vegetação de porte e para valetamento de controle de erosão.

### **1.4.7. Escavação em Rocha Dura com Explosivos**

Classifica-se como escavação em rocha dura o material altamente coesivo, constituído de todos os tipos de rocha são como granito, basalto, gnaiss, matacão de volume maior ou igual a 0,5 m<sup>3</sup>, etc.

#### **a) Desmonte a Fogo**

O desmonte a fogo será executado em bancadas ou por altura total, com perfurações verticais ou inclinadas, de conformidade com a natureza da rocha e com todas as precauções de segurança. Os planos de fogo deverão ser obrigatoriamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Em cada plano de fogo a CONTRATADA indicará as profundidades, os espaçamentos e as disposições dos furos para o desmonte, assim como as cargas e tipos de explosivos, ligações elétricas das espoletas com cálculo da resistência total do circuito e método de detonação, especificando as características da fonte de energia, ou ligações de cordel com retardadores, especificando tipo e método de ligação, exigindo-se que a pré-qualificação do “Cabo de Fogo” seja entregue à FISCALIZAÇÃO.

Antes ou durante a execução das escavações poderá a FISCALIZAÇÃO requerer, à CONTRATADA, testes com explosivos, visando verificar planos de fogo. Tais testes deverão realizados dentro dos limites estabelecidos para a escavação.

Medições sísmicas poderão ser realizadas pela FISCALIZAÇÃO, devendo a CONTRATADA colaborar para a sua execução. Os resultados obtidos serão analisados pela FISCALIZAÇÃO, que em função deles poderá requerer à CONTRATADA a alteração dos planos de fogo propostos.

A aprovação pela FISCALIZAÇÃO de um plano de fogo não exime a CONTRATADA de qualquer uma de suas responsabilidades.

Sempre que, de acordo com a indicação do projeto ou por determinação da FISCALIZAÇÃO, for necessário preservar a estabilidade e resistência inerentes aos parâmetros de taludes escavados em rocha, estes deverão ser conformados, utilizando-se: pré-fissuramento (detonação controlada do perímetro realizada antes da escavação), fogo cuidadoso - cushion blasting (escavação controlada a fogo de perímetro realizada simultaneamente com a escavação) ou perfuração em linha. O diâmetro dos furos e a técnica de detonação a ser utilizada ficarão à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O escoramento, no decorrer dos trabalhos de desmonte a fogo, deverá ser permanentemente inspecionado pela CONTRATADA e reparado logo após a ocorrência de qualquer dano.

A autorização do órgão competente para transporte e uso dos explosivos deverá encaminhada à FISCALIZAÇÃO, antes do início das detonações.

A CONTRATADA arcará com a responsabilidade civil por danos causados a terceiros em decorrência desse serviço.

#### **1.4.8. Escavação em Rocha Branda ou Moledo a Frio**

Classifica-se como escavação em rocha branda ou moledo o material com agregação natural de grãos minerais, ligados mediante forças coesivas apresentando grande resistência à escavação, constituídos de arenitos compactos, rocha em adiantado estado de decomposição, rocha alterada, folhetos com ocorrência contínua. Escavação com rompedores, picaretas, alavancas, cunhas, ponteiros, talhadeiras e eventual uso de escarificador.

##### **a) Desmonte a frio**

Quando, pela proximidade de prédios e seus complementos, logradouros, serviços de utilização pública ou por circunstâncias outras, a critério da FISCALIZAÇÃO, for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos para o desmonte a fogo, será feito o desmonte a frio, empregando-se o processo mecânico (rompedor), manual, o processo químico ou pneumático (cunha metálica).

#### **1.4.9. Aterros**

##### **1.4.9.1. Generalidades**

Os aterros referem-se a todo material de boa qualidade, proveniente de cortes, empréstimos ou jazidas externas, em obediência a estas Especificações.

A execução dos aterros compreende, basicamente, as seguintes operações: descarga, espalhamento, umedecimento ou aeração e compactação dos materiais oriundos de cortes ou de empréstimos, desde o terreno limpo, até a cota final dos maciços.

#### **1.4.9.2. Materiais**

De maneira geral os solos que deverão constituir o maciço deverão se situar entre os de melhor qualidade, provenientes de cortes ou empréstimos.

Não deverão ser aceitos solos saturados, plásticos ou que apresentem em sua constituição vestígios orgânicos ou outros materiais considerados inadequados.

#### **1.4.9.3. Equipamentos**

Para a execução dos aterros, os equipamentos de compactação deverão ser compatíveis com as exigências técnicas destas Especificações. Poderão ser empregados tratores de lâmina escavo-transportadores, caminhões basculantes, motoniveladoras, rolos compactadores, pneumáticos ou pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios e, compactadores manuais.

#### **1.4.9.4. Execução dos Aterros**

A seguir estão descritos os procedimentos básicos a serem adotados na execução dos aterros.

#### **1.4.9.5. Preparo das Camadas de Aterro**

O tratamento da superfície das camadas deverá garantir a solidarização entre os solos das diversas camadas do aterro compactado.

Toda água, de qualquer, natureza, tal como de mananciais, de infiltração de chuvas etc, existente nas áreas de fundação, deverá ser convenientemente isolada, drenada e conduzida para fora da área em questão, de maneira a minimizar a sua interferência no preparo de fundação e no lançamento das camadas iniciais.

O aterro deverá ser executado estritamente segundo as inclinações de taludes, dimensões e cotas indicadas em projeto.

#### **1.4.9.6. Lançamento de Solos**

A colocação de material no aterro será iniciada após a liberação pela Fiscalização da camada anterior de aterro já executada, mediante resultados de ensaios de verificação.

Durante o lançamento deve ser evitada a formação de lentes, bolsões e camadas de material constatadamente diferente do material em utilização.

#### **1.4.9.7. Espalhamento em camadas**

Após o lançamento, os materiais serão espalhados com trator com lâmina ou motoniveladora, em camadas horizontais.

Deverão ser estabelecidas, de acordo com as características dos materiais em utilização, as espessuras máximas de cada camada, não se devendo ultrapassar a espessura de 0,25m de material lançado.

No caso de utilização de compactadores manuais, (por exemplo, junto a estruturas), a espessura da camada será no máximo de 0,10m, devendo ser estabelecida a mínima cobertura com esse tipo de compactador. Será requerida necessariamente inspeção visual cuidadosa por parte da Fiscalização, com ensaios de campo para verificação da eficiência desta compactação.

Durante o lançamento e espalhamento a Executante deverá manter equipe de serventes necessária para remoção de eventuais raízes, detritos e outros materiais que impeçam a perfeita compactação dos solos.

#### **1.4.9.8. Compactação**

Os materiais em cada camada de aterro deverão ser compactados até atingir um grau de compactação mínimo de 97% com relação ao peso específico máximo do ensaio Proctor Normal, com umidade de compactação variando entre -2% e +2% em relação à umidade ótima do ensaio acima.

Caso o teor de umidade não satisfaça aos limites estabelecidos, o mesmo deverá ser corrigido até se atingir os valores especificados. Se a umidade do solo estiver abaixo da  $-2\%$  o mesmo deverá ser umedecido utilizando-se caminhão provido de barra aspersora. Se estiver acima da  $+2\%$  o solo deverá ser aerado utilizando-se grade de disco e homogeneizado até atingir a umidade especificada.

Após a correção da umidade e homogeneização do solo lançado será realizada a compactação da camada através de rolos compactadores, devendo-se produzir cobertura total e uniforme, distribuída em toda a área, com um número de passadas adequado. Este número pode ser estabelecido, anteriormente, numa pista experimental.

A velocidade de deslocamento do rolo compactador deverá ser da ordem de 5 km/h, podendo aumentar-se esta velocidade desde que não haja prejuízo na obtenção do grau de compactação especificado.

Todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação serão compactadas mediante a utilização de equipamento adequado tais como placas vibratórias, sapos mecânicos etc. A execução será em camadas, nas mesmas condições de peso específico aparente seco e umidade descritos para o aterro acima e com espessura adequada ao equipamento utilizado.

Durante a construção, os serviços já executados deverão ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial.

Todos os serviços de compactação dos aterros deverão ser executados sempre ao longo dos eixos dos maciços.

#### **1.4.9.9. Aterro e Recobrimento Especial de Valas, Poços e Cavas**

O aterro das valas será processado após a realização dos testes de estanqueidade e até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais. Deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e tubulação e bom acabamento da superfície.

O aterro deverá também ser desenvolvido em paralelo com a remoção de escoramentos.

A rotina de trabalho de compactação será fixada por instrução de campo, emitida oportunamente pela FISCALIZAÇÃO. Não será permitida a compactação de valas, cavas e poços com pneus de retroescavadeiras, caminhões, etc.

No caso de o material proveniente da escavação não se prestar para execução do aterro, deverá ser utilizado material adequado, importado do empréstimo.

Nas valas sob leito carroçável, o aterro deverá ser executado e controlado com Proctor Normal ou compacidade relativa, dependendo do material utilizado.

Após a execução do aterro, todo material proveniente da escavação que não houver sido utilizado deverá ser removido ao bota-fora.

De qualquer forma, os serviços de aterro só poderão ser iniciados após autorização e de acordo com indicação da FISCALIZAÇÃO.

#### **1.4.9.10. Aterro de Vala Sob Passeio**

O espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz superior, acrescida de 20 cm, deverá ser preenchida com aterro isento de pedras e corpos estranhos, compactados com soquetes manuais, em camadas não superiores a 20 cm.

O restante do aterro deverá ser executado de maneira que resulte densidade aproximadamente igual a do solo que se apresenta nas paredes das valas, utilizando-se de preferência o mesmo tipo de solo isento de corpos estranhos.

#### **1.4.9.11. Aterro de Vala Sob Via Carroçável**

Para tubulações assentadas sob via carroçável, cuja vala deva ser recomposta com solos coesivos, o espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz externa superior, acrescida de altura indicada pela FISCALIZAÇÃO, deve ser preenchido com aterro compactado com soquetes manuais, em camadas não superiores a 20 cm e para o restante do aterro deverá ser feita compactação mecânica a 95% do Proctor Normal, com desvio de umidade de mais ou menos 2%.

O material do aterro deverá ser isento de pedras e corpos estranhos e poderá ser proveniente da própria escavação ou importado, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A compactação mecânica a 95% do Proctor Normal (Método Brasileiro NBR-7122 da ABNT) deverá ser executada com equipamentos apropriados, devendo sua execução ser autorizada pela

Fiscalização, que providenciará ensaios para determinação do grau de compactação e desvio de umidade.

Caso o resultado dos ensaios venha a apresentar valores inferiores aos especificados, os serviços deverão ser refeitos, sem ônus para a CONTRATANTE, devendo da mesma forma, serem feitos os serviços de reposição de pavimentação, seja de paralelepípedo, seja de asfalto, tantas vezes quantas forem necessárias, caso ocorram arriamentos.

#### **1.4.9.12. Aterro Junto à Estrutura de Concreto**

Só poderá ser iniciado o aterro junto às estruturas de concreto, depois de decorrido o prazo necessário ao desenvolvimento da resistência do concreto estrutural.

O aterro deverá ser executado com o solo isento de pedras, madeira, detritos ou outros materiais que possam danificar as instalações, equipamentos ou qualquer outro elemento no interior da vala.

O material de aterro será proveniente da própria escavação ou importado, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A compactação do material de cada camada de aterro deverá ser feita até se obter uma densidade aparente seca, não inferior a 95% da densidade máxima, e desvio de umidade de mais ou menos 2%, determinada nos ensaios de compactação, em conformidade com a NBR-7122.

#### **1.4.9.13. Regularização Mecanizada de Áreas**

É um processo de adensamento de solos, através da redução do índice de vazios, para melhorar seu comportamento relativo à capacidade de suporte, variação volumétrica e impermeabilidade.

A sequência normal dos serviços deverá atender os itens abaixo:

- Lançamento e espalhamento do material, procurando-se obter aproximadamente a espessura especificada para o tipo de equipamento;
- Regularização da camada de modo que a sua espessura seja 20% a 25% maior do que a altura final da camada, após a compactação;
- Homogeneização da camada pela remoção ou fragmentação de torrões secos, material conglomerado, blocos ou matacões de rocha alterada etc.
- Determinação expedita da umidade do solo, para definir a necessidade ou não de aeração ou umedecimento do solo;
- Compactação ou rolagem, utilizando-se equipamento adequado, com o número de passadas suficientes para se atingir, em toda a camada, o grau de compactação desejado.

Os materiais empregados normalmente serão os do próprio terreno, sendo que no caso de substituição ou adição de material, estes serão provenientes das jazidas aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

As obras de grande porte deverão necessariamente ter o acompanhamento de controle tecnológico da CONTRATANTE, ou empresa por ela indicada.

#### **1.4.10. Execução de Maciços de Terra**

A seguir, são estabelecidas as recomendações a serem observadas na execução de maciços de terra.

Os serviços descritos deverão ser executados com a melhor técnica, obedecendo sempre às Especificações aqui contidas, às Normas, Especificações e métodos de Ensaio da ABNT, independentemente de citação expressa, ou outras normas indicadas, de acordo com os preceitos fornecidos ou exigidos pela FISCALIZAÇÃO.

Além das recomendações observadas a seguir, devem ser respeitadas também as recomendações do item 1.4.9 Aterros.

##### **1.4.10.1. Preparo do Terreno de Fundação dos Maciços**

Antes de se iniciar a construção dos maciços, a superfície do terreno natural que servirá de base para os mesmos, deverá sofrer uma série de cuidados no sentido de se garantir uma perfeita ligação entre os maciços e respectivas fundações.

De uma maneira geral, as fundações dos maciços deverão ser convenientemente preparadas pela CONTRATADA através dos processos de:

- Limpeza;
- Raspagem;
- Escavação;
- Escarificação;
- Umedecimento, se necessário.

##### **1.4.10.2. Limpeza**

Nos trechos de implantação dos maciços, onde existe vegetação, serão executadas as operações de limpeza com vistas à remoção de vegetação, arbustos, galhos, troncos, raízes e todas as matérias que, por sua natureza, impeçam ou prejudiquem, a critério da FISCALIZAÇÃO, o desempenho normal das tarefas de construção.

As operações de limpeza acima poderão ser executadas manual ou mecanicamente. Entretanto, estas operações deverão se efetuar, invariavelmente, antes dos trabalhos de construção, com a necessária antecedência para não retardar o desenvolvimento normal destes.

Todos os materiais provenientes da limpeza da área deverão ser conduzidos a bota-fora ou a locais escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, de maneira a não interferir nos trabalhos de construção a serem executados posteriormente.

Caso haja interesse na queima desses materiais deverão ser tomadas às precauções necessárias para se evitar a propagação do fogo.

#### **1.4.10.3. Raspagem**

Os trabalhos de raspagem consistirão de remoção da camada superficial do terreno, numa espessura suficiente para eliminar terra vegetal, matéria orgânica e demais materiais indesejáveis, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A raspagem será considerada até um limite máximo de 50 cm abaixo da superfície do terreno.

#### **1.4.10.4. Escarificação**

As superfícies ressecadas que receberão o aterro deverão ser inicialmente escarificadas.

O solo solto deverá ser homogeneizado e ter a sua umidade corrigida.

#### **1.4.10.5. Equipamentos**

A escavação dos cortes será realizada mediante a utilização racional de equipamento adequado que possibilite a execução dos serviços sob condições e produtividade específicas.

No corte em solo serão empregados tratores equipados com lâmina, caminhões, pás-carregadeiras e retroescavadeiras. A operação incluirá a utilização de tratores e motoniveladoras para a escarificação e manutenção de áreas de trabalho, além de tratores para atuarem em bota-foras.

#### **1.4.10.6. Execução**

A escavação de cortes subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos à CONTRATADA, em conformidade com o projeto.

A escavação será precedida de execução de serviços preliminares, quando se tratar de cortes com aproveitamento de material para aterro. Em caso contrário, a camada vegetal e vegetação de pequeno porte serão removidas junto com o material escavado.

O desenvolvimento da escavação processar-se-á mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição, dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados, para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas no corte, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Caberá à FISCALIZAÇÃO fazer o Controle Tecnológico do material escavado para, mediante os resultados obtidos, orientar a CONTRATADA sobre a destinação do mesmo.

Atendido o projeto em perfil longitudinal e seção transversal e, desde que técnica e economicamente viável, as massas em excesso que resultariam em bota-fora, poderão ser integradas aos aterros, constituindo alargamento de plataformas ou abrandamento de taludes, quando possível. A referida operação deverá ser executada desde a etapa inicial da construção do aterro, a critério da FISCALIZAÇÃO.

As massas excedentes que não se destinarem ao fim indicado no parágrafo anterior serão objeto de remoção, de modo a não constituírem ameaça à estabilidade de platôs e nem prejudicarem o aspecto paisagístico da região.

Os taludes dos cortes deverão apresentar, após terraplenagem, a inclinação indicada em projeto.

Os taludes deverão apresentar superfície regular, desempenada, obtida pela utilização de equipamento de escarificação.

Nos pontos de passagem de corte para aterro deverá proceder-se à escavação escalonada, até a profundidade necessária, objetivando a perfeita solidarização entre ambas, evitando-se a ocorrência de eventuais comportamentos diferenciados.

As valetas de proteção de cortes serão obrigatoriamente executadas e revestidas, independentemente das demais obras de proteção projetadas.

#### **1.4.11. Controle e Ensaio**

##### **1.4.11.1. Controle de Compactação**

O controle de compactação será feito pela Fiscalização através de acompanhamento permanente e inspeção visual das diversas operações de escavação, lançamento, umedecimento, homogeneização e compactação, bem como da execução de ensaios de controle de laboratório.

Posteriormente à compactação serão executados os ensaios de controle. No caso destes ensaios fornecerem valores inaceitáveis de compactação e teores de umidade, a camada deverá ser escarificada, gradeada, ter a umidade corrigida e ser novamente compactada.

Os limites e tolerâncias especificados aplicam-se à camada em toda a sua espessura e, em se verificando que as operações executadas não são suficientes em profundidade, será exigida a recompactação ou correção do teor de umidade.

Estando correto o teor de umidade do material, caso não seja atingido o grau de compactação, será feita a recompactação da camada. Para a recompactação será aplicado um mínimo de 3 passadas adicionais quando usado rolo pé-de-carneiro ou 2 passadas quando utilizado o rolo pneumático.

Deverá ser evitado excesso de compactação que possa formar laminação das camadas.

Quando da definição da espessura da camada e do número de passadas do equipamento compactador, deverá se certificar de que não haja excesso de compactação com formação de laminação.

##### **1.4.11.2. Controle Tecnológico**

Caberá à Fiscalização realizar o controle tecnológico, que constará da execução de ensaios de verificação, conforme se descreve a seguir:

- Um ensaio de compactação Proctor Normal para cada 1.000m<sup>3</sup> de um mesmo material do corpo do aterro;

- Um ensaio para determinação do peso específico aparente seco “in situ”, para cada 1.000m<sup>3</sup> de material compactado, correspondente ao ensaio de compactação referido acima, com um mínimo de duas determinações, por camada, por dia;
- Um ensaio de granulometria, um de limite de liquidez e um de limite de plasticidade, para todo grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação acima.

#### **1.4.11.3. Observações Finais**

Durante a execução dos serviços, a Executante deverá tomar todas as providências no sentido de evitar acidentes, respeitando rigorosamente as normas de engenharia de segurança e as determinações da FISCALIZAÇÃO.

Os controles e ensaios de compactação serão feitos baseando-se nos critérios estabelecidos pelo método NBR-7122, e conforme determinação da FISCALIZAÇÃO.

Métodos expeditos poderão ser usados para o controle de umidade no campo, permitindo o avanço da obra.

A aceitação desses métodos ficará na dependência da confirmação por laboratório, sendo o serviço recusado nos casos em que se verifiquem discrepâncias maiores do que 2%.

Entre os métodos expeditos a serem utilizados, indicam-se: frigideiras, álcool e “speedy”.

#### **1.4.12. Carga, Transporte e Descarga**

A escolha do equipamento para carregamento, transporte e descarga dos materiais escavados, em bota-fora ou em outra área indicada pela FISCALIZAÇÃO, ficará a critério da CONTRATADA e terá sido definido no plano de escavação.

Durante a execução dos serviços poderá a FISCALIZAÇÃO exigir a remoção e/ou substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção indicado no plano de escavação, ou seja, por qualquer motivo insatisfatório.

Na medida do possível será sempre programado o uso do material resultante das escavações, imediatamente após sua remoção. Caso não seja isto possível, deverá a CONTRATADA preparar um local para estocá-los, conforme indicações da FISCALIZAÇÃO.

As pilhas de estoque deverão ser localizadas de maneira que necessitem um mínimo de transporte para os lugares onde os materiais serão aproveitados, sem interferir, porém, com o andamento da obra. O equipamento de transporte, os caminhos e distâncias de transporte e forma de carregamento devem ser estudados pela CONTRATADA e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A acumulação nos estoques será feita por métodos que evitem a segregação de materiais ou sua contaminação, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Somente quando aprovado pela FISCALIZAÇÃO materiais escavadas em áreas diferentes, que tenham características idênticas, a seu critério, poderão ser estocados na mesma pilha.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrar material nos estoques, a critério da FISCALIZAÇÃO, estes depósitos serão tratados como bota-fora, ou então serão as sobras levadas pela CONTRATADA para os bota-foras já existentes.

Os materiais resultantes das escavações, inadequados para uso nas obras, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão depositados em bota-fora.

A CONTRATADA deverá apresentar, com a devida antecedência para aprovação da FISCALIZAÇÃO, um plano delimitando as áreas, definindo os caminhos e distâncias de transporte, fixando taludes e volumes a serem depositados. Essas áreas serão escolhidas de maneira a não interferir com a construção e operação da obra e nem prejudicar sua aparência estética, se adaptando a forma e altura dos depósitos, tanto quanto possível ao terreno adjacente.

A CONTRATADA tomará todas as precauções necessárias para que o material em bota-fora não venha a causar danos às áreas e/ou obras circunvizinhas, por deslizamentos, erosão, etc. Para tanto, deverá a CONTRATADA manter as áreas convenientemente drenadas, a qualquer tempo, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Na conclusão dos trabalhos as superfícies deverão apresentar bom aspecto, estar limpas, convenientemente drenadas e em boa ordem.

Por instrução da FISCALIZAÇÃO, os materiais em bota-fora poderão ser usados a qualquer momento.

A CONTRATADA poderá, outrossim, usar o material das escavações depositado em bota-fora, para seus próprios serviços no interior da obra, com previa autorização da FISCALIZAÇÃO.

## **1.5. ESCORAMENTOS**

### **1.5.1. Escoramento de Valas**

Será utilizado escoramento sempre que as paredes laterais de cavas, poços e valas forem constituídas de solo possível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços.

Será obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,30 m (Portaria nº 17, do Ministério do Trabalho, de 07/07/1983).

Os tipos de escoramento utilizados serão especificados em projeto e na falta destes serão determinados pela FISCALIZAÇÃO.

#### **a) Pontaleteamento**

A superfície lateral da vala será contida por tábuas verticais de peroba de 0,027 X 0,30 m, espaçadas de 1,35 m, travadas horizontalmente por estroncas de eucalipto, diâmetro de 0,20 m, distanciadas verticalmente de 1,00 m.

#### **b) Escoramento Descontínuo**

A superfície lateral da vala será contida por pranchas de peroba de 0,027 X 0,3 m espaçadas de 0,30 m no máximo, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 0,06 X 0,16 m, em toda sua extensão, e estroncas de eucalipto de 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40m.

#### **c) Escoramento Contínuo**

A superfície lateral da vala será contida por pranchas de peroba de 0,027 X 0,30 m, encostadas umas às outras, travadas horizontalmente, por longarinas de peroba de 0,06 X 0,16 m, em toda sua extensão e estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40 m.

#### **d) Escoramento Especial**

A superfície lateral da vala será contida por pranchas de peroba de 0,06 X 0,16 m, do tipo macho e fêmea, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 0,08 X 0,18 m em toda sua extensão e estroncas de eucalipto de diâmetro 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades da longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00 m.

#### **e) Escoramento Metálico-Madeira**

Este tipo de escoramento é composto de perfis metálicos e pranchas de madeira com quadros de longarinas e estroncas metálicas.

Na cravação dos perfis, não sendo encontrados matacões, rocha ou qualquer outro elemento impenetrável, a ficha será a do Projeto. Havendo obstáculos e o perfil cravado não tendo ficha suficiente, é obrigatório o uso de estroncas adicional, cuja cota deverá estar marcada no topo do perfil, antes de ser iniciada a escavação.

Se o solo apresentar camadas moles e rígidas, alternadamente, a montagem do escoramento poderá ser feita através de estroncas provisórias, para possibilitar a escarificação do material por equipamento interno à vala (trator de esteiras). A extensão de vala escorada com estroncas provisórias não deverá ter mais que 40 m. A remoção das estroncas provisórias será feita imediatamente após a colocação das estroncas definitivas. Os trabalhos de substituição deverão ser contínuos.

#### **f) Cuidados Especiais**

Todo cuidado deve ser tomado na colocação das estroncas para que as mesmas fiquem perpendiculares aos planos do escoramento.

Para se evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado será colocado a uma distância da vala equivalente ao mínimo, à sua profundidade.

Para se evitar a percolação de água pluvial para dentro da vala, a CONTRATADA deverá:

- No aparecimento de trincas laterais à vala, providenciar a vedação das mesmas e a impermeabilização da área com asfalto;
- Vistorias junto às sarjetas se não está ocorrendo penetração de água. Em caso positivo, vedar com asfalto.

Sempre que forem encontrados distribuidores de água no eixo da vala, os mesmos deverão ser escorados com pontaletes junto às bolsas, no máximo de dois em dois metros, antes do aterro da vala.

### **g) Retirada do Escoramento**

O plano de retirada das peças deverá ser objeto de programa previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A remoção da cortina de madeira deverá ser executada à medida que avance o aterro e compactação, com a retirada progressiva das cunhas.

Atingindo o nível inferior da última camada de estroncas, serão afrouxadas e removidas as peças de contraventamento (estroncas e longarinas), bem como os elementos auxiliares de fixação, tais como cunhas, consolos e travamentos; da mesma forma, e sucessivamente, serão retiradas as demais camadas de contraventamento.

As estacas e elementos verticais de escoramento serão removidos com a utilização de dispositivos com o auxílio de guindastes, logo que o aterro atinja um nível suficiente, segundo estabelecido no plano de retirada.

Os furos deixados no terreno, pela retirada de montantes, pontaletes ou estacas, deverão ser preenchidos com areia e compactados por vibração ou por percolação de água.

## **1.6. ESGOTAMENTO**

### **1.6.1. Esgotamento por Bombas Submersíveis**

Quando houver necessidade de pequenos rebaixamentos ou quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra, dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo das cavas permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior das mesmas. O bombeamento deve prolongar-se até que seja procedido o reaterro.

Serão feitas, no fundo das cavas, valetas laterais fora da área de obras, para que a água seja coletada pelas bombas em pontos adequados. Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços dentro das referidas valetas. Para evitar erosão, recobrir-se-ão os crivos com brita. A critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser substituídas as valetas por drenos de tubos perfurados.

A água retirada deverá ser encaminhada para a galeria de águas pluviais ou vala mais próxima, por meio de calhas ou condutos, a fim de evitar o alagamento das superfícies vizinhas ao local de trabalho.

A CONTRATADA tem por obrigação prever e evitar irregularidade das operações de esgotamento, controlando e inspecionando o equipamento continuamente. Eventuais anomalias deverão ser eliminadas imediatamente.

### **1.6.2. Rebaixamento de Lençol Freático**

Os locais da implantação do sistema de rebaixamento do lençol freático deverão atender às indicações dos desenhos de projeto e instruções da Fiscalização.

Todas as escavações deverão ser mantidas secas através de sistema adequado de rebaixamento de lençol freático.

No caso de aplicação de rebaixamento de lençol freático por sistema de ponteiros a vácuo, a escavação abaixo do nível original do lençol só poderá ser executada após a comprovação do perfeito funcionamento e rendimento do sistema através de indicadores de nível.

Se o nível estático d'água situar-se a uma cota superior em mais de 1,00 m ao fundo da escavação, será feito o rebaixamento parcial do nível d'água até cerca de 1,00 m acima do fundo da escavação, mantendo-o seco com o auxílio também do bombeamento direto.

Nos casos em que a escavação for executada em solos arenosos ou siltosos, onde tais solos constituam a cota de fundo, somente será permitido o uso de rebaixamento do nível d'água através de ponteiros ou poços filtrantes, com eventual uso de vácuo.

A adoção do sistema de rebaixamento do lençol freático, com instalação montada dentro da escavação, somente será permitida se este não interferir nos trabalhos de execução das obras, nem prejudicar os serviços de reaterro. Este sistema de rebaixamento deve ser executado de maneira a poder funcionar com total eficiência até a execução das obras de reaterro acima da cota prevista.

As instalações de bombeamento para o rebaixamento do lençol, uma vez instaladas, funcionarão sem interrupção (24 horas por dia) até o término do serviço. Não será permitida a interrupção do funcionamento dos sistemas sob alegação de nenhum motivo, nem nos períodos noturnos ou de feriados, mesmo que nos respectivos intervalos de tempo nenhum outro serviço seja executado na obra.

Nos locais onde a obra estiver sendo mantida seca através do bombeamento ou rebaixamento do lençol freático, as operações de bombeamento cessarão gradativamente, de maneira que o nível piezométrico seja sempre mantido, pelo menos, meio metro abaixo da cota superior atingida pelo aterro.

Para evitar o deslocamento dos tubos pela subpressão das águas subterrâneas, as instalações de rebaixamento do nível destas somente poderão ser desligadas após o completo aterro das valas.

A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível e a manutenção, operação e guarda dos equipamentos serão de responsabilidade da Contratada.

### **1.6.3. Meia Cana de Concreto**

As meias cana de concreto pré-moldadas, destinadas a captar águas pluviais, serão executadas obedecendo às especificações correspondentes da ABNT.

As escavações deverão ser executadas de acordo com o alinhamento e as cotas constantes do projeto. O aterro, para atingir a cota de assentamento, deverá ser devidamente compactado em camadas de, no máximo, 20 cm. As dimensões das canaletas, seção e declividade, bem como sua localização, serão indicadas em projeto ou conforme orientação da fiscalização.

As peças pré-moldadas poderão ser do tipo macho e fêmea ou ponta e bolsa, rejuntadas com argamassa de cimento e areia traço 1:4, tomando-se o cuidado com o alinhamento, a declividade e com eliminar ressaltos nas juntas, que poderão se tornar pontos de acúmulo de material, prejudiciais ao escoamento das águas.

## **1.7. OBRAS DE CONTENÇÃO**

Entende-se por obras de contenção todas as estruturas que, implantadas em um talude oferecem resistência a sua movimentação e/ou ruptura.

As obras de contenção serão executadas, sempre que previstas no projeto ou a critério da FISCALIZAÇÃO, através do tipo mais adequado às necessidades locais de cada obra.

### **1.7.1. Proteção com Pedra de Mão sem Manta**

Consiste em pedras arrumadas manualmente, sendo que sua resistência resulta unicamente do imbricamento dessas pedras.

As pedras deverão possuir dimensões da ordem de 15 cm ou mais. Seus vazios poderão ser preenchidos com pedras menores, porém de forma a não serem arrastadas pela corrente de água. A finalidade principal é a contenção de taludes de pequena altura (até 1,50 m) proteção de margens e leitos de rios e taludes sujeitos a fortes erosões.

Eventualmente pode ser combinado com manta não-tecido de poliéster ou tela de arame.

### **1.7.2. Proteção com Pedra de Mão com Manta**

No caso de presença permanente ou não de água, deve-se colocar na superfície, com as pedras de mão, manta não-tecido de poliéster, impedindo assim a passagem dos finos através das pedras, mantendo-se as observações do item anterior.

## **1.8. GABIÕES**

### **1.8.1. Objetivo**

Esta especificação abrange os gabiões confeccionados com redes metálicas com dupla torção e malha de forma hexagonal, produzidas com fio de aço trefilado a frio, recozido e zincado e,

eventualmente, plastificado, usados em obras geotécnicas e hidráulicas.

### **1.8.2. Normas Complementares**

As seguintes normas complementam estas especificações:

- a) NBR-8964 Arame de aço baixo teor de carbono zincado para gabiões;
- b) NBR-7143 Plásticos - moldagem pôr compressão de corpos-de-prova de materiais termoplásticos - Procedimento;
- c) NBR-7452 Plásticos - atmosfera padrão para condicionamento e ensaio;
- d) NBR-7456 Material plástico - determinação da dureza Shore por meio de um durômetro - Método de ensaio;
- e) MB 1160 Determinação da massa específica de plásticos com o uso de picnômetro -Método de ensaio;
- f) MB 1163 Determinação de propriedades mecânicas das matérias plásticas - Método de ensaio;
- g) ASTM D 1203 Loss of plasticizer from plastics (activated carbon methods), test for;
- h) ASTM D 2287 Nonrigid vinyl chloride polymer and copolymer molding and extrusion compounds, specification for;

### **1.8.3. Definição**

Para efeito desta norma são adotadas as definições a seguir apresentadas.

#### **1.8.3.1. Rede**

Rede obtida pôr entrelaçamento dos fios à dupla torção, formando-se malha hexagonal e definida pela dimensão da malha e o diâmetro do fio galvanizado, mesmo no caso do fio revestido com PVC.

#### **1.8.3.2. Gabião**

É o elemento flexível, manufaturado com a rede definida em 3:1, que após montagem constitui cestos de forma prismática.

Existem três tipos básicos:

- Caixa
- Colchão ou manta
- Saco

#### **a) Caixa**

É a peça na forma de paralelepípedo constituída por pedaços de redes que formam: a base, as paredes verticais no sentido do comprimento e a tampa; eventualmente a tampa pode ser fornecida em separado.

As paredes verticais nas extremidades do comprimento da peça (testeiros) devem ser presas à tela de base, por processo mecânica de torção ou através de fio em espiral contínua, de forma a garantir a perfeita união e articulação entre as telas.

Normalmente a caixa é dividida em celas ao longo do comprimento pôr diafragmas colocados a cada metro e presos à peça principal através de fio em espiral contínua.

#### **b) Colchão ou manta**

É a peça de formato paralelepípedo de pequena altura constituída pôr pedaços de redes formando a base, as paredes verticais no sentido do comprimento e as extremidades.

O colchão é dividido em celas ao longo do comprimento pôr diagramas colocados a cada metro e presos à peça de base através de fio em espiral.

A tampa de tela é fornecida separadamente.

#### **c) Saco**

O saco é constituído de um único pano de forma retangular que, quando da montagem, é enrolado de modo a unir os lados maiores do retângulo, vindo este a assumir forma cilíndrica. Nas bordas livres das extremidades é passado alternadamente pelas malhas um fio de diâmetro maior que aquele usado na malha da tela, objetivando reforçar as extremidades e possibilitar, ao puxar-se os mesmos, que as extremidades sejam lançadas e a peça formada.

### **1.8.4. Condições Gerais**

#### **1.8.4.1. Forma de efetuar a encomenda**

Dos pedidos devem constar:

- Tipo;
- Dimensões dos gabiões;
- Dimensão da malha;
- Diâmetro do fio da malha;
- Presença ou não de diafragma, no caso da caixa;
- Revestimento, ou não, do fio com PVC.

#### **1.8.4.2. Embalagem**

Os gabiões são normalmente fornecidos em fardos, pesando no máximo 1.000 Kg convenientemente amarrados de modo a assegurar seu manuseio e transporte normais.

#### **1.8.4.3. Identificação**

Cada fardo deve ser adequadamente identificado.

#### **1.8.4.4. Envelhecimento**

Envelhecimento a 105°C por 240 horas, em estufa ventilada, de acordo com ASTM D 2287-78 e ASTM D 1203-67 (74). As variações máximas permitidas são as citadas na Tabela 3.

#### **1.8.4.5. Espessura média de revestimento de PVC**

A espessura média é obtida através da realização de 10 medidas de diâmetro sobre cada amostra com 10 cm de comprimento tendo 5 cm revestidos com PVC e os 5 cm restantes desencapados. Cinco medições são do diâmetro do fio galvanizado e 5 são do diâmetro do fio revestido. Com a média aritmética das medidas obtêm-se a espessura média dada pela expressão:

$$em = \frac{\phi E - \phi I}{2} > 0,40 \text{ mm}$$

Onde:

- em = espessura média do revestimento
- $\phi E$  = diâmetro do fio revestido
- $\phi I$  = diâmetro do fio galvanizado

As características dos arames deverão ser obtidas antes da plastificação.

### **1.8.5. Condições Específicas**

#### **1.8.5.1. Dimensões e tolerâncias**

##### **a) Da malha da rede**

A dimensão “D” da malha, relacionada na Tabela 1, se refere à distância entre duas torções paralelas da mesma malha e medida do interior de uma torção ao exterior da outra.

Tal medida é determinada calculando-se à média das medições “D”, retirada sobre dez malhas consecutivas e dispostas transversalmente na textura da rede.

##### **b) Do fio da malha**

O diâmetro do fio que compõe a malha está relacionado na tabela 1.

##### **c) Do fio da borda**

Os gabiões devem apresentar fio longitudinal da borda de diâmetro maior que o fio da malha, situado ao longo das bordas livres, no caso dos gabiões tipo caixa, colchão ou manta e as bordas laterais no caso dos gabiões tipo saco.

O diâmetro deste fio está relacionado na Tabela 1.

#### **d) Do fio espiral**

O fio espiral que prende os diafragmas e eventualmente os testeiros à base das caixas e colchões tem diâmetro como relacionado na Tabela 1.

#### **e) Do fio de amarração e atirantamento**

O fio de amarração e o atirantamento dos gabiões têm o diâmetro como relacionado na tabela 1.

#### **f) Do gabião**

As dimensões padrões dos gabiões estão indicadas na tabela 2.

Outras dimensões poderão ser fornecidas dependendo de acordo prévio entre o fabricante e o consumidor.

As tolerâncias nas dimensões são as abaixo relacionadas:

- Caixa - Admite-se uma tolerância no comprimento e na largura de  $\pm$  uma malha (D) no comprimento, largura e altura.
- Colchão ou Manta - Admite-se uma tolerância no comprimento e na largura de  $\pm$  uma malha (D) e na altura de  $\pm 2,5$  cm.
- Saco - Admite-se uma tolerância de  $\pm$  uma malha (D), tanto no comprimento da peça aberta, que deve ser 30 cm maior que o comprimento nominal (tabela 2), como no desenvolvimento lateral da peça que corresponde à largura do pano de tela.

#### **1.8.5.2. Revestimento protetor de PVC (policloreto de vinila)**

O revestimento protetor de PVC, quando solicitado, deve ser executado em todos os fios.

O revestimento em PVC deve ser de cor cinza com espessura não inferior a 0,40 mm, e deve ter as seguintes características iniciais:

- Peso específico: entre 1,30 e 1,35 kg/dm<sup>3</sup>, de acordo com a ASMT D 792-66 (79);
- Dureza: entre 50 e 60 shore D, de acordo com a ASTM D 2240-75 (ISO 868-1978) e NBR 7456;
- Perda por volatilidade; a 105°C por 24 horas não maior de 2% e a 105°C por 240 horas não maior de 6%, de acordo com a ASTM D 1203-67 (74) (ISO 176-1976) e a ASTM D 2287-78;

- Carga de ruptura: maior que 210 kg/cm<sup>2</sup> de acordo com a ASTM D 412-75;
- Alongamento: maior que 200% e menor que 280%, de acordo com a ASTM D 412/75;
- Módulo de elasticidade aos 100% do alongamento: maior que 190 kg/cm<sup>2</sup>, de acordo com a ASTM D 412-75;
- Abrasão: perda de peso menor que 190 mg, de acordo com a ASTM D 1242-56 (75);
- Temperatura de fragilidade: Cold Bend Temperature menor que -30°C, de acordo com a BSS 2782-104A (1970) e Cold Flex Temperature menor que +15°C, de acordo com a BSS 2782-104B (1976);
- Corrosão: a máxima penetração da corrosão na alma do arame, partindo pela extremidade de um corte nítido, deverá ser menor de 25 mm quando a amostra for imersa por 2.000 horas em uma solução com 50% de HCl (Ácido Clorídrico 12Be).

A amostra de PVC deverá ser submetida aos seguintes ensaios de envelhecimento acelerado:

- Salt Spray Test: 1.500 horas em névoa salina, de acordo com a ASTM B 117-73 (79);
- Accelerated Aging Test: 2.000 horas de envelhecimento acelerado com exposição aos raios ultravioleta, de acordo com a ASTM D 1499-54 (77) e ASTM G 23-69 (75) apparatus type E;
- Exposure at High Temperature: 240 horas a 105°C, de acordo com a ASTM D 1203-67 (74), (ISO 176-1976) e ASTM D 2287-78;

Depois de executar os ensaios de envelhecimento acelerado acima, a amostra deverá apresentar as seguintes características:

- Aparência: não mostrar rachaduras, descascamentos e bolhas de ar, também não apresentar notáveis variações de cor;
- Peso específico: variações não superiores a 6% do valor nominal;
- Dureza: variações não superiores a 109 do valor inicial;
- Carga de ruptura: variações não superiores a 25% do valor inicial;
- Alongamento: variações não superiores a 25% do valor inicial;
- Módulo de elasticidade: variações não superiores a 25% do valor inicial;
- Abrasão: variações não superiores a 10% do valor inicial;
- Temperatura de fragilidade: Cold Bend Temperature não superior a -20°C e Cold Flex Temperature não superior a +18°C.

## 1.8.6. Inspeção

### 1.8.6.1. Condições de inspeção

A inspeção deve abranger os seguintes itens:

- Inspeção visual do lote, no que se refere ao aspecto da rede dos gabiões, visando verificar defeitos grosseiros;
- Medição da malha;
- Medição do diâmetro dos fios da malha e da borda;
- Medição das dimensões das peças.

### 1.8.6.2. Amostragem

Uma peça a cada lote de 10 fardos ou fração será retirado como amostra pelo consumidor no local da obra.

As malhas escolhidas para medição devem estar afastadas das bordas de uma distância mínima de três vezes D.

## 1.8.7. Aceitação e Rejeição

O material será considerado aceito quando atender aos requisitos desta especificação.

Quando a amostra não satisfizer um requisito, retiram-se outras três amostras do mesmo lote e efetua-se nova inspeção do requisito não atendido; se houver atendimento em duas das três amostras, o lote poderá ser aceito, a critério da FISCALIZAÇÃO.

**Tabela 1**

| Malha            |                  | Fios           |                |                                |                |                |                                |
|------------------|------------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| Dimensão D<br>mm | Afastamento<br>% | Diâmetros      |                |                                | Afastamentos   |                |                                |
|                  |                  | Da malha<br>mm | Da borda<br>mm | Da espiral e<br>Amarração (mm) | Da malha<br>mm | Da borda<br>mm | Da espiral e<br>Amarração (mm) |
| 50               | 16               | 2,00           | 2,40           |                                |                |                |                                |
|                  | -4               | 2,20           | 2,70           | 2,00                           | (+/-0,05)      | (+/-0,06)      | (+/-0,05)                      |
| 60               |                  | 2,00           | 2,40           | 2,00                           |                |                |                                |
|                  | 16               | 2,20           | 2,70           | 2,20                           | (+/-0,05)      | (+/-0,06)      |                                |
|                  | -4               | 2,40           | 3,00           | 2,20                           |                |                |                                |
| 80               |                  | 2,70           | 3,40           | 2,20                           | (+/-0,06)      | (+/-0,07)      | (+/-0,05)                      |
|                  | 16               | 2,40           | 3,00           | 2,00                           |                |                |                                |
|                  |                  | 2,70           | 3,40           | 2,20                           | (+/-0,06)      | (+/-0,07)      | (+/-0,05)                      |
|                  | -4               | 3,00           | 3,90           | 2,40                           | (+/-0,07)      | (+/-0,08)      | (+/-0,06)                      |
| 100              |                  | 2,70           | 3,40           |                                | (+/-0,06)      | (+/-0,07)      |                                |
|                  | 16               | 3,00           | 3,90           | 2,40                           |                |                | (+/-0,06)                      |
|                  | -4               | 3,40           | 4,40           |                                | (+/-0,07)      | (+/-0,08)      |                                |

**Tabela 2**

| Caixa           |             |            | Colchão ou manta |             |            | Saco            |               |
|-----------------|-------------|------------|------------------|-------------|------------|-----------------|---------------|
| Comprimento (m) | largura (m) | Altura (m) | Comprimento (m)  | largura (m) | Altura (m) | Comprimento (m) | Diâmetro (mm) |
| 1,50            | 1,00        | 0,50       | 4,00             | 2,00        | 0,17       | 2,00            | 0,65          |
| 2,00            |             |            | 5,00             |             |            | 3,00            |               |
| 3,00            |             |            | 6,00             |             |            | 4,00            |               |
| 4,00            |             |            | 4,00             |             |            |                 |               |
| 1,50            |             | 1,00       | 5,00             |             | 0,23       |                 |               |
| 2,00            |             |            | 6,00             |             |            |                 |               |
| 3,00            |             |            | 4,00             |             | 0,30       |                 |               |
| 4,00            |             |            | 5,00             |             |            |                 |               |
|                 |             |            | 6,00             |             |            |                 |               |

**Tabela 3**

| Características       | Método de Ensaio | Valores iniciais              | Máximas variações após Envelhecimento |
|-----------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1- Peso Específico    | MB 1160          | 1,3 a 1,35 Kg/dm <sup>3</sup> | 6%                                    |
| 2- Dureza Shore D     | MBR 7456         | 50 a 60 Shore D               | 10%                                   |
| 3- Tensão de Ruptura  | MB 1163          | > 210 Kg/cm <sup>3</sup>      | 25%                                   |
| 4 Alongamento Ruptura | MB1163           | >250 %                        | 40%                                   |

## 1.8.8. Método Executivo

### 1.8.8.1. Material para enchimento

Deverá ser utilizado para enchimento dos gabiões material proveniente de rochas selecionadas com índice de desgaste à abrasão, segundo ensaio “Los Angeles”, menor ou igual a 40%.

As dimensões de material de enchimento deverão atender aquelas preconizadas no projeto em função da abertura das malhas dos gabiões não poderá ser utilizado em hipótese nenhuma, material de granulometria não inferior à abertura das malhas, sendo necessário o emprego de pedra britada com maiores dimensões e não ocorrer fuga de material de dentro do gabião.

As pedras devem ser maciças, não friáveis, excluindo-se moledo, capa de pedreiras, arenitos, etc., podendo-se usar granitos, basaltos, diabásicos, blocos de concreto, etc.

Exclui-se terminantemente o enchimento dos gabiões com areia ou terra, mesmo no “miolo” deles.

Uma vez que as pedras são arrumadas no interior dos gabiões, o índice de vazios no gabião é menor que no monte de pedras, assim sendo é requerido um volume de pedras cerca de 30% maior que o volume geométrico do gabião. E, caso ocorra movimentação mecânica da pedra depositada ao lado da obra, este percentual deverá ser acrescido.

As pedras, preferencialmente, deverão ter formato laminar e arrumadas conforme a colocação de tijolos, de maneira que as pedras de maiores dimensão fiquem na superfície em contato com o escoamento.

### 1.8.8.2. Ferramentas

Para enchimento, amarração e fechamento dos gabiões, será necessária a utilização de luvas, alicates, pequena alavanca e marreta de 1,0 Kg.

A quantidade destas ferramentas individuais é função do número de operários.

### **1.8.8.3. Execução**

Após a loca/cão da obra, procede-se aos serviços preliminares de implantação da estrutura. Estes serviços são basicamente escavação / aterro, limpeza e regularização da base da mesma.

Deve-se regularizar a base e/ou taludes, onde serão implantados os gabiões, de maneira tal que se tenha uma superfície suficientemente plana para a implantação dos gabiões.

As escavações deverão obedecer às especificações de projeto. Nos locais onde exista enrocamento e/ou restos de estruturas de antigos muros, estes materiais deverão ser arrumados de forma tal que se tenha a superfície acima descrita (os vazios do enrocamento deverão ser preenchidos com pedras de dimensões menores).

Os aterros ou reaterros deverão ser executados obedecendo às normas de projeto.

Os gabiões deverão ser montados, costurados, enchidos e fechados conforme está descrito abaixo.

#### **a) Gabiões tipo saco**

Estes são cheios ao lado da obra, sendo o enchimento feito com pedra a granel na granulometria descrita anteriormente. Não há necessidade de se arrumar cuidadosamente as pedras dos gabiões saco. Deve-se somente colocar as pedras de forma a evitar o mínimo de vazios possível. Conforme se enchem os sacos de uma extremidade para a outra, colocam-se “tirantes internos”. Os tirantes permitem que o saco mantenha certo paralelismo no seu corte longitudinal.

O rendimento da mão-de-obra para encher este saco é de aproximadamente 5 m<sup>3</sup> por homem/8h, compreendendo-se os trabalhos de atiramento e costura dos sacos cheios.

O gabião saco poderá ser lançado no seu lugar definitivo através de equipamento que poderá ser “drag-line” ou pá-carregadeira sobre esteira.

Caso se utilize pá-carregadeira ou qualquer equipamento com esteiras, deverão ser tomados cuidados para evitar que as esteiras estraguem a malha dos gabiões. Com o intuito de evitar este fato pode-se jogar pedrisco e/ou pó de pedra na faixa de trânsito de máquina.

O rendimento da colocação dos sacos é função do tipo de equipamento.

Um guincho, com o auxílio de três/quatro homens para engatar e desengatar os sacos, coloca aproximadamente 50 m<sup>3</sup> de sacos por 8 horas.

Uma pá-carregadeira coloca 30 a 40 m<sup>3</sup>, dependendo da distância que a mesma terá de percorrer.

Após colocação dos sacos com guincho, é aconselhável que se compacte os sacos com o auxílio de um peso, visando regularizar e conformar a estiva formada.

#### **b) Gabiões caixa**

Os gabiões caixa permitem o levantamento de estrutura geométrica, em acordo com o projeto e com bom grau de acabamento e perfeição.

Na face do paramento externo da estrutura em gabiões caixa são colocados gabaritos de sarrafos.

Deve-se obedecer às medidas indicadas no projeto, pois, a posição dos sarrafos, indica também posição da colocação dos tirantes.

O comprimento dos gabaritos será determinado em função do cronograma de execução da obra. Os gabaritos são imóveis e são removidos para frente, na mesma camada ou para cima, para execução da camada superior, somente depois de fechadas as caixas.

Paralelamente à operação da colocação e alinhamento dos gabaritos, procede-se na amarração entre si (usualmente 4 peças) dos gabiões caixas, vazios, ao lado da obra.

Gabaritos mal escorados, mal alinhados, mal aprumados, ou gabiões não cuidadosamente encostados aos gabaritos e mal cheios, favorecem a deformação da obra já durante a execução e deverão ser refeitos.

Com mão-de-obra pouco experimentada na execução de obras com gabiões recomenda-se colocar os gabaritos também ao longo do paramento interno da obra.

Assentar os gabiões vazios contra os gabaritos, sempre os amarrando entre si pelas quinas, mantendo-se as tampas abertas e inicia-se a colocação das pedras.

Da mesma forma pode-se iniciar a obra pôr diferentes frentes.

A amarração dos gabiões entre si dá-se pelas esquinas do paralelepípedo, costurando-se com um só arame que, seguindo a ordem das malhas, dá-se uma alçada simples e uma dupla, alternativamente.

Diafragmas - em certos casos, os projetos especificam gabiões com diafragmas internos. Neste caso, ao lado das medidas dos gabiões escreve-se a sigla D. Os diafragmas dividem os gabiões em compartimentos internos iguais.

Os diafragmas que já presos ao fundo do galpão pelo fabricante, ao armá-los, são amarrados aos lados dos galpões caixa, da forma já descrita e, após o enchimento, à tampa dos gabiões.

Usualmente estes gabiões são colocados no sentido longitudinal da obra.

### **c) Gabiões-manta ou colchões**

São cheios de maneira análoga à dos gabiões caixa e, eventualmente dispensando a utilização dos gabaritos face à pequena espessura dos gabiões. No caso de canalizações, quando as mantas estarão revestindo os taludes e o fundo de canais, aconselha-se utilizar pedras lamelares na face externa dos gabiões dispostas de maneira tal que o plano que contém a lamela seja paralelo à superfície dos taludes e/ou fundo do canal. Tal recomendação justifica-se quando se pretende melhorar a eficiência hidráulica dos canais reduzindo os coeficientes de rugosidade do canal.

Já nas obras de proteção de costas, defesas marítimas e nas bordas de grandes reservatórios, onde a solicitação do impacto das ondas sobre as pedras pode ser considerada, é recomendável que se utilize gabiões-manta com diafragmas espaçados de 0,50 m e que as pedras também sejam lamelas só que colocadas de forma tal que o plano que contém a lamela esteja perpendicular ao sentido da arrebentação das ondas (colocação de cutelo).

Cuidados especiais deverão ser tomados no sentido de não se deixar pedras soltas dentro dos gabiões, para que esta, com os constantes movimentos de marés e ondas, provocando subpressões, poderão mover-se pôr atrito com a rede de arame dos gabiões atacar a proteção dos arames e até estourar a rede dos gabiões.

Os gabiões-manta ou colchões tem a finalidade de proteger e revestir taludes, não tendo, portanto, a finalidade de estabilizar taludes/encostas.

Estas deverão estar com uma inclinação compatível com o ângulo de atrito interno do talude da implantação dos gabiões-manta.

As mantas poderão ser cheias já no seu lugar definitivo ou adjacente à obra e posicionados com equipamento adequado, conforme foi descrito na execução dos gabiões tipo saco.

#### **1.8.8.4. Considerações gerais**

É aconselhável que se estude a necessidade ou não de se utilizar uma transição (granulométrica) entre o solo e os gabiões. Esta transição poderá ser feita com materiais de diversas granulometrias ou com filtro geotêxtil.

Cuidados especiais deverão ser tomados com relação ao meio ambiente ao qual ficará exposta a malha dos gabiões. Caso sejam observadas condições agressivas ao zinco, deve-se proteger os arames, conforme já foi descrito com revestimento de PVC dos arames.

## **1.9. ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES**

### **1.9.1. Fundações e Sondagens**

#### **1.9.1.1. Fundações**

As fundações deverão ser executadas conforme indicações da FISCALIZAÇÃO, respeitando o estabelecido pela norma ABNT-PNB-51. A FISCALIZAÇÃO procederá ao exame das condições de suporte do terreno, na cota prevista pelo Projeto, e cuidará da obtenção das condições de infraestrutura necessárias para o apoio das tubulações e das estruturas.

Normalmente, são previstas fundações diretas para as estruturas e tubulações. Cuidar-se-á para que as superfícies do terreno de apoio estejam adequadamente regularizadas e apiloadas, sem quaisquer materiais soltos.

O assentamento da tubulação deverá ser feito sempre sobre uma camada de 10 cm de lastro de brita.

Quando o solo natural, após escavação, não apresentar condições adequadas de suporte, nas cotas previstas no Projeto, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar uma superescavação, além da cota

prevista, devendo o material ser totalmente removido e substituído por outro que preencha as condições de resistência necessárias.

A profundidade desta superescavação será estabelecida em Projeto específico, ou determinada pela FISCALIZAÇÃO.

#### **1.9.1.2. Sondagens Suplementares**

Na eventualidade de ser encontrado aterro de fundação impróprio e que, a juízo da FISCALIZAÇÃO, possa dar lugar a futuras lesões, serão executadas, pela CONTRATANTE, sondagens suplementares e ensaios que permitam estudar e projetar a solução tecnicamente mais conveniente para a construção da obra do trecho em questão.

Neste caso, para que o prazo contratual seja respeitado, poderá a FISCALIZAÇÃO, mantendo em suspenso os trabalhos no trecho em análise, determinar o imediato prosseguimento da obra em outro trecho.

Este recurso poderá ainda ser adotado pela FISCALIZAÇÃO, na hipótese de ocorrer cruzamentos da vala escavada com dutos ou obstáculos, cuja remoção se revele ou venha a se revelar de solução ou execução prolongada.

#### **1.9.2. Lastro de Concreto Magro**

A CONTRATADA executará lastro de concreto magro nos locais indicados no projeto, obedecendo rigorosamente estas Especificações e as orientações da FISCALIZAÇÃO.

O cimento “Portland” a empregar deverá atender a EB-1 da ABNT, sendo fornecido em embalagem original do fabricante e ficando armazenado em ambientes fechados ao abrigo das intempéries.

Os agregados para concreto deverão atender a EB-4 da ABNT, ficando depositados em locais separados e de modo a facilitar suas identificações quando das verificações de umidades destinadas ao controle do fator água-cimento da mistura.

Não será permitido o emprego de agregado miúdo sem prévio peneiramento que elimine todo o material sólido danoso ao concreto.

O agregado graúdo deverá ser lançado caso esteja misturado com materiais estranhos ou quando houver pó de pedra aderente.

O cimento será medido em peso, diretamente de sua embalagem, e os agregados em volume, por meio de padiolas, controlando-se frequentemente a umidade.

O preparo do concreto deverá ser feito mecanicamente, observando-se o tempo mínimo para mistura de 1 minuto, contado após o lançamento de todos os componentes na caçamba.

Somente será permitido o uso de aditivos quando especificado em projeto ou com autorização da FISCALIZAÇÃO.

A descarga da betoneira deverá se dar diretamente sobre o meio de transporte, sendo este cuidadosamente estudado para evitar a segregação ou perda do material. Não será permitida a utilização de esteira rolante ou de outros equipamentos que introduzam ar na massa de concreto.

O lançamento deverá ser efetuado dentro dos 30 minutos que se seguirem à confecção da mistura, com altura máxima de 2,00 m, não se admitindo o uso de concreto remisturado.

Serão empregados vibradores de superfície, ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO.

A resistência do concreto utilizado para lastros não poderá ser inferior a  $90 \text{ kgf/cm}^2$ .

Deverão ser obedecidas as Especificações referentes à execução de estruturas de concreto, constantes deste trabalho, nos itens que a FISCALIZAÇÃO julgar pertinentes, bem como todas as orientações desta.

### **1.9.3. Enchimento de Concreto Simples**

A CONTRATADA deverá efetuar enchimento de concreto simples nos locais indicados em projeto e onde indicado pela FISCALIZAÇÃO.

O concreto de enchimento deverá obedecer aos mesmos preceitos estabelecidos no Item 1.9.6 - Execução de Estruturas de Concreto - destas Especificações.

### **1.9.4. Aço Estrutural**

#### **1.9.4.1. Aço CA - 50/60 - Fornecimento e Colocação**

A execução das armaduras de aço deverá obedecer rigorosamente o projeto no que se refere à bitola, posicionamento, tensão de escoamento, dobramento, recobrimento, etc.

Deverão ser obedecidas a EB-3 e a NB-1 da ABNT, na sua forma mais recente.

As partidas serão recebidas na presença da FISCALIZAÇÃO que aprovará o local de descarga e providenciara a separação por lote.

Em uma inspeção preliminar, deverá ser verificado se a partida esta de acordo com o pedido e se apresenta homogeneidade geométrica, assim como isenção de defeitos prejudiciais, tais como: bolhas, fissuras, espoliações, corrosão, graxa e lama aderentes.

O aço será depositado sobre travessas de madeira, de modo a evitar o contato com o solo, que deverá ser firme, com leve declividade e será recoberto com camada de brita.

Durante a obra deverão ser obtidos certificados por laboratórios idôneos, de testes que mostrem que o aço obedece às especificações recomendadas, para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Qualquer mudança de tipo ou bitola nas barras de aço será concedida após a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Não serão permitidas emendas de barras não previstas no projeto.

Antes de serem introduzidas nas formas, as barras de aço deverão apresentar perfeitas condições de limpeza.

A armadura deverá ser montada e mantida dentro das formas, conforme os detalhes do cálculo estrutural, com respeito às distâncias entre as barras e entre estas e as formas, utilizando-se tarugos de aço ou, preferencialmente tacos de concreto.

Para amarração das barras de aço, será empregado arame recozido nº 18. Nas lajes deve ser feita amarração das barras, de modo que em cada uma delas o afastamento entre duas amarrações não exceda de 35 cm.

#### **1.9.5. Formas de Compensado Plastificado**

As formas deverão ter as amarrações e os escoramentos necessários para não sofrerem deslocamentos ou deformações quando do lançamento do concreto, fazendo com que, por ocasião da desforma, a estrutura reproduza o determinado em projeto.

As formas deverão ser estanques, lisas, solidamente estruturadas e apoiadas, devendo sua liberação para concretagem ser precedida de aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Na execução de paredes de concreto armado, a ligação entre as formas externas e internas será efetuada por meio de elementos rígidos.

As formas serão executadas em compensado plastificado de 12 mm de espessura, obedecendo à divisão das placas dos desenhos de execução ou das indicações da FISCALIZAÇÃO, fazendo coincidir as juntas, perfeitamente em nível ou alinhadas.

O compensado deve ser reforçado em 2/3 de sua superfície com tábuas de pinho de 2,5 cm desdobradas em larguras menores (2,5 x 10 ou 2,5 x 15 cm) para melhor aproveitamento.

As escoras ou pontaletes terão seção em que se possa inscrever uma circunferência de diâmetro igual a 3", no mínimo, e só poderão ter uma emenda, não situada no terço médio. A emenda será de topo, com cobre-juntas de madeira ajustando o eixo do pontalete ou escora.

Os escoramentos com mais de 3,00 m de altura serão contraventados.

Em juntas maiores ou peças de cantos complexos poderá ser melhorada a vedação com massa para vedação de juntas plásticas.

As amarrações que ultrapassam as formas devem ser feitas com espaçamento regular, niveladas e apuradas. Deverá ser usada ferro comum de 1/4", através de tubo plástico de 5/8".

Para paredes maiores deve-se dar preferência a substituição dessas amarrações por parafusos ultrapassantes. Além dos parafusos, recomenda-se o uso de afastadores de plástico.

As gravatas de colunas para evitar furos de amarração, podem ser executadas em vigas de peroba parafusadas nos cantos, formando painéis reaproveitáveis.

No caso de concreto aparente, antes da colocação da ferragem, o compensado deve ser devidamente pintado com "Desmol", "Formacom" ou "Concreto Permoil", misturado com água na

proporção indicada. Após a aplicação, passar uma estopa para evitar a formação de gotas (manchas).

Antes do lançamento do concreto, as formas devem ser limpas e molhadas, usando água com um pouco de cimento para retirar a eventual ferrugem que se formou e para ajudar a vedação das juntas.

A retirada das formas será efetuada de modo a não danificar as superfícies de concreto, sendo seu prazo mínimo:

- Faces laterais: 3 dias (pilares e vigas)
- Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem cunhados e convenientemente espaçados: 14 dias.
- Faces inferiores sem pontaletes: 21 dias.

A redução destes prazos somente poderá ser efetuada quando do emprego de aditivos que acelerem o endurecimento ou quando da utilização de processos especiais de cura.

As eventuais falhas na superfície do concreto serão reparadas com argamassa de cimento e areia, procurando-se manter a mesma coloração e textura; será permitida, para isso, a adição de cimento branco a argamassa.

O desmoldamento será efetuado sem choque, e de acordo com o programa elaborado para a execução da estrutura.

E permitido o reaproveitamento do material das formas, desde que seja cuidadosamente limpo e não apresente saliências ou deformação. A FISCALIZAÇÃO poderá a qualquer tempo rejeitar o material que não esteja em estado satisfatório.

O projeto das formas será responsabilidade da CONTRATADA, devendo ser obedecidas todas as prescrições da NB-1/78.

## **1.9.6. Execução de Estruturas de Concreto**

### **1.9.6.1. Introdução**

Este capítulo refere-se à execução das estruturas de concreto, bem como fornecimento dos materiais necessários, de acordo com os desenhos do projeto executivo, com estas especificações e com as normas da ABNT.

A escolha das características do concreto propriamente dito, no que concerne a tipos de composição, preparação, lançamento e acabamento, fazem parte da empreitada, submetidas à orientação da FISCALIZAÇÃO.

O empreiteiro poderá propor as modificações que julgar úteis as disposições que serão previstas pelo contratante, a fim de obter um concreto cujas resistências mecânicas correspondam às previstas no cálculo das obras. Estas modificações ficarão sempre sujeitas à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

### **1.9.6.2. Composição e Características do Concreto**

O concreto será composto de cimento Portland, água, agregados inertes e os aditivos que se fizerem eventualmente necessários, sendo que só serão feitas inclusões de aditivos com autorização da FISCALIZAÇÃO. A composição da mistura será determinada por qualquer método de dosagem racional, estando a cargo da CONTRATADA, com a aprovação da FISCALIZAÇÃO, uma pesquisa de agregados, granulometria e fator água-cimento, no sentido de se conseguir:

- Uma mistura plástica e trabalhável, segundo as necessidades de utilização;
- Um concreto que, após uma cura adequada e um apropriado período de endurecimento, apresente durabilidade, impermeabilidade e resistência compatíveis com os valores fixados pelo projeto e com as recomendações destas especificações.

O concreto deverá garantir a estanqueidade e a impermeabilidade das estruturas sem a necessidade de emprego de impermeabilizações complementares (cimento cristalizante, mantas, películas asfálticas entre outras). As juntas deverão também ser estanques sem a necessidade dessas impermeabilizações complementares.

### **1.9.6.3. Controle**

#### **a) Generalidades**

Os ensaios de controle do concreto e seus componentes serão feitos de acordo com as normas brasileiras, tendo-se em vista o que se segue:

- Determinação das propriedades do material inerte, objetivando viabilidade do seu emprego na confecção do concreto;
- Controle da qualidade e das proporções dos materiais componentes, durante o curso das obras;
- Determinação das proporções corretas e econômicas dos materiais constituintes, a fim de assegurar a resistência, trabalhabilidade e outras propriedades exigidas pelas presentes especificações;
- Controle da qualidade da mistura, através da confecção de corpos de prova;
- Determinação das variações das proporções dos componentes que eventualmente se tornem necessárias ou aconselháveis no decorrer dos trabalhos.

#### **b) Ensaios no Concreto Fresco**

A CONTRATADA confeccionará uma série de corpos de prova de acordo com a NB-1, devendo realizar controle sistemático para concreto armado, respeitando as condições do item 15.1.1 da NB-1/78.

Tais corpos de prova serão confeccionados de acordo com o MB-2 da ABNT, adotando-se ainda, o que a seguir se especifica:

- Os corpos de prova serão rompidos após 28 dias, podendo-se adotar provas a 3 e 7 dias, por designação da FISCALIZAÇÃO, sendo que para tal fim serão moldadas mais duas séries de cilindros.
- Se o valor estimado da resistência à compressão segundo o item 15.1.1.3 da NB-1/78 for inferior ao menor valor admissível para a resistência aos 28 dias estabelecida, a FISCALIZAÇÃO deverá exigir uma variação nas proporções dos componentes, objetivando alcançar a resistência mínima estabelecida ou, se necessário for, o emprego de aditivos. Cabe ainda a FISCALIZAÇÃO ordenar a demolição do trecho da estrutura onde se constatar tal fato.
- A trabalhabilidade do concreto será verificada através de ensaios de consistência, segundo o item 8.4.2 NB-1/78.

### **c) Argamassa de Cimento**

Sempre que houver dúvida sobre a qualidade do cimento, seja por efeito de longo e inadequado armazenamento, seja por deficiência qualitativa do material, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir a realização de ensaios de compressão monoaxial de modo a verificar se as tensões de ruptura estão de acordo com os valores admissíveis.

A determinação da resistência à tração simples poderá ser realizada no próprio canteiro, sendo utilizado aparelho tipo Michaeles que rompa os corpos de prova por tração na flexão.

### **d) Concreto Executado**

Caso haja dúvida sobre a qualidade do concreto de estrutura já pronta, poderá ser exigida pela FISCALIZAÇÃO a realização de ensaios na própria peça executada ou sobre amostras aí colhidas. Estes ensaios serão executados segundo as Normas ASTM - C-42.

## **1.9.6.4. Materiais**

### **a) Cimento Portland**

O cimento Portland obedecerá às características constantes na EB-1 da ABNT, e será empregado em todas as obras de concreto. Para cada uma das estruturas deverá ser utilizado um único tipo de cimento. Caso os agregados sejam quimicamente ativos, a percentagem de alcalinos no cimento não deverá ultrapassar 0,6%.

Serão executados ensaios de qualidade do cimento, de acordo com os métodos MB-1 e MB-11 da ABNT, em laboratório indicado pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO rejeitará as partidas de cimento, em sacos ou a granel, cujas amostras revelarem, nos ensaios, características inferiores às estabelecidas pela EB-1, sem que caiba à CONTRATADA o direito a qualquer indenização, mesmo que o lote já se encontre no canteiro da obra.

Caso seja utilizado cimento ensacado, os sacos de cimento deverão ser empregados na ordem cronológica em que forem colocados na obra. Cada lote de cimento ensacado deverá ser armazenado de modo a ser facilmente determinável sua data de chegada ao canteiro, sendo

encargo da CONTRATADA todo o cuidado no sentido de protegê-lo da deterioração, devendo armazená-lo em pilhas de, no máximo 10 sacos, durante um período nunca superior a 90 dias.

Se for utilizado cimento a granel, os silos de armazenamento deverão ser esvaziados e limpos pelo contratante, quando exigido pela FISCALIZAÇÃO, todavia, o intervalo entre duas limpezas sucessivas dos silos nunca será inferior a 120 dias.

## **b) Água**

A água destinada ao amassamento do concreto deverá ser límpida e isenta de teores prejudiciais de sais, óleos, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas obedecendo ao item 8.1.3 da NB-1/78.

A CONTRATADA procederá a uma pesquisa sistemática de mananciais de água utilizáveis para o preparo do concreto no canteiro, de modo a estar segura de que, em qualquer tempo, eles terão características não nocivas à qualidade do concreto.

A água a ser utilizada na confecção de argamassa ou concreto deverá ser analisada mensalmente, pelo emprego de ensaios comparativos de pega a resistência à compressão de argamassa, feitos em igualdade de condições com água reconhecidamente satisfatória e com água normalmente utilizada, e servirão de base a FISCALIZAÇÃO para aceitá-la ou recusá-la.

Caso contrário, serão feitas análises químicas das águas.

## **c) Agregados**

Os agregados deverão satisfazer as Especificações Brasileiras EB-4, sendo verificados pelos ensaios segundo os métodos MB-6, MB-7, MB-8 e MB-10, contidos na norma "Materiais para Concreto Armado - Especificações e Métodos de Ensaio" da ABNT.

A escolha dos agregados e a respectiva granulometria estão sujeitas às modificações que a FISCALIZAÇÃO achar útil, baseadas nos ensaios e nas condições locais.

Os montes e silos de agregados deverão ser previstos com um sistema de drenagem eficiente, impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificação da granulometria.

Os depósitos deverão ser dimensionados de tal modo que permita o programa de concretagem estabelecido, a preparação das várias partidas que chegarem e a execução das inspeções e dos ensaios necessários.

A areia a ser utilizada na confecção do concreto terá sua qualidade determinada pela norma MB-95 da ABNT.

O agregado gráudo para concreto das peças volumosas será regado repetidamente pelo menos 24 horas antes de sua utilização, de modo a manter úmidas as superfícies das pedras.

De cada lote de 50 m<sup>3</sup> de agregado entregue no local da concretagem, será retirada uma amostra representativa, a ser enviada ao laboratório para análise. Se for constatada a inferioridade qualitativa do material, em relação às especificações estabelecidas pela FISCALIZAÇÃO, esta poderá recusar o material, mesmo que este já tenha sido entregue, correndo por conta da CONTRATADA os ônus que daí advirem.

#### **d) Aços**

As barras de aço deverão, para as suas classes e/ou categorias, atender às exigências da EB-3 da ABNT.

O aquecimento e solda de barras somente serão executados com autorização da FISCALIZAÇÃO.

As emendas de barras deverão ser locadas conforme as indicações do Projeto.

As partidas serão recebidas na presença da FISCALIZAÇÃO, que aprovará o local de descarga, e providenciará a separação por lotes, de acordo com os critérios estabelecidos nas especificações.

Os lotes serão demarcados e sinalizados.

Numa inspeção preliminar deverá ser verificado se a partida está de acordo com o pedido, e se apresenta homogeneidade, geométrica, assim como isenção de defeitos prejudiciais, tais como: bolhas, fissuras, espoliações, corrosão, graxa e lama aderentes.

Os aços serão depositados sobre travessas de madeira, de modo a evitar o contato com o solo. O solo subjacente deverá ser firme, com leve declividade e será recoberto com uma camada de brita.

Deverão ser colhidas amostras conforme o prescrito nas especificações, e submetidas aos ensaios a serem indicados pela FISCALIZAÇÃO.

As amostras ensaiadas deverão atender as respectivas especificações.

Poderão ser rejeitadas as partidas que apresentem falta de homogeneidade geométrica e defeitos prejudiciais.

#### **e) Aditivos**

Mediante aprovação prévia e por escrito da FISCALIZAÇÃO, poderão ser empregados aditivos destinados a melhorar a pega e/ou a resistência do concreto, e também outras características tais como plasticidade, homogeneidade, peso específico, impermeabilidade, resistência à compressão, etc., sempre precedidos de ensaios de dosagem.

Estes aditivos, que poderão ser líquidos ou em pó, somente serão utilizados segundo o especificado pela FISCALIZAÇÃO sendo indicada a qualidade e o tipo a ser utilizado. O fornecimento, a conservação e o armazenamento em local adequado dos aditivos ficarão a cargo da CONTRATADA.

#### **1.9.6.5. Traços de Concreto**

O teor de cimento, a granulometria dos agregados, o fator água-cimento e os eventuais aditivos serão determinados e aprovados com base nos ensaios de laboratório.

Devido à velocidade da água no canal, limitar-se-á a relação água-cimento a um quociente máximo de 0,45 visando aumentar a resistência à abrasão do concreto.

Durante o andamento das obras, a FISCALIZAÇÃO poderá introduzir modificações nas misturas, sem que isto proporcione à CONTRATADA o direito à reivindicação sobre preços ou prazo de execução da obra.

A dosagem de cimento para cada traço será feita a peso. As quantidades de brita e areia serão determinadas a peso, sendo que a água será medida em peso ou volume.

Na dosagem da água de amassamento será levada em conta a umidade dos agregados inertes, principalmente a da areia, que será determinada por meio de "speedy moisture tester" ou outros métodos expeditos usuais.

Os traços serão determinados por dosagem racional, de modo a obter as tensões de ruptura à compressão mínimas fixadas em projeto.

#### **1.9.6.6. Mistura**

A dosagem dos materiais componentes de cada mistura será feita de acordo o item 1.9.6.5, isto é, o cimento será medido em peso, a brita e a areia por pesagem, e a água pelo peso ou volume. Na mediação desta última deverá ser levada em conta a umidade dos agregados, para que seja assegurado o valor da relação água-cimento.

Em qualquer caso, o concreto deverá ser misturado mecanicamente.

#### **1.9.6.7. Transporte do Concreto**

O concreto deverá ser transportado do local de mistura ao local de destino tão depressa quanto possível e por métodos que evitem segregação dos materiais ou perda dos ingredientes. Todo concreto que tenha endurecido por ficar longo tempo no equipamento de transporte, não poderá ser utilizado.

Tanto os veículos para transporte, a central e o local do destino como o método de manejo deverão preencher todos os requisitos aplicáveis. A utilização de equipamentos de transporte providos de elementos para misturar o concreto, só será permitida se a FISCALIZAÇÃO assim autorizar por escrito e forem satisfeitos os requisitos estabelecidos nas citadas especificações.

#### **1.9.6.8. Lançamento**

O empreiteiro deverá conhecer as disposições que pretende adotar para a concretagem, por meio de um memorial detalhado dito "Programa de Concretagem", submetido à FISCALIZAÇÃO dentro do programa geral do trabalho a lhe ser entregue.

Salvo decisão contrária, qualquer concretagem só poderá ser iniciada com a presença de um representante da FISCALIZAÇÃO.

Todo o concreto será lançado durante o horário preestabelecido no programa de concretagem. O lançamento noturno, em qualquer peça da obra, só será iniciado quando tenha sido instalada a iluminação adequada e a FISCALIZAÇÃO autorize por escrito.

Não será lançado concreto enquanto a profundidade das fundações, o terreno de fundação, as formas e sua amarração, os escoramentos e a armação não tiverem sido inspecionados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

O concreto não será exposto à ação da água antes de concluída a pega.

O lançamento do concreto será controlado de tal forma que a pressão produzida pelo concreto fresco não ultrapasse a que foi considerada no dimensionamento das formas e do escoramento. Depois de iniciada a pega, ter-se-á o cuidado de não sacudir as formas, nem provocar esforço ou deformação nas extremidades de armações deixadas para amarração com peças a construir posteriormente.

Todo o concreto será lançado de uma altura inferior a 2,00 m, para evitar segregação de seus componentes.

E proibido neste caso, o emprego de calhas para colocação do concreto. Onde for necessário lançar concreto diretamente de altura superior a 2,00 m, ele será vertido através de tubos de chapa metálica ou de material aprovado pela FISCALIZAÇÃO. As peças mencionadas serão conservadas limpas e isentas de crostas de concreto endurecido, sendo lavadas cuidadosamente com jato d'água após cada operação ou com maior frequência quando for necessário.

O concreto será lançado o mais próximo possível de sua posição final, não sendo depositado em grande quantidade em determinados pontos para depois ser espalhado ou manipulado ao longo das formas.

Ter-se-á especial cuidado em encher cada trecho de forma evitando que o agregado grosso fique em contato direto com a superfície, e fazendo com que o concreto envolva as barras de reforço sem deslocá-las.

O lançamento de concreto com bombas só será permitido com autorização escrita da FISCALIZAÇÃO, que dependerá do equipamento disponível para bombear concreto ser adequado para o trabalho proposto quanto ao tipo, conveniente quanto à capacidade, e do método de bombeamento poder ser adaptado à obra a construir. A operação da bomba será controlada de modo a produzir corrente contínua de concreto, sem bolhas de ar. Terminada a operação de bombeamento, caso for desejado aproveitar o concreto que ficou na tubulação, ele será expelido, de modo a não se contaminar, nem sofrer segregação. Depois de efetuada essa operação, todo o equipamento será cuidadosamente limpo.

O concreto será lançado em camadas horizontais contínuas, cuja espessura não exceda 30 centímetros, exceto para determinadas peças cuja concretagem estiver prevista de outra forma. Quando, por razões de emergência, for necessário concretar menos uma camada horizontal completa numa operação, essa camada terminará num tabique, ou tábua vertical.

As descargas de concreto se sucederão sempre, umas em seguida as outras, cada camada sendo concretada e compactada antes que a camada anterior tenha iniciado a pega, a fim de evitar que se forme separação entre elas. As superfícies serão deixadas ásperas a fim de obter sempre boa ligação com a camada seguinte. A camada superior será concretada antes de inferior

ter endurecido, e será compactada de modo a impedir a formação de junta de construção entre elas.

As camadas que forem concluídas num dia de trabalho, ou que tiverem sido concretadas pouco antes de se interromperem temporariamente as operações, serão limpas logo que a superfície tiver endurecido o suficiente, retirando-se toda a nata de cimento e todos os materiais estranhos. A fim de evitar, dentro do possível, uniões visíveis nas superfícies expostas, será dado acabamento à superfície aparente do concreto com raspadeira ou com outra ferramenta adequada.

As camadas horizontais, que pela sua localização possam forçar adelgaçamento da camada seguinte, serão modificadas, formando-se entalhe, de modo que a camada seguinte tenha pelo menos 15 centímetros de espessura na extremidade.

Sempre que houver dificuldade em colocar concreto junto às faces das formas, devido à presença de armações, a forma da peça, ou a qualquer outra circunstância, vibrar-se-ão as formas de modo a forçar o contato da argamassa com a superfície da forma.

Não será permitido suspender ou interromper a concretagem quando faltarem menos de 50 centímetros na altura para concluir qualquer peça, a não ser que os detalhes da obra indiquem coroamento com menos de 50 centímetros de espessura, caso em que a junta de construção poderá ser feita na base desse coroamento.

#### **1.9.6.9. Vibração**

Sempre que não tiver sido indicado outro procedimento, as peças serão adensadas empregando-se vibradores pneumáticos ou elétricos, de imersão.

O vibrador será mantido na massa de concreto até que apareça a nata da superfície, quando então deverá ser retirado e mudado de posição.

Em peças delgadas, cujas formas tiverem sido construídas para resistirem à vibração, serão empregados vibradores externos, preliminarmente aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Quando se tratar de peças fortemente armadas, a CONTRATADA usará vibradores capazes de compactar o concreto sem danificar as armações e formas.

A vibração terá intensidade e duração suficiente para produzir plasticidade e assentamento do concreto, adensando-o perfeitamente, sem excessos que provoquem segregação dos materiais.

Os vibradores de imersão serão aplicados no ponto de descarga do concreto e nos lugares onde o concreto tiver sido depositado pouco antes. Os vibradores descreverão voltas através de quaisquer cavidades formadas por pedras, de modo que toda a massa seja compactada cuidadosamente, de maneira uniforme. Durante a vibração de uma camada, o vibrador será mantido em posição vertical e a agulha deverá penetrar cerca de 10 cm na camada inferior, anteriormente lançada. Ele não será deslocado rapidamente no interior da massa, e uma vez terminada a vibração, será retirado lentamente para evitar a formação de bolhas e vazios.

Fica proibido o espalhamento de concreto utilizando pá, devendo ser usadas caçambas especiais para lançamento sendo o adensamento iniciado imediatamente.

Novas camadas não poderão ser lançadas antes que a precedente tenha sido tratada segundo estas prescrições.

#### **1.9.6.10. Cura e Prova de Carga**

A cura e provas de carga obedecerão rigorosamente às normas da ABNT.

As superfícies de concreto deverão permanecer úmidas até os quatorze dias de idade. O meio empregado para a cura será umedecimento por aspersão contínua de água.

As superfícies de concreto destinadas a ficarem aparentes, e que não estiverem em contato com moldes durante a concretagem, deverão ser alisadas enquanto o concreto estiver fresco.

As superfícies de concreto serão protegidas adequadamente da ação direta do sol, da chuva e de agentes mecânicos, e não serão deixadas secar, quando da cura por aspersão contínua, desde o lançamento até pelo menos 14 dias após. A água utilizada para cura deverá ser doce e limpa. As formas de madeira que permaneçam no local deverão ser mantidas úmidas até o final da cura, para evitar a abertura de juntas e o consequente ressecamento local do concreto.

As provas de carga serão realizadas sempre que a FISCALIZAÇÃO tiver dúvidas sobre a resistência de uma ou mais partes da estrutura. Estas provas serão executadas de acordo com as especificações da ABNT.

#### **1.9.6.11. Juntas de Concretagem**

Serão obedecidas as prescrições da NB-1 da ABNT.

Quando a concretagem for suspensa por período de tempo superior àquele em que se iniciou a pega, o ponto onde tiver sido suspensa será considerada uma junta de concretagem. A localização das juntas de concretagem será planejada antecipadamente e a concretagem será contínua, de junta a junta. Essas juntas serão perpendiculares às linhas de ação dos esforços principais, devendo situar-se em trechos de esforço cortante mínimo e onde sejam viáveis.

No caso de se terem juntas de concretagem, a superfície que servirá de junta será varrida intensamente com escova de aço, no período de 3 e 6 horas após a concretagem, ou será lavada com jato d'água e ar comprimido.

Quando se for unir concreto com outro já endurecido, a superfície da parte feita será raspada com ferramenta apropriada, para retirar a argamassa superficial, o material solto e os corpos estranhos. Essa superfície, lavada e limpa com escovas de aço, será molhada e conservada assim até a concretagem.

Na ocasião da concretagem, pouco antes do lançamento, a superfície preparada será coberta com uma camada de argamassa de cimento e areia, com traço igual ao do concreto, e fator água-cimento não superior ao da mistura a ser posteriormente lançada.

A critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser utilizados aditivos a base de epóxi para união das estruturas.

Sempre que o concreto for aplicado diretamente em contato com uma superfície rochosa, a operação será feita depois da purga da rocha, lavagem com água sob pressão de pelo menos 5 Kg/cm<sup>2</sup>, e retirada toda a água dos sulcos por meio de ar comprimido.

A critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser utilizados aditivos retardadores de pega, que serão removidos com jato d'água quando do lançamento do concreto fresco.

Para ir ligando as camadas sucessivas, deixar-se-ão chavetas adequadas na parte de cima da última camada, ao concluir cada jornada, e far-se-á o mesmo em outras alturas quando o trabalho for interrompido. Essas chavetas sobressairão acima ou além da junta, como estiver indicado no projeto. Em vez de chavetas podem ser empregadas pedras ásperas ou espigas de aço, a critério da FISCALIZAÇÃO. O tamanho e o afastamento das chavetas e das espigas serão os indicados pela FISCALIZAÇÃO.

#### **1.9.6.12. Correção de Fissuras**

##### **a) Fissuras Superficiais**

A correção das fissuras superficiais será efetuada como segue:

- Identificar e marcar a trinca após a limpeza e lavagem da superfície do concreto. A trinca será facilmente identificada uma vez que a umidade se infiltra por ela, havendo contraste entre a cor clara do concreto seco e a linha escura da trinca molhada; esta deverá ser marcada, antes que seque completamente.
- Abrir ao longo da trinca um sulco de cerca de 1(um) centímetro de largura por 2 (dois) centímetros de profundidade
- Limpar com escova de aço e preencher o sulco com material de vedação rígido, utilizando-se de produtos sintéticos a base de resina epóxica. Será utilizada resina pura, em fissuras de pequenas dimensões e resina com Filler, para injeção em fissuras maiores, reparos em geral, ou como auxiliar nos serviços de injeção (vedação superficial).

##### **b) Fissuras Profundas**

As fissuras profundas existentes estão caracterizadas como juntas de trabalho, estando consequentemente sujeitas à movimentação, decorrente da variação de temperatura ou pela ação de esforços mecânicos. Neste caso será necessária a utilização de materiais elásticos para o tratamento dessas fissuras.

Neste caso será aplicado o mástique elástico a base de polisulfetos, que além de permitir o trabalho mecânico da trinca, proporciona perfeita estanqueidade.

#### **1.9.6.13. Formas e Cimbramentos**

As formas deverão ser executadas em madeira revestida seguindo as indicações detalhadas no projeto. Deverão ser estanques, lisas, solidamente estruturadas e apoiadas, devendo sua liberação, para as concretagens, ser precedida de aprovação da FISCALIZAÇÃO.

As formas deverão ser construídas pela CONTRATADA, com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO e deverão ser usadas onde quer que sejam necessárias para confinar o concreto e moldá-lo nas linhas, dimensões e juntas exigidas. As formas deverão ser suficientemente estanques para impedir a perda de argamassa.

Qualquer vedação que seja necessária deverá ser feita com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser colocados sarrafos chanfrados nos cantos das formas, de madeira a produzirem cantos chanfrados nos ângulos externos das superfícies de concreto permanentemente expostas. Os ângulos internos em tais superfícies não requererão chanfros, a menos que indicado em contrário nos desenhos. A menos que de outra forma especificado ou designado; serão usados sarrafos de uma polegada, de forma a chanfrar todos os cantos.

As formas remontadas deverão sobrepor o concreto endurecido do lance anteriormente colocado em não menos que 3 centímetros e deverão ser fixadas com firmeza contra o concreto endurecido, de maneira que, quando a colocação do concreto for reiniciada, elas não se alarguem e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção.

Serão usadas, se necessário, vedações com isopor, parafusos ou prendedores de forma adicionais para manter firmes as formas remontadas contra o concreto endurecido. As formas deverão ser construídas de maneira a manter as tolerâncias dimensionais especificadas.

Na ocasião em que o concreto for lançado nas formas, as superfícies destas últimas deverão estar isentas de incrustações de argamassa ou outro material estanho. Antes do concreto ser lançado, as superfícies das formas deverão ser untadas com óleo mineral que efetivamente impeça a adesão e não manche as superfícies do concreto. O óleo para formas de madeira deverá ser do tipo mineral parafínico, claro refinado e puro. O óleo para formas de aço deverá ser do tipo mineral refinado. Todo o óleo para forma deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Após o untamento, o óleo em excesso nas superfícies da forma deverá ser removido. A armadura de aço ou outras superfícies que requeiram aderência ao concreto deverão ser mantidas isentas de óleo.

Não será permitido o uso de óleo queimado aplicado às formas ou outras substâncias que comprometam o bom aspecto dos concretos aparentes.

O projeto das formas e de suas estruturas de sustentação é de responsabilidade da CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá remeter à FISCALIZAÇÃO, no prazo mínimo de 15 (quinze) dias antes da execução de cada estrutura, os projetos de rigidez e estabilidade das formas, dos cimbramentos mais importantes e os planos de desforma e descimbramento.

Entretanto, a aprovação desses projetos e planos não exime a CONTRATADA de sua plena responsabilidade com relação à boa execução dos mesmos.

A FISCALIZAÇÃO não liberará nenhuma concretagem sem que antes tenham sido cumpridos requisitos mínimos de limpeza, posicionamento de ferragens e outras peças embutidas, aplicação de óleo ou outros componentes antiadesivos na superfície das formas em contato com o concreto e outros aspectos.

#### **1.9.6.14. Reparos**

A CONTRATADA deverá atender a todas as indicações da FISCALIZAÇÃO e do projeto, relativamente à garantia de qualidade dos concretos por ela lançados.

No caso de falha inadmissível de qualidade de estruturas ou peças, parcial ou totalmente concretadas, deverá providenciar medidas corretivas, compreendendo demolições, remoção do material demolido, recomposição de vazios, ninhos e porções estruturais, com emprego de enchimento adequado de argamassa ou concreto, injeções e providências outras. Os procedimentos a serem adotados nesses trabalhos serão fixados pela FISCALIZAÇÃO, à vista de cada caso e serão realizados sem ônus para a CONTRATANTE.

#### **1.9.7. Lastro**

Os lastros sob estruturas ou fundações diretas serão constituídos de duas camadas:

- A primeira, de pedra britada nº 2;
- A segunda, de concreto não estrutural.

A espessura das camadas será de, no mínimo, 50 mm cada, ou conforme projeto.

A camada de pedra britada, lançada sobre o terreno devidamente regularizado e apiloado, deverá ser compactada através de soquetes de madeira ou equipamento mecânico apropriado.

O lançamento do concreto não-estrutural deverá ser acompanhado de apiloamento com soquetes de madeira, com o cuidado de não ocasionar a segregação dos materiais. A superfície deverá ser regularizada e perfeitamente nivelada através de régua de madeira.

Nos casos de fundações por estacas, os blocos deverão apoiar-se diretamente sobre estas. Os lastros, portanto, deverão ocupar a área dos blocos sem interferir na união estaca-bloco.

Para o assentamento de tubulação diretamente sobre o solo, deve ser feito um rebaixo no fundo da vala para alojara o tubo. Isto é possível em terreno seco onde não haja rocha. Quando não for possível ser feito o rebaixo no terreno natural, ele deverá ser executado em colchão de material granular fino, normalmente areia ou pó de pedra, perfeitamente adensada, na espessura mínima, abaixo da geratriz externa, de 0,10 m e de 0,20 m, no caso de o leito apresentar-se respectivamente em solo e rocha.

A FISCALIZAÇÃO poderá ainda determinar os seguintes casos de fundação direta:

##### **a) Lastro de brita**

A tubulação é assentada sobre lastro de pedra britada nº 3 e nº 4 compactado manualmente.

##### **b) Lastro, laje e berço**

A tubulação é assentada sobre um berço de concreto apoiado em laje de concreto armado, executada sobre lastro de pedra britada nº 2 e nº 4.

Caso o solo não apresente características de suporte adequadas, este deverá ser substituído, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO o enchimento da superescavação, o qual poderá ser feito

com areia compactada ou pelo aumento da espessura do lastro de brita, dependendo da espessura do enchimento.

Nos trechos onde a camada de solo, adequado para a sustentação da tubulação, estiver localizada a uma profundidade relativamente grande e que não torne aconselhável a substituição do terreno de fundação, serão utilizadas estacas de modo a transmitir a carga da estrutura para a camada de solo de maior capacidade de carga.

## **1.10. PAVIMENTAÇÃO**

Os serviços de pavimentação serão executados de acordo com as necessidades; devendo ao término dos trabalhos, os pavimentos, guias e sarjetas apresentarem-se com as mesmas características anteriores ou de projeto, salvo determinações da FISCALIZAÇÃO.

### **1.10.1. Regularização de Superfícies**

Nas vias de terra, com revestimento de cascalho, brita ou pedregulho, o revestimento deverá ser repostado com espessura igual à do pavimento existente, compactado e regularizado como motoniveladora.

Nos acessos às obras deverá ser feita regularização mecanizada e revestimento necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO.

### **1.10.2. Construção de Passeios Cimentados**

A construção dos passeios deverá ser executada de modo que se obtenham as condições que se dividem fundamentalmente em dois tipos, a saber:

- Cimento comum: será de concreto de 210 kg de cimento por m<sup>3</sup> de concreto na espessura mínima de 5 cm, com o acabamento de 2 cm de espessura de argamassa de cimento e areia.
- Com acabamento superior: deverão obedecer as características dos materiais existentes de forma a constituir o mais perfeitamente possível os passeios cimentados.

A espessura da camada de concreto da base deverá ser de no mínimo 8 cm, confeccionada com concreto de fck >100 kgf/cm<sup>2</sup>, sobre terreno bem apilado.

Quando do lançamento da argamassa, a base de concreto deverá estar limpa, isenta de poeira e outros materiais. Se a base estiver muito lisa, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverá ser apilada a fim de aumentar sua aderência.

As juntas de dilatação deverão ser colocadas de maneira a formar painéis e não deverão estar afastadas mais que 2 m.

Serão de tábuas de pinho com 10 mm de espessura e altura igual à espessura do piso.

### **1.10.3. Recomposição de Pavimentos em Paralelepípedos ou Blocos de Concreto**

A CONTRATADA deverá proceder à reposição, reconstrução e reparos de pavimentos em paralelepípedo ou bloco de concreto, empregando todos os meios e recursos (pessoal, matéria, equipamento e boa técnica) aptos a tornar o executado melhor, ou no mínimo, igual à obra removida, demolida ou rompida.

A execução de recomposição de pavimentos danificados pela abertura das valas nas ruas e avenidas será constituída de um leito de areia, sobre o qual serão assentados os pavimentos com rejuntamento de areia ou asfalto, de acordo com o tipo existente no trecho.

A FISCALIZAÇÃO pode solicitar, a seu critério, ensaios efetuados por firma especializada para confirmação da compactação do aterro e das espessuras e resistência das camadas do pavimento recomposto.

O pavimento recomposto deverá concordar perfeitamente com o existente, sem aparecer marcas de vala.

### **1.10.4. Assentamento de Guias**

A construção das guias de concreto deverá ser executada de acordo com as respectivas instruções de execução vigente na Prefeitura Municipal ou CIRP.

O assentamento de guias de concreto consistirá dos seguintes serviços:

- Execução de base de concreto;
- Assentamento de guias;
- Encostamento de terra;

#### **1.10.4.1. Execução de Base**

As guias serão assentes sobre uma base de concreto com largura de 30 cm e espessura uniforme de 10 cm.

Nos casos de guias e sarjetas executadas concomitantemente, a base de concreto deve ter largura tal que abranja inclusive a da sarjeta.

A resistência mínima do concreto no ensaio a compressão simples, a 28 dias de idade, deverá ser de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

O concreto deverá ter consistência suficiente para assegurar as guias um assentamento estável, ainda antes do endurecimento.

O concreto deverá ser contido lateralmente por meio de formas de madeira assentadas em conformidade com os alinhamentos e perfis do projeto.

Depois de umedecido ligeiramente o terreno de fundação, o concreto deverá ser lançado e apiloado convenientemente de modo a não deixar vazios.

#### **1.10.4.2. Assentamento de Guias**

O assentamento de guias deverá ser feito antes de decorrida uma hora do lançamento do concreto na forma.

As guias serão escoradas, nas juntas, por meio de blocos de concreto (bolas) com a mesma resistência da base.

As juntas serão tomadas com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. A face exposta da junta será dividida ao meio por um friso de aproximadamente 3 mm de diâmetro, normal ao plano do piso.

#### **1.10.4.3. Encostamento de Terra**

A faixa de 1(um) metro contígua às guias deverá ser aterrada com material de boa qualidade.

O aterro deverá ser feito em camadas paralelas de 15 cm, compactadas com soquetes manuais com peso mínimo de 10 quilos e seção não superior a 20 x 20 cm.

#### **1.10.5. Construção de Sarjetas**

A construção de sarjetas de concreto deverá ser executada de acordo com as instruções de execução vigente na Prefeitura Municipal.

A reconstrução de sarjetas de concreto consistirá nos seguintes serviços:

- Execução da base de concreto;
- Formas;
- Preparo, lançamento e acabamento do concreto;
- Juntas.

##### **1.10.5.1. Execução da Base**

A base sobre a qual será executada a sarjeta será de concreto de cimento de 10 (dez) centímetros de espessura uniforme e da mesma largura prevista para a sarjeta.

A resistência mínima do concreto no ensaio a compressão simples, a 28 dias de idade, deverá ser de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

O concreto deverá ter consistência suficiente para assegurar as sarjetas um assentamento estável, ainda antes do endurecimento.

O concreto deverá ser contido lateralmente por meio de formas de madeira assentadas em conformidade com os alinhamentos e perfis do projeto.

Depois de umedecido ligeiramente o terreno de fundação, o concreto deverá ser lançado e apilado convenientemente e de modo a não deixar vazios.

#### **1.10.5.2. Formas**

Para fazer face aos esforços laterais, as formas devem ser feitas com pranchas de 3,8 cm (1.1/2 polegadas), mais ou menos, e 3 m de comprimento. Nos trechos em curva, essa espessura poderá ser reduzida.

Essas pranchas deverão ser firmemente fixadas e travadas, de forma a impedir a sua movimentação.

As pranchas deverão ser assentadas em cotas que assegurem a superfície da sarjeta um caimento de 10% (dez por cento).

#### **1.10.5.3. Preparo, Lançamento e Acabamento do Concreto**

A resistência mínima do concreto no ensaio a compressão simples, a 28 dias de idade, deverá ser de 250 kg/cm<sup>2</sup>.

O concreto deverá ter plasticidade e umidade tais que possa ser facilmente lançado nas formas, onde, convenientemente apilado e alisado, deverá constituir uma massa compacta sem buracos ou ninhos.

A mistura deverá ser executada por processos mecânicos.

Antes do lançamento do concreto, devem ser umedecidas a base e as formas.

Nas formas, o concreto deve ser convenientemente apilado, de modo a bem se adensar sem vazios e falhas. Junto às paredes das formas, deverá ser usada uma ferramenta do tipo de uma colher de pedreiro, com cabo longo, que, ao mesmo tempo em que apiloa, afasta de junto das paredes as pedras maiores, produzindo superfícies uniformes e lisas.

Após o adensamento, a superfície da sarjeta deverá ser modelada com gabarito e acabada com auxílio de desempenadeiras de madeira, até apresentar uma superfície lisa e uniforme.

Quando o pavimento for asfáltico, a aresta da sarjeta deverá ser chanfrada num plano, formando um ângulo de 45° com a superfície.

#### **1.10.5.4. Juntas**

As juntas serão do tipo "seção enfraquecida", com espaçamento de 4 a 6 m.

A altura das juntas deverá estar compreendida entre 1/3 e 1/4 da espessura da sarjeta e sua largura não deverá exceder a 1 cm.

Após o endurecimento do concreto, as juntas deverão ser perfeitamente limpas com escova de aço ou jato de ar e enchidas com mistura asfáltica "a quente", composta de cimento asfáltico de penetração 50/60 e cimento Portland, na proporção em peso de 1:1.

#### **1.10.5.5. Controle Tecnológico**

Durante a concretagem, deverão ser moldados 2 (dois) corpos para cada 200 (duzentos) metros lineares de sarjeta e ensaiados.

#### **1.10.5.6. Aceitação e Rejeição**

Se a resistência for inferior a 250 kg/cm<sup>2</sup>, mas igual ou superior a 220 kg/cm<sup>2</sup>, as sarjetas serão aceitas, porem pagas com desconto.

#### **1.10.6. Construção de Pavimentos Asfálticos**

A construção de pavimentos asfálticos deverá ser executada de acordo com as respectivas instruções vigentes na Prefeitura Municipal ou, na falta desta, de acordo com as normas do DER.

##### **1.10.6.1. Base de Macadame Hidráulico**

O preparo da base de macadame hidráulico consistirá das seguintes operações:

- Camada de isolamento;
- Esparrame do agregado graúdo;
- Compressão da camada de agregado graúdo;
- Esparrame, compressão e varredura do material de enchimento;
- Irrigação;
- Compressão final.

##### **a) Camada de Isolamento**

Sempre que o material do sub-leito tiver mais de 35% em peso passando na peneira nº 200, será executada, imediatamente antes do primeiro espalhamento de agregado graúdo para a base, em toda a largura do leito, uma camada de 3 a 5 cm de espessura após a compressão, com material satisfazendo a uma das faixas granulométricas indicadas no Quadro I, a seguir.

**QUADRO I**

| PENEIRAS |       | % EM PESO PASSANDO |        |
|----------|-------|--------------------|--------|
| POL      | mm    | A                  | B      |
| 3/4      | 19,1  | 100                | -      |
| 1/2      | 12,7  | 80-100             | -      |
| 3/8      | 9,5   | 70-100             | -      |
| nº 4     | 4,8   | 45-100             | 100    |
| nº 10    | 2,0   | 25-65              | 55-100 |
| nº 40    | 0,42  | 10-30              | 25-100 |
| nº 200   | 0,074 | 0-8                | 0-12   |

**NOTA:** O "Índice de Plasticidade (IP)" da fração que passa na peneira nº 40 deve ser inferior a 2.

O material deverá ser comprimido com rolo de 10 a 12 toneladas e acertado superficialmente, de modo a conformar-se à seção transversal do projeto, antes da distribuição da primeira camada de agregado.

## **b) Esparrame do Agregado Graúdo**

### **- Contenção Lateral da Base**

Quando a execução for feita em meia pista ou não houver contenção lateral, serão usadas formas de madeira (de espessura mínima de 5 cm) ou metálicas, de altura suficiente para a retenção do material solto, assentadas em conformidade com os alinhamentos e perfis de projeto, de forma a não poder deslocar-se.

### **- Esparrame do Agregado Graúdo**

O agregado graúdo, na quantidade necessária, será esparramado sobre o leito em uma camada de espessura uniforme, que não deverá ser superior a 10 cm, depois de compactada.

O esparrame deverá ser feito de modo que não haja segregação das partículas de agregado por tamanho.

Os fragmentos alongados, lamelares, ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície do agregado esparramado, deverão ser removidos.

Após o esparrame do agregado, será feita a verificação da superfície por meio de cordéis ou gabaritos cujo bordo longitudinal inferior tenha a forma do contorno transversal da base concluída, sendo então executado acerto manual da base, com utilização de garfos e pás, corrigindo-se os pontos com excesso ou deficiência de material. Na correção de depressões de pequena profundidade, é vedada a utilização de brita miúda, devendo ser usado material de granulometria idêntica a da base.

## **c) Compressão de Camada de Agregado Graúdo**

A compressão inicial deve ser feita em toda a largura da faixa, com rolo de 3 rodas lisas, de 10 a 12 toneladas, em marcha lenta, a velocidade de 30 a 40 m por minuto.

Nos trechos retilíneos, a compressão deve progredir dos bordos para eixo e, nas curvas, do bordo mais baixo para o mais alto, sempre paralelamente ao eixo longitudinal.

Em cada deslocamento do rolo compressor, a faixa anteriormente comprimida deve ser recoberta de, no mínimo, metade da largura da roda traseira do rolo. As manobras do rolo devem ser feitas sempre fora do trecho em compressão.

O rolo deve dar duas passagens preliminares, cobrindo todo o trecho, fazendo-se então nova verificação dos greides longitudinais e transversais e as necessárias correções iniciando-se, então, a partir dos bordos, a compressão propriamente dita.

A operação de compressão deve prosseguir até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo, que deixa de formar onda diante do rolo.

Nos lugares inacessíveis ao compressor ou onde seu emprego não for recomendável, o agregado deverá ser apiloado por meio de soquetes que produzam compactação equivalente a do compressor.

Quando o agregado for suportado lateralmente por escora de terra, ou por acostamento, a rolagem deverá ser iniciada ao longo das juntas, de modo que a roda traseira cubra porções iguais do acostamento e da base, marchando o compressor para diante e para trás até que o material da base do acostamento se tornem firmemente comprimidos um de encontro ao outro.

Depois da rolagem, a uniformidade da espessura da camada deverá ser verificada pela FISCALIZAÇÃO por meio de tantos furos quantos forem julgados necessários, locados e abertos conforme for determinado.

A abertura e o preenchimento dos furos para a verificação da uniforme da espessura deverão ser feitos pela firma CONTRATADA, a sua custa, e conforme a FISCALIZAÇÃO determinar.

#### **d) Esparrame, Compressão e Varredura do Material de Enchimento**

O material de enchimento deverá, a seguir, ser gradativamente esparramado por meios mecânicos ou manuais em camadas finas e varrido de forma a não impedir o contato do rolo compressor com o agregado graúdo.

E vedada a descarga do material de enchimento em pilhas sobre o agregado graúdo.

O esparrame e varredura por meio de vassouras manuais ou mecânicas do agregado miúdo, acompanhado de rolagem, prosseguirão até que não se consiga, a seco, mais penetração do material de enchimento nos vazios do agregado graúdo.

Para verificar se o enchimento a seco é satisfatório, bate-se na base com um cabo de ferramenta e verifica-se nos interstícios superficiais, entre a brita graúda, antes fechados, se aparecem pequenos orifícios, caso em que deve prosseguir ao enchimento a seco, a não ser que haja esmagamento excessivo.

#### **e) Irrigação**

Deverá então ser procedida a irrigação da base, ao mesmo tempo em que se espalha material de enchimento adicional e se continua com as operações de varredura, sucessivamente, até não se conseguir mais penetração do material de enchimento nos vazios do agregado graúdo.

#### **f) Compressão Final**

Terminadas as operações de irrigação, esparrame de material de enchimento e varredura, espera-se que a camada esteja suficientemente seca para evitar aderência de material ao rolo, e inicia-se a compressão final, das bordas para o eixo, da forma anteriormente descrita.

A compressão deve ser suspensa quando desaparecerem as ondulações na frente do rolo e o macadame se encontrar completamente firme.

O resultado do enchimento final poderá ainda ser verificado pela retirada, de uma pedra da base; se a superfície descoberta ficar contínua e definida pela forma da pedra retirada, o enchimento é satisfatório.

#### **g) Execução em Camadas**

No caso da base ser composta por mais de uma camada, conforme o projeto estabeleça, construir-se-á cada uma de acordo com as prescrições da presente instrução.

#### **h) Compressão com Vibração**

E permitido o emprego de compressão com vibração, principalmente para facilitar a operação de enchimento, desde que adotadas as precauções devidas.

O material de enchimento deve ser aplicado em quantidade inicial da ordem de 50 a 75% do total, e o restante em uma ou duas aplicações. O número de passagens do rolo vibratório deve ser limitado pelo perigo de deslocar o agregado graúdo já entrosado.

#### **i) Reconstrução de Trechos Defeituosos**

Nos pontos ou trechos onde, a critério da FISCALIZAÇÃO, o serviço se apresentar com defeitos, o material deverá ser removido e a base será reconstruída como se fosse uma base nova.

### **1.10.6.2. Base de Concreto Magro**

#### **a) Materiais**

Todos os materiais componentes do concreto deverão satisfazer às Especificações em vigor.

O concreto deverá ser dosado de modo a garantir:

- resistência à compressão aos 28 dias de idade compreendida entre 120 e 160 Kg/cm<sup>2</sup>;
- porcentagem em peso de agregado miúdo na mistura igual ou inferior a 40%;
- diâmetro máximo do agregado graúdo igual ou inferior a 50 mm;
- trabalhabilidade adequada ao processo construtivo, não devendo segregar no transporte, lançamento ou adensamento.

#### **b) Equipamento**

O equipamento mínimo para a execução de bases de concreto magro será constituído por:

- dois (2) vibradores de imersão;
- uma (1) placa vibradora;
- uma (1) betoneira, ou conjunto de betoneiras com capacidade mínima de 15 m<sup>3</sup>/hora;
- pequenas ferramentas, tais como, enxadas, pás, garfos, régua etc.

Será dispensada a betoneira sempre que o concreto for do tipo "pré-misturado" e fornecido na obra por caminhão-betoneira, ou basculante (para menos de 30 minutos de transporte).

### **c) Execução**

A base de concreto será executada sobre sub-base de macadame hidráulico com as respectivas espessuras fixadas pelo projeto.

O espalhamento do concreto magro será executado manualmente com ferramentas de mão, tais como, pás, enxadas, etc., evitando-se sempre a segregação dos materiais. O concreto deverá ser distribuído com ligeiro excesso por toda a largura da faixa em execução de modo que após as operações de adensamento, seja obtida em qualquer ponto do pavimento a espessura do projeto.

Antes do lançamento do concreto, a superfície do macadame hidráulico deverá ser umedecida ou impermeabilizante com pintura asfáltica.

Logo após o espalhamento será iniciado o adensamento por meio dos vibradores de imersão.

Uma vez adensada, a superfície deverá ser regularizada, corrigindo-se quaisquer depressões ou deficiências de espessura com concreto recém-misturado.

Concluídas as operações de regularização e comprovada a espessura de projeto em todo o trecho em construção, a superfície será ligeiramente alisada e revibrada com auxílio de placas ou régua vibrantes. Nesta operação poderão ser utilizados rolos lisos.

O tempo decorrido desde o lançamento do concreto até o fim da operação descrita no item anterior, não deverá exceder a 2 (duas) horas.

Terminadas as operações de adensamento, a superfície do concreto deverá ser protegida para a cura adequada do concreto, a fim de evitar a evaporação da água de amassamento. Esta proteção será feita por meio de pintura impermeabilizante com asfaltos diluídos na razão de 0,8 a 1,0 litro por metro quadrado, ou produto químico líquido para formação de película impermeabilizante com asfaltos diluídos na razão 0,8 a 1,0 litro por metro quadrado, ou produto químico líquido para formação de película impermeabilizante na quantidade especificada pelo fabricante.

Caso não seja executada a proteção e cura por meio de pintura impermeabilizante, a superfície do concreto deverá ser mantida constantemente úmida, por período mínimo de três (3) dias.

Não será permitido o tráfego de veículos antes de findar os três (3) dias de cura. Após a cura, não sendo executado imediatamente o revestimento, o tráfego só será permitido mediante autorização da FISCALIZAÇÃO.

#### **1.10.6.3. Imprimação Impermeabilizante Betuminosa**

A imprimação impermeabilizante betuminosa consistirá na aplicação de material betuminoso de baixa viscosidade, diretamente sobre a superfície previamente preparada de uma sub-base ou base constituída de macadame hidráulico, solo estabilizado, solo melhorado com cimento ou solo-cimento, que irá receber um revestimento betuminoso.

A imprimação deverá obedecer às seguintes operações:

- Varredura e limpeza da superfície;
- Secagem da superfície;
- Distribuição do material betuminoso;
- Repouso da imprimação;
- Esparrame de agregado miúdo (quando necessário).

#### **a) Materiais**

##### **- Material Betuminoso**

O material betuminoso, para efeito da presente instrução, deverá ser, a critério da FISCALIZAÇÃO, asfalto "cut-back" tipos "MC-O" ou MC-1 e emulsões catiônicas.

O material betuminoso referido deverá estar isento de água e obedecer respectivamente às instruções vigentes na Prefeitura Municipal para pavimentação.

##### **- Agregado Miúdo**

O agregado miúdo, quando usado, deverá ser pedrisco com 100% de material passando na peneira nº 4 (4,76 mm) e isento de substâncias nocivas e impurezas.

#### **b) Equipamento**

O equipamento necessário para a execução de imprimação impermeabilizante betuminosa deverá consistir de vassourões manuais ou vassoura mecânica, equipamento para aquecimento de material betuminoso sob pressão e distribuidor manual de material betuminoso.

##### **- Vassourões Manuais**

Deverão ser número suficiente para o bom andamento dos serviços e ter os fios suficientemente duros para varrer a superfície sem cortá-la.

##### **- Vassoura Mecânica**

Deverá ser construída de modo que a vassoura possa ser regulada e fixada em relação à superfície a ser varrida, e possa varrê-la perfeitamente sem cortá-la ou danificá-la de qualquer maneira.

##### **- Equipamento para Aquecimento de Material Betuminoso**

Deverá ser tal que aqueça e mantenha o material betuminoso de maneira que satisfaça aos requisitos dessa instrução; deverá ser provido de pelo menos um termômetro, sensível a 1°C, para determinação das temperaturas do material betuminoso.

- **Distribuidor de Material Betuminoso sob Pressão**

Deverá ser equipado com aros pneumáticos, e ter sido projetado a funcionar de maneira que distribua o material betuminoso em jato uniforme, sem falhas, na quantidade e entre os limites de temperatura estabelecidos pela instrução.

- **Distribuidor Manual de Material Betuminoso**

Será a mangueira apropriada do distribuidor de material betuminoso sob pressão.

### **c) Construção**

- **Varredura e Limpeza de Superfície**

A varredura da superfície a ser imprimada deverá ser feita com vassourões manuais ou vassoura mecânica especificada e de modo que remova completamente toda terra, poeira e outros materiais estranhos.

Quando a superfície a ser imprimada for constituída de macadame hidráulico, a varredura deverá prosseguir até que os fragmentos de pedras entrosados, que compõem o macadame, sejam descobertos e limpos, mas não desalojados.

A limpeza deverá ser feita com tempo suficiente para permitir que a superfície seque perfeitamente antes da aplicação do material betuminoso, no caso de serem aplicados MCs.

O material removido pela limpeza terá o destino que a FISCALIZAÇÃO determinar.

- **Distribuição do Material Betuminoso**

O material betuminoso deverá ser aplicado por um distribuidor, sob pressão, nos limites de temperatura de aplicação especificados nas instruções vigentes na Prefeitura Municipal para pavimentação e na razão de 1 (um) a 1,5 litros por metro quadrado, conforme a FISCALIZAÇÃO determinar.

Deverá ser feita nova aplicação de material betuminoso nos lugares onde, a juízo da FISCALIZAÇÃO, houver deficiência dele.

- **Repouso da Imprimação**

Depois de aplicada, a imprimação deverá permanecer em repouso durante o período de 24 horas pelo menos, para o caso dos MCs.

Esse período poderá ser aumentado pela FISCALIZAÇÃO em tempo frio.

A superfície imprimida deverá ser conservada em perfeitas condições até que seja colocado o revestimento.

- **Esparrame de Agregado Miúdo**

Sobre os lugares onde houver excesso de material betuminoso, deverá ser esparramado agregado miúdo especificado, conforme a FISCALIZAÇÃO determinar, antes de ser colocado o revestimento.

#### **1.10.6.4. Imprimação Ligante Betuminosa**

A imprimação ligante betuminosa consistirá na aplicação de material betuminoso diretamente sobre uma superfície betuminosa ou de concreto já existente, para assegurar sua perfeita ligação com um novo revestimento betuminoso.

A imprimação ligante deverá obedecer às seguintes operações:

- Varredura e limpeza da superfície;
- Secagem da superfície;
- Distribuição do material betuminoso;
- Repouso da imprimação.

##### **a) Materiais**

O material betuminoso, para efeito da presente instrução, deve ser, a critério da FISCALIZAÇÃO, asfalto recortado (cut-back) dos tipos RC-0, RC-1, RC-2, RC-3, RC-4, ou emulsão asfáltica de cura rápida.

O material betuminoso referido deverá estar isento de água e obedecer às instruções da Prefeitura Municipal.

##### **b) Equipamentos**

A aparelhagem necessária à execução da imprimação ligante betuminosa deverá consistir de vassourões manuais ou vassoura mecânica, equipamento para aquecimento de material betuminoso, distribuidor de material betuminoso sob pressão e distribuidor manual de material betuminoso.

- **Vassouras Manuais**

Deverão ser em número suficiente para o bom andamento dos serviços e ter os fios suficientemente duros para varrer a superfície sem cortá-la.

- **Vassoura Mecânica**

Deverá ser construída de modo que a vassoura possa ser regulada e fixada em relação à superfície será varrida e possa varrê-la perfeitamente, sem cortá-la ou danificá-la de qualquer maneira.

- **Equipamento para Aquecimento de Material Betuminoso**

Deverá ser tal que aqueça e mantenha o material betuminoso de maneira que satisfaça aos requisitos desta instrução. Deverá ser provido de pelo menos um termômetro, sensível a 1°C para determinação das temperaturas do material betuminoso.

- **Distribuidor de Material Betuminoso sob Pressão**

Deverá ser equipado com aros pneumáticos e ter sido projetado a funcionar de maneira que distribua o material betuminoso em jato uniforme, sem falhas, na quantidade e entre os limites de temperatura estabelecidos nesta instrução.

- **Distribuidor Manual de Material Betuminoso**

Será a mangueira apropriada do distribuidor de material betuminoso.

### **c) Construção**

- **Varredura e Limpeza da Superfície**

A varredura da superfície a ser imprimada deverá ser feita com vassourões manuais ou vassoura mecânica especificada e,

de modo que remova completamente toda a terra, poeira e outros materiais estranhos.

O material removido pela limpeza terá o destino que a FISCALIZAÇÃO determinar.

- **Distribuição do Material Betuminoso**

O material betuminoso deverá ser aplicado por um distribuidor sob pressão, nos limites de temperatura de aplicação especificados nas instruções vigentes na Prefeitura Municipal e na razão de 0,5 a 1,2 litros por metro quadrado, conforme a FISCALIZAÇÃO determinar.

Deverá ser feita nova aplicação de material betuminoso com o distribuidor manual nos lugares onde, a juízo da FISCALIZAÇÃO houver deficiência dele.

- **Repouso da Imprimação**

Depois de aplicada, a imprimação deverá permanecer em repouso até que seque e endureça suficientemente para receber o revestimento.

A superfície imprimada deverá ser conservada em perfeitas condições, até que seja colocado o revestimento.

## - Secagem da Superfície

Quando o material betuminoso for asfalto recortado, sua aplicação só poderá ser feita quando a superfície a ser imprimada estiver completamente seca.

### 1.10.6.5. Revestimento de Concreto Asfáltico Usinado a Quente

O revestimento em concreto asfáltico consistirá de uma camada de mistura íntima, devidamente dosada e usinada a quente, constituída de agregado mineral graduado e material betuminoso, esparramado e comprimido a quente.

O processo de construção obedecerá as seguintes operações:

- Preparo dos materiais;
- Dosagem da mistura;
- Preparo da mistura betuminosa;
- Pintura das superfícies de contato;
- Transporte da mistura betuminosa;
- Esparrame, compressão e acabamento.

#### a) Materiais

##### - Agregado Mineral

Para efeito da presente instrução será constituído de uma mistura de pedra britada, pó de pedra, areia e "filler" e deverá apresentar conforme for determinado no projeto a seguinte graduação:

| DESIGNAÇÃO DAS PENEIRAS |       | PORCENTAGEM DO MATERIAL QUE PASSA |          |
|-------------------------|-------|-----------------------------------|----------|
| ABERTURA                |       | GRANULOMETRIA                     |          |
| ASTM                    | mm    | A                                 | B        |
| 3/4"                    | 19,1  | 100                               | -        |
| 1/2"                    | 12,7  | 95 - 100                          | 100      |
| 3/8"                    | 9,52  | -                                 | 92 - 100 |
| nº 4                    | 4,76  | 60 - 80                           | 74 - 90  |
| nº 8                    | 2,38  | 44 - 60                           | 60 - 80  |
| nº 40                   | 0,42  | 25 - 35                           | 30 - 50  |
| nº 80                   | 0,177 | 18 - 27                           | 16 - 32  |
| nº 200                  | 0,074 | 6 - 12                            | 6 - 12   |

Para ambas as graduações, a fração retida entre qualquer par de peneiras não deverá ser inferior a 4% (quatro por cento) do total.

Pelo menos a metade da fração que passa na peneira nº 200 deverá ser constituída de "filler" calcário.

##### • Pedra Britada

A pedra britada deverá consistir de fragmentos angulares, limpos, duros, tenazes e isentos de fragmentos moles ou alterados, de fácil desintegração. Deverá apresentar boa adensividade.

- **Areia**

A areia deverá ser lavada e isenta de substâncias nocivas, tais como: argila, mica, matéria orgânica, etc.

- **"Filler"**

O "filler" deverá ser constituído de pó calcário, cimento "Portland" ou cal hidratada; ao ser empregado deverá estar perfeitamente seco e isento de grumos. Quando analisado granulometricamente, deverá apresentar:

| DESIGNAÇÃO DAS PENEIRAS |       | PORCENTAGEM MÍNIMA<br>DE MATERIAL QUE PASSA |
|-------------------------|-------|---------------------------------------------|
| ABERTURA                |       |                                             |
| ASTM                    | mm    |                                             |
| nº 30                   | 0,59  | 100                                         |
| nº 100                  | 0,149 | 85                                          |
| nº 200                  | 0,074 | 65                                          |

- **Material Betuminoso**

O material betuminoso para efeito da presente instrução deverá ser o cimento asfáltico de penetração 50 - 60 ou 60 - 70 obtido pela refinação do petróleo e deverá obedecer as instruções vigentes na Prefeitura Municipal.

Em casos especiais e a critério do Laboratório - de Assistência e Pesquisa (LAP), poderá ser utilizado ainda o cimento asfáltico de penetração 85 - 100, para tanto, a firma CONTRATADA deverá apresentar ao LAP, anteriormente a usinagem, o novo projeto da mistura, acompanhado da justificativa da mudança do tipo de ligante.

- **Dosagem da Mistura Betuminosa e Estabelecimento da Fórmula de Trabalho**

Antes de iniciada a execução dos serviços, a firma CONTRATADA deverá encaminhar para exame e aprovação da FISCALIZAÇÃO o cálculo da mistura betuminosa, indicando o teor ótimo de ligante para a mistura agregados "filler" de acordo com o procedimento indicado pelo Método de Marshall.

## **b) Equipamento**

O equipamento para a execução dos serviços de revestimento de concreto asfáltico usinado a quente deverá consistir de: usina misturadora, veículos para transporte da mistura, acabadora, rolos compressores, termômetros, soquetes e pequenas ferramentas.

- **Usina Misturadora**

Poderá ser do tipo intermitente ou contínuo.

Deverá conter, além das partes fundamentais, os silos frios em número correspondente ao número de agregados a serem empregados no preparo do concreto asfáltico, silo para "filler", dotado de dispositivo que assegure a dosagem correta deste material, depósitos de asfalto em número suficiente ao bom funcionamento da usina, sendo vedada a mistura de tipos de cimentos asfálticos de penetração diferentes.

- **Veículos para Transporte de Mistura**

Deverão ser caminhões basculantes de caçambas metálicas providos de lona para proteção da mistura.

- **Acabadora**

Deverá ser automotora, promover a distribuição de qualquer tipo de mistura betuminosa na espessura e largura desejadas, nivelar e possibilitar uma superfície de rolamento lisa, suave e sem ondulações, com uma densidade uniforme em toda sua extensão.

- **Rolos Compressores**

Deverão ser automotores de 2 (duas) rodas lisas em tandem, com peso compreendido entre 5 e 8 toneladas.

Rolos pneumáticos com pressão regulada automaticamente poderão ser empregados.

- **Soquetes**

Poderão ser de qualquer tipo aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

- **Pequenas Ferramentas**

Pás, enxadadas, garfos, ancinhos, etc. deverão ser empregados em quantidade suficiente para o bom andamento dos serviços.

## c) Construção

- **Preparo dos Materiais**

As frações do agregado deverão ser reunidas em proporção tal que componham o agregado na graduação especificada.

O agregado antes de ser lançado na mistura deverá ser secado e aquecido até os limites da temperatura de aquecimento prevista para o ligante. Em nenhum caso o agregado será introduzido a uma temperatura de mais de 15°C acima da temperatura do material betuminoso.

O material betuminoso deverá ser uniformemente aquecido à temperatura de 140°C a 160°C.

A mistura deverá deixar a usina à temperatura não inferior a 135°C.

A mistura deverá ser espalhada à temperatura não inferior a 120°C.

#### - **Composição da Mistura**

Deverá ser adotado o Método Marshall para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, que devem satisfazer os valores abaixo:

- Pressão interna prevista (Lb/pol<sup>2</sup>) ..... 100;
- Porcentagem de vazios ..... 3 a 5;
- Relação betume - vazios % ..... 75 a 85;
- Estabilidade mínima (1b) ..... 500;
- Fluência máxima (1/100") ..... 20.

#### - **Preparo da Mistura**

O agregado mineral e o material betuminoso, nas quantidades e nas temperaturas indicadas, deverão ser misturados pelo misturador durante o tempo necessário para que todas as partículas do agregado fiquem completamente envolvidas pelo aglutinante betuminoso, tempo esse que será no mínimo 30 segundos.

#### - **Transporte da Mistura Betuminosa**

As misturas preparadas e entregues pela usina deverão ser transportadas para a obra em caminhões apropriados.

As superfícies internas das caixas dos caminhões poderão antes da carga, ser levemente lubrificadas com óleo fino. Não será permitido excesso de lubrificação, nem utilização de querosene, gasolina ou produtos similares.

#### - **Pintura das Superfícies de Contato**

As superfícies de contato das sarjetas deverão ser pintadas com uma camada delgada de material betuminoso, abaixo especificado, conforme determinação da FISCALIZAÇÃO:

| TIPOS               | TEMPERATURA DE APLICAÇÃO |
|---------------------|--------------------------|
| 1 - Cut-back RC - 1 | 27°C a 52°C              |

|                                               |               |
|-----------------------------------------------|---------------|
| RC - 2                                        | 27°C a 66°C   |
| RC - 3                                        | 52°C a 79°C   |
| RC - 4                                        | 66°C a 93°C   |
| 2 - Emulsão asfáltica de quebra rápida        | 15°C a 50°C   |
| 3 - Cimento asfáltico de penetração 150 - 200 | 135°C a 176°C |

#### - **Esparrame, Compressão e Acabamento**

A mistura betuminosa, somente, poderá ser esparramada depois da base ter sido aceita pela FISCALIZAÇÃO. Esta aceitação, todavia, não implica em eximir a firma CONTRATADA das responsabilidades futuras a qualquer deficiência de execução.

A mistura betuminosa deverá ser esparramada por acabadora de forma tal que permita, posteriormente, a obtenção de uma camada na espessura indicada pelo projeto, sem novas adições.

Após o esparrame da mistura betuminosa e assim que a mesma suporte o peso do rolo, deverá ser iniciada a sua compressão por meio de rolos compressores. Nos casos correntes a rolagem é operada entre 80°C a 120°C.

A compressão deverá começar nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro de modo que os rolos cubram uniformemente, em cada passada, pelo menos metade da largura do seu rasto da passagem anterior. Nas curvas a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o mais alto paralelamente ao eixo da via e nas mesmas condições de recobrimento do rasto.

Os compressores deverão operar, nas passagens iniciais, de modo que as faixas das juntas transversais ou longitudinais, na largura de 15 (quinze) centímetros não sejam comprimidas; depois de esparramada a camada adjacente, a compressão da mesma deverá abranger a faixa de 15 cm da camada anterior.

Em seguida, a compressão deverá prosseguir até que a textura e o grau de compressão da camada se tornem uniformes e a sua superfície, perfeitamente comprimida, não apresente mais sinais de rastos dos rolos.

Os compressores deverão operar numa velocidade compreendida entre 3,5 a 5 km/h/

Para impedir adesão do aglutinante betuminoso aos rolos, estes deverão ser molhados, não sendo, no entanto, permitido excesso de água.

Os compressores não poderão fazer manobra sobre as camadas que estejam sofrendo rolagem.

A compressão requerida, nos lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquetes manuais.

As depressões ou saliências que apareçam depois da rolagem, deverão ser corrigidas, pelo afrouxamento, regularização e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual a do material circunjacente.

#### **d) Controles**

##### **- Controle Tecnológico**

A firma CONTRATADA deverá manter junto à usina, um laboratório devidamente equipado para a realização de ensaios destinados ao controle da mistura betuminosa produzida. Os resultados deverão ser encaminhados ao Laboratório de Assistência e Pesquisas (LAP).

- **Controle da Uniformidade de Granulometria**

Semanalmente, durante a execução dos serviços, deverá ser feito pelo menos 1 (um) ensaio de granulometria de cada um dos agregados componentes da mistura.

Sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar oportuno, serão retiradas amostras do agregado mineral ou material betuminoso para os respectivos ensaios.

- **Controle da Quantidade de Ligante**

A quantidade de ligante deverá ser controlada periodicamente.

- **Controle da Graduação da Mistura de Agregados**

O controle de graduação da mistura de agregados deverá ser feito por meio de ensaio de granulometria. Este ensaio deverá ser repetido periodicamente, com duas amostras de cada vez, sendo que pelo menos uma deverá ser recolhida na própria usina, uma descarga sem ligante.

- **Controle de Temperatura**

O controle de temperatura deverá ser feito tanto na usina como na pista.

Na usina deverão ser controladas e anotadas as temperaturas dos agregados, do ligante e da mistura betuminosa enquanto na pista, as temperaturas de espalhamento e do início da rolagem.

- **Laboratório de Assistência e Pesquisas (LAP)**

O Laboratório de Assistência e Pesquisas (LAP), juntamente com a FISCALIZAÇÃO, verificará o fiel cumprimento pelas firmas CONTRATADAS dos controles mencionados nos itens anteriores.

## - Controle de Verificação

A FISCALIZAÇÃO executará na camada acabada as seguintes verificações:

### • Controle de Espessura

A uniformidade da espessura deverá ser verificada por meio de tantos furos, quantos forem julgados necessários.

A abertura e o preenchimento dos furos deverão ser feitos pela firma CONTRATADA a suas expensas.

A espessura média de um trecho não deve diferir de mais de 8% da espessura projetada; diferenças locais não devem ser superiores a 12%.

### • Controle da Densidade Aparente

A densidade aparente do material extraído da pista será executada de acordo com instruções da Prefeitura Municipal. A densidade aparente não deverá ser inferior a 95% da densidade aparente do projeto.

### • Controle do Teor de Ligante

O teor de ligante será determinado de acordo com instruções da Prefeitura Municipal. O teor de ligante não deverá afastar-se mais de 0,5 do teor de projeto.

### • Granulometria

A granulometria será realizada com os agregados resultantes da determinação do teor de ligante, mencionado no item anterior.

A distribuição granulométrica não deve afastar-se da do projeto mais do que as tolerâncias a seguir indicadas:

- |                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| ▪ % passando na peneira 1/4" e maiores: | ± 7%; |
| ▪ % passando na peneira nº 4:           | ± 5%; |
| ▪ % passando na peneira nº 8:           | ± 5%; |
| ▪ % passando na peneira nº 40:          | ± 5%; |
| ▪ % passando na peneira nº 80:          | ± 3%; |
| ▪ % passando na peneira nº 200:         | ± 2%; |

## **1.11. REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE**

### **1.11.1. Revestimento de Piso**

#### **a) Contra Pisos**

Serão aplicados como base de proteção para os pisos internos e externos em contato com o solo.

O terreno deverá ser molhado previamente, de maneira abundante, porém sem deixar água livre na superfície.

O concreto deverá ser lançado, espalhado e não desempenado sobre o solo, nivelado e compactado, depois de concluídas as canalizações de que deverão ficar embutidas no piso.

A superfície do contra piso deverá ser plana, porém rugosa, nivelada ou em declive, conforme indicação de projeto.

Quando não houver indicação no projeto, deverá ser adotada espessura mínima de 60 mm, com consumo mínimo de cimento de 210 kg/m<sup>3</sup>, adicionando-se impermeabilizante, conforme prescrição do fabricante e orientação da FISCALIZAÇÃO.

#### **b) Piso Cimentado Liso**

Deverá ser executado com espessura mínima de 20 mm e com cimento de fabricação recente, água isenta de óleos, ácidos etc. e areia média com diâmetro máximo de 2, 4 mm, isenta de argila, gravetos e impurezas orgânicas e, quando necessário, adicionar impermeabilizante.

A superfície deverá ser raspada de todo material resultante de queda e aderência quando da execução de revestimentos de paredes e tetos.

A superfície de base deverá ser limpa por varredura e lavada, no caso do capeamento ser executado sobre base já endurecida (laje de concreto).

A superfície deverá ser dividida em painéis, com juntas plásticas alinhadas, colocadas juntamente com a execução do revestimento e espaçadas conforme projeto arquitetônico.

Deverá ser usado gabarito para garantir a linearidade das juntas.

A argamassa deverá ser lançada sobre lastro ou base previamente saturados, porém sem água livre na superfície.

A superfície final deverá ser desempenada e alisada a colher, após o polvilhamento com cimento, misturado ou não com corante, de acordo com indicação da FISCALIZAÇÃO.

As juntas deverão ficar aparentes, lixando quaisquer irregularidades.

Desníveis de até 20 mm entre duas superfícies contíguas, deverão ter arestas boleadas, evitando-se cantos vivos.

A cura deve ser feita, conservando-se a superfície constantemente úmida durante sete dias.

### **1.11.2. Impermeabilização e Proteção Térmica**

Tem por objetivo a estanqueidade da obra, de forma a mantê-la protegida contra qualquer tipo de infiltração de água. A estanqueidade estará assegurada quando forem utilizados materiais impermeáveis adequados e de permanência definitiva.

A impermeabilização deverá ser aplicada apenas em superfícies resistentes, uniformes e perfeitamente secas, sendo obrigatório um mínimo de cinco dias de sol antes do início de seus serviços. Os tipos de impermeabilização são determinados em função da forma de penetração de água. Para efeito desta determinação, deverá ser considerada a penetração de água devido à pressão, percolação e umidade de solo; os tipos de impermeabilização decorrentes poderão ser de concretos e argamassas impermeáveis, membranas asfálticas ou poliméricas, revestimentos e pinturas impermeabilizantes.

A aplicação dos materiais impermeabilizantes, indicados no projeto, deverá seguir as recomendações dos fabricantes e ser feita por pessoal habilitado, tomando-se todas as precauções contra intoxicações e infiltração de gases.

Antes do início do trabalho de aplicação da impermeabilização, a superfície deverá estar convenientemente tratada, ou seja:

- As trincas e fissuras deverão ser identificadas e calafetadas com mástique elástico apropriado, mediante a abertura de canaleta em “U” ao longo da trinca ou fissura, nas dimensões de 10 mm de profundidade por 20 mm de largura, exceto as trincas localizadas internamente em estruturas hidráulicas;
- Cantos e arestas deverão estar devidamente arredondados, conforme normalização própria;
- Passagens de emergentes e tubulações através da peça a impermeabilizar deverão estar devidamente tratadas por meio de abertura de canaleta em “U” nas dimensões de 10 mm de profundidade por 20 mm de largura que será aberta ao longo do perímetro do emergente ou tubulação. Esta canaleta será preenchida com mástique elástico apropriado;
- Não será permitida a execução de arremates de sistemas impermeabilizantes em platibandas e/ou outros elementos perimetrais construídos com blocos de concreto ou tijolos furados;
- Deverão ser retirados todos os corpos contundentes salientes do concreto;
- A peça deverá estar totalmente limpa, seca e isenta de óleos e graxas.

Todos os materiais a serem utilizados deverão ter prévia autorização

#### **1.11.2.1. Impermeabilização Rígida com Argamassa**

Não poderá ser utilizada para impermeabilização interna de reservatórios decantadores ou peças destinadas ao armazenamento de água sob pressão.

A estrutura não poderá apresentar trincas e as existentes deverão ser tratadas; a superfície deverá apresentar-se limpa, isenta de corpos estranhos, com cantos arredondados e caimento mínimo de 1% em direção aos coletores, quando se tratar de lajes ou viga-calha.

A argamassa deverá ser confeccionada com aditivo impermeabilizante dissolvido na água, cimento e areia média.

A aderência da argamassa ao substrato deverá ser garantida através de chapisco.

O traço da argamassa deverá ser de cimento e areia na proporção 1:3 em volume; a quantidade de aditivo deverá seguir as recomendações do fabricante.

A aplicação deverá ser feita em três camadas de 10 mm cada, acabada com desempenadeira de madeira.

A cura de argamassa deverá ser constante através de molhagem, e por, no mínimo, três dias.

#### **1.11.2.2. Impermeabilização Betuminosa**

A aplicação e o consumo deverão seguir as recomendações do fabricante.

Quando for usado asfalto “in-natura”, este deverá ser do tipo oxidado, aquecido com temperatura não inferior a 180°C e não superior a 220°C, aplicado em, no mínimo, três camadas.

A película final resultante deverá ter consumo mínimo de 2 kg/m<sup>2</sup>.

Ocorrendo chuvas entre a aplicação de camadas sucessivas, o serviço deverá ser paralisado.

O reinício se dará somente quando a superfície estiver completamente isenta de umidade.

#### **1.11.2.3. Impermeabilização Composta por Pasta de Cimento e Polímeros**

Este sistema impermeabilizante, quando especificado, será obrigatoriamente aplicado nas faces internas das estruturas hidráulicas.

##### **a) Preparo da superfície**

- Regularizar a superfície, tampando os por maiores (profundidade maior que 5 mm), preparando-a para receber a impermeabilização, com uma mistura de cimento e areia fina na proporção de 1:2 em volume, aplicada com esponja;
- Os poros menores (profundidade menor que 5 mm) deverão ser corrigidos com o próprio produto em consistência de pasta e aplicado com desempenadeira de aço. Os cantos vivos devem ser arredondados;
- Materiais aderidos ao concreto (nata, argamassa, etc.) deverão ser removidos.
- As trincas devem ser tratadas;

- As superfícies lisas deverão ser lixadas (lixa grossa ou escovas de aço) e aplicada uma pintura adesiva composta por cimento, areia fina, água e adesivo (componente líquido), precedendo à impermeabilização, na proporção:
  - Cimento: Areia - 4:4
  - Água: Adesivo - 1:1
- Molhar a superfície do concreto até a saturação.

#### **b) Preparo e aplicação da impermeabilização**

- Proceder à mistura do produto, obedecendo ao proporcionamento indicado pelo fabricante, até total homogeneidade do material.
- Aplicar três demãos cruzadas, utilizando brocha, tomando-se os cuidados a seguir:
- Aplicar nova demão cruzada, assim que a brocha não arranque (risque) a demão anterior. Caso contrário, se não houver tempo, curar a demão aplicada, borrifando água, assim que se note o endurecimento superficial da pintura, por um período de doze horas; em seguida encharcar a superfície e aplicar a nova demão cruzada.
- Curar a última demão durante doze horas de sua aplicação, molhar o revestimento abundantemente com água por um período de sete dias, e colocar a estrutura em carga.

**Obs.:** O consumo mínimo de cimento impermeabilizante deverá ser 1 kg/m<sup>2</sup>/demão e do componente líquido de 0,1 kg/m<sup>2</sup>/demão.

### **1.12. PINTURAS**

AS SUPERFÍCIES DESTINADAS A RECEBER PINTURA SERÃO RIGOROSAMENTE PREPARADAS COM A REMOÇÃO DE TODOS OS RESÍDUOS, SERÃO EMASSADAS, REGULARIZADAS, LIXADAS, LIMPAS E SECAS. ESTE PREPARO TAMBÉM DEVERÁ SER FEITO QUANDO AS SUPERFÍCIES FOREM TOTALMENTE EMASSADAS E APARELHADAS COM MASSA CORRIDA, ANTES DO RECEBIMENTO DA PINTURA.

A pintura deverá ser feita somente após secagem completa da superfície. Todos os elementos que não receberem pintura deverão estar protegidos de quaisquer respingos de tinta. Antes do início de qualquer pintura, o local de trabalho deverá estar limpo e livre de resíduos decorrentes do preparo das superfícies, não sendo permitida a execução simultânea de preparo de superfície e pintura.

O acabamento final da pintura deverá apresentar tonalidade uniforme, devendo aplicar-se tantas demãos quantas necessárias. As tintas deverão ser de primeira linha e estarem condicionadas em embalagens originais dos fabricantes, as cores serão as previstas no projeto. As pinturas de superfície externas não serão permitidas com tempo chuvoso e úmido. Após ocorrência de chuvas dever-se-á esperar que a superfície esteja totalmente seca para que sejam reiniciados os serviços. Todos os respingos de tintas deverão ser removidos no instante da ocorrência a fim de facilitar a limpeza final da obra.

As pinturas e dissoluções de tintas na obra deverão obedecer às especificações dos fabricantes e sua aplicação dar-se-á somente após a liberação da Fiscalização.

#### **1.12.1. Pintura a Cal**

São aplicáveis em superfícies internas e externas devidamente preparadas. As demãos deverão ser executadas em direções cruzadas; nos tetos, a última demão deverá, sempre, ser perpendicular aos vãos de luz.

Para as superfícies excessivamente absorventes, a primeira demão deverá conter óleo de linhaça.

#### **1.12.2. Pintura Látex a Base de PVA ou Acrílica**

Deverá ser aplicada massa de PVA ou acrílica (massa corrida), para o mesmo tipo de tinta.

Aplicar líquido selador, misturado com um pouco de tinta de acabamento ou corante concentrado.

No caso de pintura exterior, verificar se o produto é o indicado para esse fim.

Após secagem do fundo, aplicar às superfícies tantas demãos quantas necessárias para um perfeito acabamento, sendo que a Fiscalização deverá exigir, no mínimo, duas demãos de látex espaçadas de pelo menos três horas.

A aplicação deverá ser com trincha ou rolo, conforme instruções do fabricante.

#### **1.12.3. Pintura a Óleo e Esmalte**

A superfície deve ser preparada e receber uma demão primária seladora de acordo com o material a ser utilizado.

Após secagem de base, deverão ser aplicadas duas a três demãos de tinta a óleo, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas cada uma.

A superfície já pintada deverá ser lixada levemente com lixa d'água e seca antes da nova demão.

A aplicação deverá ser com trincha, rolo ou revólver, conforme instruções do fabricante.

#### **1.12.4. Pintura a Verniz**

Aplicada para proteção de superfícies de madeira, em uso interno ou externo.

Sobre a superfície previamente preparada será aplicada a primeira demão de verniz com o uso de "bonecos" de tecido de algodão.

Os orifícios deverão ser obturados com massa constituída de verniz, gesso, óleo de linhaça e corante, procurando, na dosagem, obter coloração próxima à da madeira natural.

Após a completa secagem, deverá ser feita um lixamento até a obtenção de uma superfície totalmente lisa. Aplicam-se mais duas demãos de verniz, aguardando-se os intervalos de total secagem, conforme instruções do fabricante.

#### **1.12.5. Pintura Grafite**

Aplica-se para proteção de peças metálicas, estruturas, postes de iluminação, caixilhos etc.

A superfície deverá ser preparada tomando-se cuidado especial na remoção de ferrugem. Em seguida deverá ser aplicada 1 (uma) demão de fundo anticorrosivo. Após secagem do fundo, deverão ser aplicadas duas a três demãos de grafite, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas entre cada uma.

A aplicação deverá ser por trincha, conforme instruções do fabricante.

#### **1.12.6. Pintura a Base de Silicone**

Esta pintura deverá ser aplicada para repelir a água em superfícies de alvenaria, concreto, argamassa e outros materiais que contenham silicatos.

A aplicação deverá ser efetuada somente em superfícies secas; revestimentos novos deverão secar durante 2 duas semanas; não deverá ser aplicado em dia chuvoso, aguardando-se pelo menos três dias após a última chuva.

Deverá ser aplicada uma demão abundante de modo que chegue a escorrer, ensopando a superfície.

Em paredes destinadas a receber pintura à base de cal ou cimento, a pintura deverá ser executada antes da aplicação do silicone.

A aplicação deverá ser por brocha ou revólver, que deverá ter bico largo e pressão baixa para evitar a pulverização, conforme as instruções do fabricante.

#### **1.12.7. Pintura Alumínio**

Recomendada para estruturas e perfis metálicos.

A superfície deverá ser preparada, dando-se especial atenção à eliminação de ferrugem.

Deverá ser aplicada demão primária, seladora, de acordo com o material a ser utilizado.

Após secagem da base, deverão ser aplicadas de duas a três demãos de tinta alumínio, com espaçamento mínimo de vinte e quatro horas entre cada uma.

A aplicação deverá ser com trincha ou revólver seguindo as instruções do fabricante.

#### **1.12.8. Pintura Antiferruginosa ou Primer**

Será aplicável em superfícies metálicas previamente lixadas, livres de ferrugens e rebarbas de soldas.

O lixamento deverá ser feito com lixa de ferro umedecida em querosene para facilitar a remoção da ferrugem. A pintura deverá ser feita imediatamente após a limpeza.

A pintura antiferruginosa deverá receber as correções e retoques que forem necessários, antes da pintura definitiva de acabamento.

As superfícies zincadas ou galvanizadas, como calhas, rufos, condutores etc.; deverão ser pintadas com "primer" à base de cromato de zinco, antes de receberem a pintura de acabamento, óleo, esmalte etc.

OBS.: A pintura de tubulações e acessórios nas estações de tratamento, de recalque e reservatórios, além da proteção anticorrosiva, deverá atender a estética e padronização de cores, conforme normas em vigor.

### **1.13. URBANIZAÇÃO**

#### **1.13.1. Cercas de Tela Tipo Alambrado**

A vedação será com tela de arame ou tela de arame revestido de PVC, com malha de no máximo 5 x 5 cm, do início da mureta até o início da deflexão do mourão, completada com fios de arame farpado. Os mourões serão de aço galvanizado, conforme descrito no projeto.

A fixação da tela na parte inferior será chumbada com grampos de arame galvanizado na mureta, constituída de duas fileiras de blocos de concreto ou de tijolos comuns, na altura definida no projeto.

Nos pontos de mudança de direção, interrupção e intermediários de trechos longos, os mourões deverão ser escorados com escoras colocadas com inclinação de 45°, em vãos máximos de 25 m de extensão. A pintura de acabamento será tinta esmalte.

#### **1.13.2. Plantio de Grama em Placas**

Deve-se proceder à limpeza, regularização e preparo da superfície com revolvimento do solo para se obter uma camada de até 0,20 m com granulação homogênea. Deixar o solo descansar durante trinta dias; verificar o pH do solo e, caso necessário, fazer as correções devidas. Fazer plantação de grama isenta de vegetação parasitária; adubação orgânica, natural ou química; cobertura com terra vegetal peneirada. As placas deverão receber uma compactação dosada para que as raízes da grama tenham contato mais íntimo com o solo. Fazer eventual cravação de piquetes em taludes; proteção; remoção do material excedente e manutenção por um prazo de sessenta dias; inclusive, a primeira poda da grama só deverá ser feita depois que o gramado tenha "fechado"; rega constante até que as placas fiquem homogeneamente arraigadas ao terreno.

#### **1.13.3. Plantio de Arbustos e Árvores**

Preparo das covas (tamanho mínimo de 0,40 x 0,40 x 0,40 m); a terra do plantio deverá estar livre de ervas daninhas, apresentando boa estrutura granulométrica; deverá ser incorporado esterco de curral bem curtido, ou similar, na proporção de 100 l/m<sup>3</sup> de terra.

Quando necessário, corrigir o pH do solo e após quinze dias aplicar uma adubação cpm NPK de 10:10:10, na base de 500 g/m<sup>3</sup> de terra. Após a colocação da muda no centro da cova, completar o vão formado com a terra adequada, compactando-a ao redor do torrão da planta.

Fazer irrigação logo após o plantio; todas as mudas isoladas deverão ser amparadas por meio de leitores que não deverão injuriar as raízes; dar proteção e manutenção até à pega final.

#### **1.13.4. Guarda-Corpo**

Será empregado guarda-corpo segundo o padrão estabelecido pela Contratante, utilizando-se perfis de PRFV Pultrudado, Ø 50 mm, pintados na cor amarela.

A altura do guarda-corpo deverá ser de 1,20 m, com barra inferior a 0,20 m do piso e a barra intermediária a 0,70 m. O comprimento máximo deverá ser 2,00 m. A fixação será feita por pequenas sapatas de PRFV pultrudado e chumbadores de expansão diâmetro mínimo 10 mm em aço inox AISI 304.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências do produto, fabricação ou desempenho.

#### **1.13.5. Grade de Piso**

##### **1.13.5.1. Moldadas**

Deverá ser empregada grade de piso em fibra de vidro, fabricadas com perfis pultrudados no formato “I”, com percentual de fibra de vidro de 65%, o que confere uma maior resistência mecânica em relação as que são produzidas por outros processos.

A distância entre os apoios não deverão ser maior que 1,00 m, e a largura e comprimento recomendados para o painel é de 1200mm x 2000mm. A altura mínima deverá ser de 38 mm. A superfície deverá ser antiderrapante e a resina deverá ser aditivada com retardante a chamas e com inibidor de raios ultravioleta.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências do produto, fabricação ou desempenho.

##### **1.13.5.2. Injetadas**

Deverá ser empregada grade de piso em fibra de vidro, injetadas, leves e de fácil corte que permitam rápida e eficiente montagem no local da obra. As grades deverão ser construídas com 60% de resina e 40% de fibra de vidro com superfície antiderrapante. A resina deverá ser aditivada com retardante a chamas e com inibidor de raios ultravioleta. são ideais contra a corrosão.

As grades injetadas em moldes fechados devem possuir excelente resistência mecânica e são indicadas para a aplicação em ambientes quimicamente agressivos.

A largura e comprimento recomendados para o painel é de 2000mm x 1000mm.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências do produto, fabricação ou desempenho.

#### **1.13.6. Escada Tipo Marinheiro**

As escadas tipo marinheiro com guarda corpo e patamar para descanso montados com grade de piso e apoiado sobre mão francesa com guarda corpo em todo perímetro.

Deverá ser fabricada pelo processo de pultrusão, em resina isoftálica reforçada com fibra de vidro e acabamento com véu de superfície. A superfície deverá ser antiderrapante e a resina deverá ser aditivada com retardante a chamas e com inibidor de raios ultravioleta.

A altura do guarda corpo deverá ser de 1,10 m e a distancia recomendada entre os montantes deverá ser de 1,00 m (máxima 1,20 m), a fixação será feita por pequenas sapatas (perfil pultrudado). A cor do guarda corpo deverá ser amarela e a da escada de marinheiro para a estrutura e grade de piso.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências do produto, fabricação ou desempenho.

## **2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS**

O presente relatório refere-se às Especificações Técnicas de Materiais e Equipamentos Hidráulicos a serem obedecidas na execução das obras.

Cabe salientar que ao longo deste relatório será chamado de CONTRATANTE o Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Piraí, FISCALIZAÇÃO a pessoa física ou jurídica designada pelo CIRP para fiscalizar a execução das obras e serviços, CONSTRUTORA a empresa designada pelo CIRP para a execução das obras e serviços e FORNECEDOR a empresa designada pelo CIRP para o fornecimento de materiais e equipamentos listados nesta especificação.

### **2.1. CONDIÇÕES GERAIS**

As condições gerais são exigências adicionais às especificações apresentadas para cada equipamento relacionado adiante e não subtraem e/ou eliminam as exigências estabelecidas nas mesmas.

Em relação às partes envolvidas no processo de fornecimento, montagem e instalação dos materiais e equipamentos, cabem as seguintes obrigações:

- **À CONTRATANTE:**
  - Adquirir, receber e aprovar os equipamentos e materiais;
  - Aprovar a montagem e a instalação realizadas dos equipamentos e materiais;
  - Definir eventuais procedimentos em caso de conflito entre FISCALIZAÇÃO, CONSTRUTORA e FORNECEDOR;
- **À CONSTRUTORA:**
  - Executar as obras civis de acordo com o projeto executivo fornecido pela CONTRATANTE;
  - Adequar as instalações civis, a critério da FISCALIZAÇÃO, para acomodar os equipamentos adquiridos pela CONTRATANTE;
  - Instalar os equipamentos adquiridos pela CONTRATANTE, seguindo as normas desta e as recomendações do FORNECEDOR e da FISCALIZAÇÃO. Opcionalmente, poderá empregar equipe certificada pelo FORNECEDOR;
- **AO FORNECEDOR:**
  - Fornecer equipamento compatível com as obras civis propostas no projeto executivo fornecido pela CONTRATANTE, sem que sejam necessárias adequações que descaracterizem o referido projeto;
  - Fornecer quadros de controle, comando e automação, incluindo cabos, eletrodutos, e demais peças e acessórios compatíveis com os equipamentos e que permitam o pleno funcionamento dos mesmos. O fornecimento deverá atender às normas da ABNT pertinentes. Os quadros deverão permitir a instalação de sistema de controle remoto, a critério da CONTRATANTE;
  - Providenciar assessoria e acompanhamento de montagem e instalação, caso sejam realizadas pela CONSTRUTORA;
  - Atender às normas da CONTRATANTE;
- **À FISCALIZAÇÃO:**
  - Acompanhar e fiscalizar a execução dos serviços de montagem e instalação;

- Aprovar a montagem e a instalação realizadas dos equipamentos e materiais, conforme orientações da CONTRATANTE;
- Definir eventuais procedimentos em caso de conflito entre CONSTRUTORA e FORNECEDOR, com anuência da CONTRATANTE.

O FORNECEDOR deverá assumir total responsabilidade pelo projeto adequado e coordenado do equipamento a ser fornecido. Amplos fatores de segurança deverão ser aplicados na totalidade do projeto, especialmente no caso das peças que serão sujeitas a tensões intermitentes, alternadas ou a choque, e ficarão submersas e/ou de difícil acesso após a conclusão da obra.

A tensão unitária máxima de qualquer material, desde que não especificado em contrário, não deverá exceder 33% da tensão mínima de escoamento ou 20% da resistência à tração mínima estabelecida pelas especificações aplicáveis para o material conforme o aqui exposto. As bases para o cálculo das resistências serão a tensão de serviço e as condições de operação aqui estabelecidas.

As proporções e dimensões das partes individuais do equipamento a ser fornecido de acordo com as especificações serão tais que cada peça resista plenamente a todas as tensões às quais venha a ser submetida em condições de operação ou de teste, sem nenhuma falta, distorção ou outra evidência de fraqueza.

Toda e qualquer parte sujeita à renovação periódica deve ser de fácil acesso, com uma desmontagem mínima do equipamento em questão.

A fabricação de todo equipamento deverá estar em conformidade com as mais modernas e melhores práticas de fabricação vigentes.

#### **2.1.1. Experiência**

O Fabricante do equipamento especificado deve ter no mínimo cinco anos de experiência na fabricação deste.

#### **2.1.2. Certificados**

O Fabricante deve fornecer certificado no qual se ateste que os equipamentos fornecidos são de fabricação atual e que estão dentro das normas e padrões vigentes estabelecidos.

#### **2.1.3. Normas**

Os equipamentos e materiais a serem fornecidos deverão estar de acordo com as seguintes Normas, quando aplicáveis:

- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- NEC: National Electric Code;
- ISO: International Organization for Standardization;
- IEC: International Electromechanica Commission;
- FPA: National Fire Protection Association;
- DIN: Deutsche Industrie Normen;
- BS: British Standards;

- SSPC: Steel Structures Painting Council;
- ANSI: American National Standards Institute;
- AISI: American Iron and Steel Institute;
- AISC: American Institute of Steel Construction;
- IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- NEMA: National Electrical Manufacturers Association;
- AWS: American Welding Society;
- ASME: American Society of Mechanical Engineers.

## **2.2. VÁLVULAS, REGISTROS, JUNTAS DE MONTAGEM E COMPORTAS**

### **2.2.1. Comportas**

#### **2.2.1.1. Considerações Gerais**

As comportas a serem fornecidas terão acionamento conforme especificado no projeto onde forem empregadas.

As comportas deverão ser laminadas de tal forma a resistir às condições hidráulicas de serviço, conforme desenhos de projeto. Os reforços deverão ser feitos no formato de uma alma moldada interiormente à comporta, proporcionando, assim, superfícies externas totalmente lisas, eliminando a formação de incrustações no corpo da comporta. Comportas que tenham elementos de reforço junto ao corpo não serão aceitas.

As hastes e guias deverão ser projetadas para transmitir, pelo menos, duas vezes a potência nominal do pedestal, com esforço de 18 Kgf na manivela ou volante. Hastes de mais de uma seção devem ser unidas por acoplamento de bronze, latão ou aço inoxidável rosqueados e chavetados ou furados e chavetados por pinos.

#### **2.2.1.2. Ensaaios e Inspeções**

##### **- Na Fábrica**

O Fornecedor deverá notificar a data dos testes com pelo menos 15 (quinze) dias de antecedência, e a CONTRATANTE se reserva o direito de ter um representante presente na ocasião da execução dos referidos testes (funcionamento e aceitação).

Se durante os testes, qualquer unidade não atender aos requisitos especificados e propostos, o Fabricante deverá fazer as necessárias alterações e os testes deverão ser repetidos até que o equipamento tenha funcionamento satisfatório, sem qualquer ônus adicional para a CONTRATANTE.

Será verificado o seguinte: estando a comporta completamente montada na posição vertical, ela deverá ser inspecionada na fábrica para se verificar o assentamento adequado.

##### **- Testes de Campo**

Após a instalação ter sido completada e na data previamente aprovada para realização dos testes, com os mecanismos lubrificados, a comporta deverá ser operada num ciclo completo de abrir e fechar.

Em seguida, com a pressão de correspondente ao sentido de fluxo positivo, o vazamento não deverá exceder a 1,25 l/min por metro do perímetro de assentamento da comporta.

Com relação à pressão correspondente ao sentido de fluxo negativo, o vazamento não deve exceder a 2,5 l/min por perímetro de assentamento da comporta.

A aceitação final do equipamento será baseada nos resultados desses testes de campo.

#### **2.2.1.3. Garantias**

Os equipamentos, seus componentes e auxiliares deverão ser garantidos pelo Fabricante durante um período de 24 (vinte e quatro) meses, após a data de emissão de certificados de recebimento para operação ou 30 (trinta) meses da data de entrega final dos equipamentos, prevalecendo o que ocorrer primeiro.

As garantias deverão cobrir quaisquer deficiências de projeto, fabricação ou desempenho dos equipamentos.

#### **2.2.1.4. Informações Requeridas com a Proposta**

O Proponente, por ocasião da proposta, deverá fornecer, baseado nos esquemas anexos e nas cotas indicadas, os pesos aproximados, separadamente, do quadro, da gaveta, etc., e o peso total da comporta.



**PROJETO EXECUTIVO  
DA BARRAGEM E SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO  
DO RIBEIRÃO PIRAÍ**

**DOCUMENTOS VALIDO PARA A ETAPA 1**

**Q-005**

**MEMORIAL DE QUANTIFICAÇÃO DE SERVIÇOS,  
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS  
DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES**



julho/2019

Rev-00

## **O-005 - QUANTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DO PIRAI**

### **1 - CANTEIRO DE OBRAS**

#### **1.1 - Canteiro de Obras**

Será utilizado o mesmo canteiro de obras dimensionado e orçado para o Barramento, Logo este item terá preço zero “0”.

##### ***1.1.1 - Operação/manutenção do canteiro de obras***

Será utilizado o mesmo canteiro de obras dimensionado e orçado para o Barramento, Logo este item terá preço zero “0”.

##### ***1.1.2 - Placa de Obra***

Será utilizado o mesmo canteiro de obras dimensionado e orçado para o Barramento, Logo este item terá preço zero “0”.

## **2 - SERVIÇOS TÉCNICOS**

### **2.1 - Locação e Cadastro**

#### ***2.1.1 - Locação do Sistema de Transposição de Peixes***

Duração\_obra := 4            meses (duração total da obra)

Estima-se que os serviços de locação irão abranger cerca de 50% do tempo de execução da obra:

Total\_Item := Duração\_obra·0.50

Total\_Item = 2.00    meses

### **3 - SERVIÇOS PRELIMINARES**

#### **3.1 - Limpeza do Terreno**

##### ***3.1.1 - Desmatamento e Limpeza Mecanizada de Terreno***

Inclui remoção de terra vegetal

Considerada a poligonal formada pelo limite das escavações do Sistema de Transposição de Peixes.

Esta área obtida diretamente no desenho leitura CAD

$$\text{Área\_limpeza} = 8083,00\text{m}^2$$

##### ***3.1.2 - Destocamento Mecanizado de Árvore***

Estimado em 1 árvore/250.0 m<sup>2</sup>, logo

$$\text{Destocamento} := \frac{\text{Área\_limpeza}}{250}$$

$$\text{Total\_Item} := \text{Destocamento}$$

$$\text{Total\_Item} = 32 \quad \text{árvores}$$

#### **3.2 - Trânsito e Segurança**

##### ***3.2.1 - Tapume Contínuo***

Apenas nas extremidades do stp:

$$\text{Total\_Item} = 40.00 \quad \text{m}^2$$

##### ***3.2.2 - Sinalização de Trânsito***

Apenas nas extremidades do stp:

$$\text{Total\_Item} = 40.00 \quad \text{m}$$

## **4 - MOVIMENTO DE TERRA**

### **4.1 - Escavação Geral**

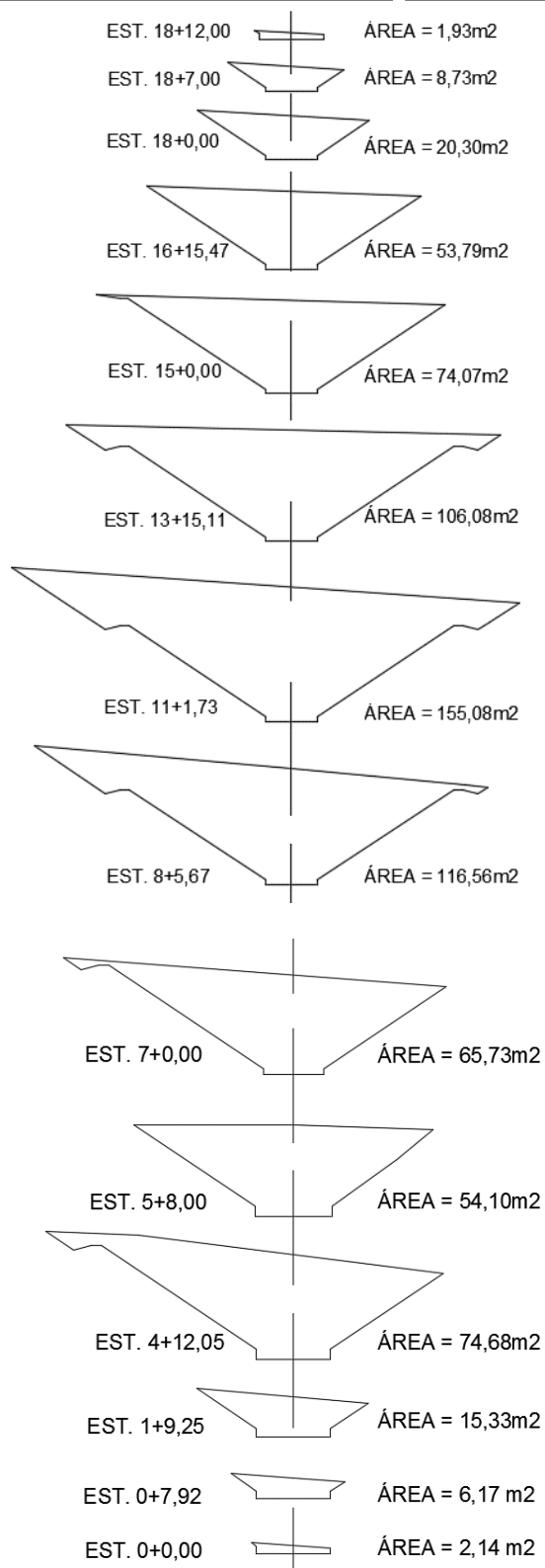
A base da estrutura do STP tem largura mínima de 4,30m, no topo da linha de escavação esta largura atinge até 33 metros. Com estas dimensões é possível realizar as escavações com a utilização de trator de esteira de até 160 HP com lâmina e pá carregadeira com até 170HP. (código da composição SINAPI 74151/001)

#### **4.1.1 - Escavação da área**

| SEÇÃO<br>(ESTACAS) | ÁREA<br>(m2) | ÁREA MÉDIA<br>(m2) | DISTÂNCIA<br>(m) | VOLUME<br>(m3) | VOL. ACUMULADO<br>(m3) |
|--------------------|--------------|--------------------|------------------|----------------|------------------------|
| 0+0,00             | 0,00         |                    |                  |                |                        |
| 0+7,92             | 6,17         | 3,09               | 7,92             | 24,43          | 24,43                  |
| 1+9,25             | 15,33        | 10,75              | 21,33            | 229,30         | 253,73                 |
| 4+12,05            | 74,68        | 45,01              | 62,8             | 2.826,31       | 3.080,04               |
| 5+8,00             | 54,10        | 64,39              | 15,95            | 1.027,02       | 4.107,07               |
| 7+0,00             | 65,73        | 59,92              | 32               | 1.917,28       | 6.024,35               |
| 8+5,67             | 116,56       | 91,15              | 31,56            | 2.876,54       | 8.900,88               |
| 11+1,73            | 155,08       | 135,82             | 50,17            | 6.814,09       | 15.714,97              |
| 13+15,11           | 106,08       | 130,58             | 53,38            | 6.970,36       | 22.685,33              |
| 15+0,00            | 74,07        | 90,08              | 24,89            | 2.241,97       | 24.927,30              |
| 16+15,47           | 53,79        | 63,93              | 35,47            | 2.267,60       | 27.194,90              |
| 18+0,00            | 20,30        | 37,05              | 24,53            | 908,71         | 28.103,61              |
| 18+8,73            | 8,73         | 14,52              | 8,73             | 126,72         | 28.230,32              |
| 18+12,00           | 1,93         | 78,51              | 3,27             | 256,71         | 28.487,04              |

As áreas foram obtidas diretamente das seções do desenho ..... através do CAD

Total\_Item = 28.487,04 m<sup>3</sup>



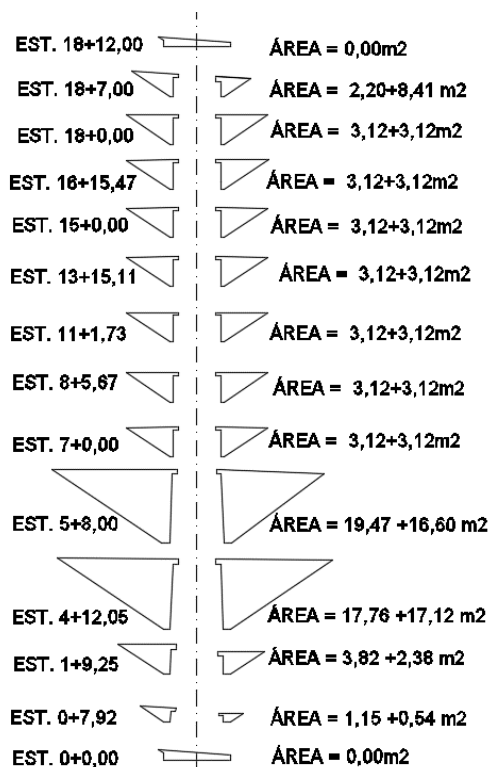
## 4.2 - Aterros e Dreno

### 4.2.1 - Aterro compactado com controle

| SEÇÃO<br>(ESTACAS) | ÁREA<br>(m <sup>2</sup> ) | ÁREA MÉDIA<br>(m <sup>2</sup> ) | DISTÂNCIA<br>(m) | VOLUME<br>(m <sup>3</sup> ) | VOL. ACUMULADO<br>(m <sup>3</sup> ) |
|--------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 0+0,00             | 0,00                      |                                 |                  |                             |                                     |
| 0+7,92             | 1,69                      | 0,85                            | 7,92             | 6,69                        | 6,69                                |
| 1+9,25             | 6,20                      | 3,95                            | 21,33            | 84,15                       | 90,84                               |
| 4+12,05            | 34,88                     | 20,54                           | 62,8             | 1.289,91                    | 1.380,75                            |
| 5+8,00             | 36,07                     | 35,48                           | 15,95            | 565,83                      | 1.946,58                            |
| 7+0,00             | 6,24                      | 21,16                           | 32               | 676,96                      | 2.623,54                            |
| 8+5,67             | 6,24                      | 6,24                            | 31,56            | 196,93                      | 2.820,47                            |
| 11+1,73            | 6,24                      | 6,24                            | 50,17            | 313,06                      | 3.133,53                            |
| 13+15,11           | 6,24                      | 6,24                            | 53,38            | 333,09                      | 3.466,62                            |
| 15+0,00            | 6,24                      | 6,24                            | 24,89            | 155,31                      | 3.621,94                            |
| 16+15,47           | 6,24                      | 6,24                            | 35,47            | 221,33                      | 3.843,27                            |
| 18+0,00            | 6,24                      | 6,24                            | 24,53            | 153,07                      | 3.996,34                            |
| 18+8,73            | 10,61                     | 8,43                            | 8,73             | 73,55                       | 4.069,89                            |
| 18+12,00           | 0,00                      | 3,12                            | 3,27             | 10,20                       | 4.080,09                            |

As áreas foram obtidas diretamente das seções do desenho ..... através do CAD

Total\_Item = 4080,09 m<sup>3</sup>



## 4.3 - Carga, Transporte e Descarga

### 4.3.1 - Carga e Descarga de Solo

O 1º ciclo de carga e descarga está incluso no custo da escavação. Considera-se apenas a carga e descarga de 2º ciclo que corresponde a carga e descarga de material no local de aterros.

$\text{Carga\_desc} := \text{Escavação} - (\text{Aterro} + \text{Dreno Areia} + \text{Dreno Brita} + \text{Volume da Estr. STP})$

$\text{Carga\_desc} = 28487.04 - (4080.09 + 111.60 + 2560,20)$

Volume da Estrutura STP

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Área (vista lateral) | 1028 m <sup>2</sup>   |
| Largura externa      | 2,4 m                 |
| Volume 1             | 2467,2 m <sup>3</sup> |

Laje da base

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Comprimento | 372 m             |
| Largura     | 0,5 m             |
| Espessura   | 0,25 m            |
| Quantidade  | 2                 |
| Volume 2    | 93 m <sup>3</sup> |

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Volume STP | 2560,2 m <sup>3</sup> |
|------------|-----------------------|

$\text{Total\_Item} := \text{Carga\_desc}$

$\text{Total\_Item} = 21735.15 \text{ m}^3$

---

### ***4.3.2 - Transporte de Material Escavado***

Distância1 = 1.50 km (média para bota-fora)

Empolamento = 1.25

Total\_Item := Carga\_desc·Distância1·Empolamento

Total\_Item = 40753.41 m<sup>3</sup>xkm

#### ***1.1.1 - Espalhamento em Bota-Fora***

Total\_Item := Carga\_desc

Total\_Item = 21735.15 m<sup>3</sup>

## 5 - DRENAGEM

### 5.1.1 – Dreno - Areia

| SEÇÃO<br>(ESTACAS) | ALTURA<br>(m) | LARGURA<br>(m) | ÁREA<br>(m2) | 2 LADOS | ÁREA MÉDIA<br>(m2) | DISTÂNCIA<br>(m) | VOLUME<br>(m3) | VOL. ACUMULADO<br>(m3) |
|--------------------|---------------|----------------|--------------|---------|--------------------|------------------|----------------|------------------------|
| 0+0,00             | 0,00          | 0,3            | 0            | 0       |                    |                  |                |                        |
| 0+7,92             | 0,20          | 0,3            | 0,06         | 0,12    | 0,06               | 7,92             | 0,48           | 0,48                   |
| 1+9,25             | 0,66          | 0,3            | 0,198        | 0,396   | 0,26               | 21,33            | 5,50           | 5,98                   |
| 4+12,05            | 3,69          | 0,3            | 1,107        | 2,214   | 1,31               | 62,8             | 81,95          | 87,93                  |
| 5+8,00             | 3,90          | 0,3            | 1,17         | 2,34    | 2,28               | 15,95            | 36,32          | 124,25                 |
| 7+0,00             | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 1,53               | 32               | 48,96          | 173,21                 |
| 8+5,67             | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 0,72               | 31,56            | 22,72          | 195,93                 |
| 11+1,73            | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 0,72               | 50,17            | 36,12          | 232,06                 |
| 13+15,11           | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 0,72               | 53,38            | 38,43          | 270,49                 |
| 15+0,00            | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 0,72               | 24,89            | 17,92          | 288,41                 |
| 16+15,47           | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 0,72               | 35,47            | 25,54          | 313,95                 |
| 18+0,00            | 1,20          | 0,3            | 0,36         | 0,72    | 0,72               | 24,53            | 17,66          | 331,61                 |
| 18+8,73            | 0,48          | 0,3            | 0,144        | 0,288   | 0,50               | 8,73             | 4,40           | 336,01                 |
| 18+12,00           | 0,00          | 0,3            | 0            | 0       | 0,14               | 3,27             | 0,47           | 336,48                 |

Total\_Item = 336,48 m<sup>3</sup>

### 5.1.2 – Dreno – Brita

Altura = 0,5m

Largura = 0,3m

Comprimento = 372 x 2 = 744m

Totaldo Item: = 0,5 x 0,3x744

Total do item = 111,60m<sup>3</sup>

### 5.1.3 – Dreno – Tubo

Comprimento = 372m

Quantidade = 2 lados

Total \_Item:= comprimento x quantidade

Total\_Item = 744 m

## **6 - ESGOTAMENTO**

Potência := 3            cv

Tempo\_oper := 5            mês

Esgotamento := Potência·Tempo\_oper·30·24

Total\_Item := Esgotamento

Total\_Item = 10800    hp.h

## **7 - SISTEMA DE TRANSPosição DE PEIXES**

### ***7.1- Escoramentos***

#### ***7.1.1- Cimbramento tubular***

Estimativa de cimbramento

Prazo := 2 meses

Total\_Item := (1.00·3.00)·Prazo

Total\_Item = 6.00 m.mês

### **7.2- Estruturas e Fundações**

#### ***7.2.1- Formas***

Conforme desenhos do Projeto Estrutural EST-STP-128 e 129

| STP            | Quant | Face | Din.1<br>(m) | Din. 2<br>(m) | Din. 3<br>(m) | Área<br>(m2) | Perímetro<br>(m) | Concreto<br>(m3) | Formas<br>(m2) |
|----------------|-------|------|--------------|---------------|---------------|--------------|------------------|------------------|----------------|
| Laje de Fundo  |       |      | 29,8         | 3,9           | 0,45          | 13,41        | 67,4             | 6,03             | 36,40          |
| Laje de Fundo  |       |      | 62,81        | 4,3           | 0,45          | 28,2645      | 134,22           | 12,72            | 72,48          |
| Laje de Fundo  |       |      | 37,62        | 4,5           | 0,35          | 13,167       | 84,24            | 4,61             | 35,38          |
| Laje de Fundo  |       |      | 242,57       | 3,3           | 0,25          | 60,6425      | 491,74           | 15,16            | 147,52         |
| Paredes        | 2     | 2    |              |               | 0,3           | 114,19       |                  | 68,51            | 456,76         |
| Paredes        | 2     | 2    |              |               | 0,3           | 267,22       |                  | 160,33           | 1.068,88       |
| Paredes        | 2     | 2    |              |               | 0,3           | 165,56       |                  | 99,34            | 662,24         |
| Paredes        | 2     | 2    |              |               | 0,225         | 485,15       |                  | 218,32           | 1.940,60       |
| Parede Frontal | 1     | 2    |              | 3,7           | 2,4           | 0,99         |                  | 2,38             | 17,76          |
| Vigas          | 77    |      | 0,25         | 0,2           | 2             | 0,05         | 0,7              | 7,70             | 107,80         |
| Laje Superior  |       |      | 7            | 2             | 0,3           |              |                  | 4,20             | 14,00          |
| New Jersey     | 2     |      |              |               | 2,8           | 0,224        | 1,88             | 1,25             | 11,58          |
| Laje Entrada   |       |      |              | 2,35          | 2             | 0,515        |                  | 1,03             | 4,70           |
| Outros         |       |      |              |               |               |              |                  | 50,00            | 300,00         |
| TOTAL          |       |      |              |               |               |              |                  | 651,58           | 4.876,10       |

Total\_Item := Formas

Total\_Item = 4876,10 m²

### 7.2.2- Aço CA-50 6,4 mm a 12,5 mm

Conforme desenhos do Projeto Estrutural EST-STP-226 a 231

| Desenhos                                 | (ø mm) | 6,3       | 10     | 12,5          | 16        |
|------------------------------------------|--------|-----------|--------|---------------|-----------|
|                                          |        | PESO (kg) |        |               |           |
| EST-STP- 226                             |        |           | 3.864  | 8.699         | 1.539     |
| EST-STP- 227                             |        |           | 3.093  | 17.409        | 3.271     |
| EST-STP- 228                             |        |           | 7.372  | 2.927         | 11.076    |
| EST-STP- 229                             |        |           | 1.177  | 2.108         | 454       |
| EST-STP- 230                             |        |           | 616    | 362           | 1.082     |
| EST-STP- 231                             |        |           | 28.699 |               | 4.203     |
| PESO TOTAL (kg)                          |        |           | 44.821 | 31.505        | 21.625    |
| <b>Aço CA-50, diâmetro 6,3 a 12,5 mm</b> |        |           |        | <b>76.326</b> | <b>Kg</b> |
| <b>Aço CA-50, diâmetro 16 a 25 mm</b>    |        |           |        | <b>21.625</b> | <b>Kg</b> |

Total\_Item = 76326,00 kg

### 7.2.3 - Aço CA-50 16 mm a 25mm

Conforme desenhos do Projeto Estrutural EST-STP-226 a 231

Total\_Item = 21625,00 kg

### 7.2.4 - Concreto não Estrutural

Conforme desenhos do Projeto Estrutural EST-STP-128 e 129

|              |   |           |           |
|--------------|---|-----------|-----------|
| Comprimento  | = | 375       | m         |
| Larg. Média  | = | 4         | m         |
| Espessura    | = | 0,05      | m         |
| <b>Total</b> | = | <b>75</b> | <b>m3</b> |

Total\_Item := Concreto\_nest

Total\_Item = 75 m<sup>3</sup>

### 7.2.5 - Concreto Estrutural fck 30 MPa

Conforme desenhos do Projeto Estrutural EST-STP-128 e 129

Total\_Item := Concreto\_nest

Total\_Item = 651,58 m<sup>3</sup>

### 7.2.6 - Junta de Dilatação

|              |           |   |  |            |             |   |
|--------------|-----------|---|--|------------|-------------|---|
| Altura Média | 4,4 + 4,4 | m |  | Altura     | 2,10 + 2,10 | m |
| Largura      | 2         | m |  | Largura    | 2           | m |
| Quantidade   | 10        | m |  | Quantidade | 21          | m |
| Total        | 108       | m |  | Total      | 130,2       | m |

Total\_Item := 108 + 130,02

Total\_Item = 238,20 m

### 7.2.7 – Painel de Alvenaria Estrutural

*Quantificado e Orçado conforme projeto tendo como preço a composição S-026*

Total\_Item = 123 unidades

### **7.3- Revestimento e Proteção de Canais**

#### **7.3.1– Canaleta de drenage**

Comprimento obtido no desenho 275-TERR-STP-127

Canaleta := 926m

Total\_Item := Canaleta

Total\_Item = 926,00      m<sup>3</sup>

#### **7.3.2- Plantio de Grama**

Área obtida diretamente no desenho 275-TERR-STP-127

Para proteção do talude de jusante

Área\_planta := 7513,00      m<sup>2</sup>

Total\_Item := Área\_planta

Total\_Item = 7513,00      m<sup>2</sup>

## **8 - PAVIMENTAÇÃO E URBANIZAÇÃO**

### **8.1 - Regularização e Revestimento**

#### ***8.1.1 - Regularização Mecanizada de Superfície***

Regularização := 40.00·10.00 (acerto junto a pista da barragem)

Total\_item := Regularização

Total\_Item = 25110.30 m<sup>2</sup>

### **8.2 - Execução de Pavimentação**

#### ***8.2.1 - Meio Fio e Sarjeta***

MFS := 100 m (acerto junto a pista da barragem)

Total\_Item := MFS

Total\_Item = 100.00 m

#### ***8.2.2 - Pavimento de Bloco de Concreto***

Pavimento := Regularizaçãom<sup>2</sup>

Total\_Item := Pavimento (acerto junto a pista da barragem)

Total\_Item = 400.00 m<sup>2</sup>

#### ***8.2.3 - Sarjetão de Concreto***

Estimado 10 m (acerto junto a pista da barragem)

### **8.3 - Portões, Cercas, Muros e Alambrados**

#### ***8.3.1 - Portão de Tela***

Portão := 6·3

Total\_Item := Portão

Total\_Item = 18.00 m<sup>2</sup>

### **8.3.2 - Alambrado**

L\_alambrado := 60 m

H\_alambrado := 3.00 m

Total\_Item := L\_alambrado·H\_alambrado

Total\_Item = 180.00 m<sup>2</sup>

## **8.4 - Piasagismo**

### **8.4.1 - Plantio de Grama**

Grama := 60·4

Total\_Item := Grama

Total\_Item = 240.00 m<sup>2</sup>

### **8.4.2 - Plantio de Árvores**

Árvore := 20 (adotado para arborização na região da pista da barragem)

Total\_Item := Árvore

Total\_Item = 20 un

## **9- FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Consultar as listas dos desenhos do projeto hidráulico

### **9.1- Fornecimento de Materiais e Equipamentos Hidráulicos e Hidromecânicos**

#### ***9.1.1- Fornecimento de Materiais e Equipamentos conforme Lista LMH-001***

Fornecimento de materiais e equipamentos conf. desenhos

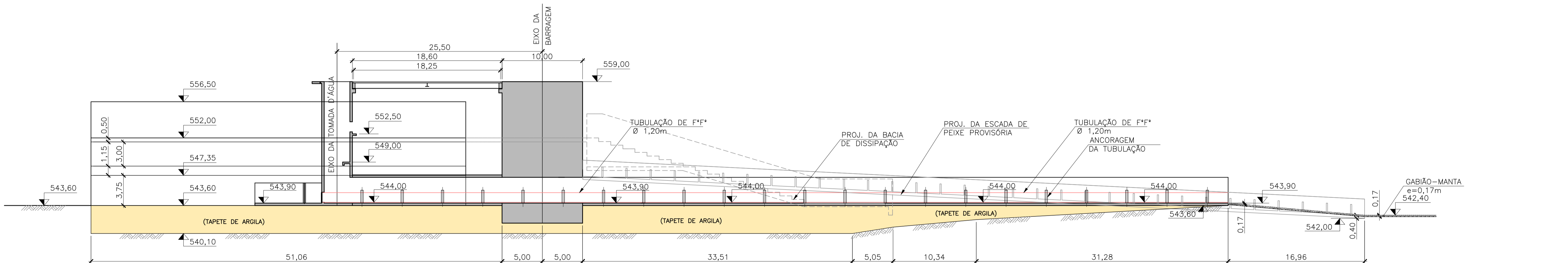
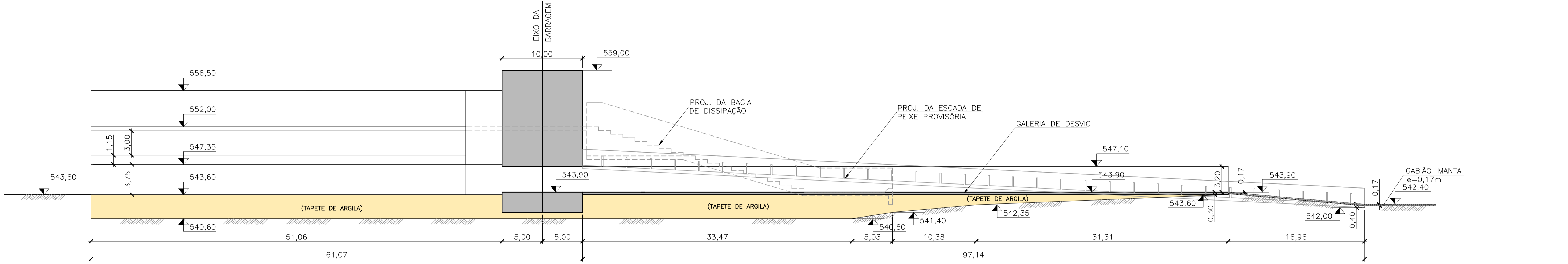
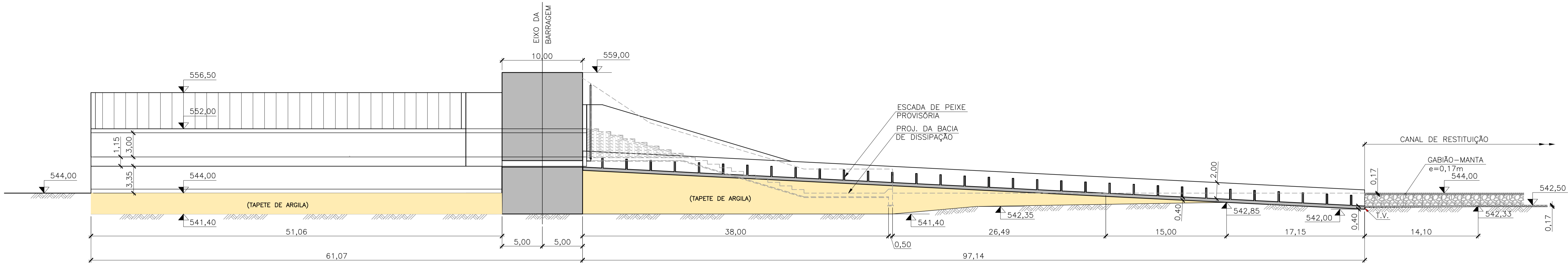
Total\_Item = 1.00    lista



## **10- MONTAGEM DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

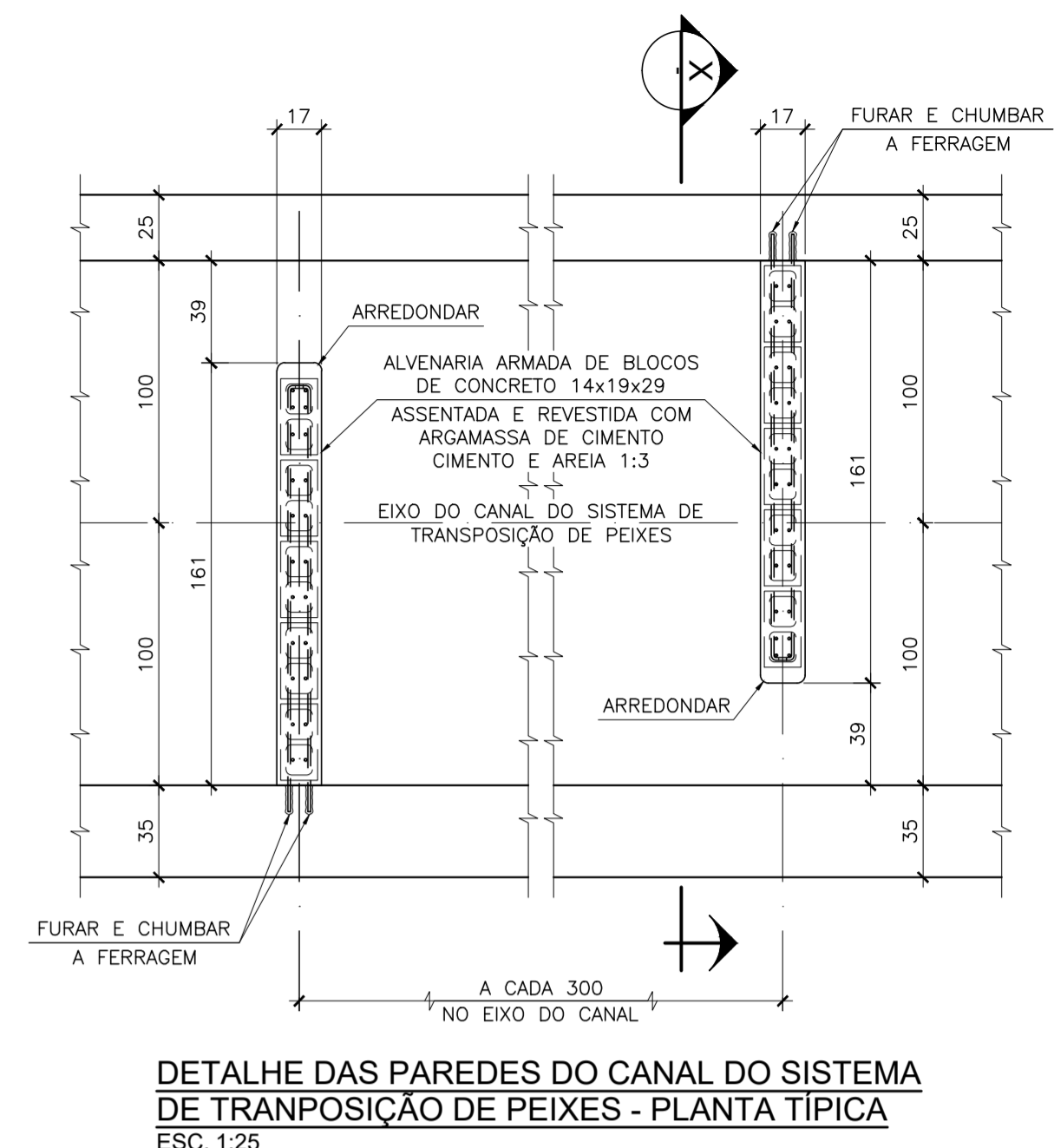
### **10.1- Montagem de Materiais e Equipamentos Hidráulicos e Hidromecânicos**

LMH1 :=  $30 \cdot (8 \cdot 1 \cdot 1)$  (1 unidade, 8 horas/dia, 30 dias de montagem, 1 equipe)

LMH1 = 240 eq.hora



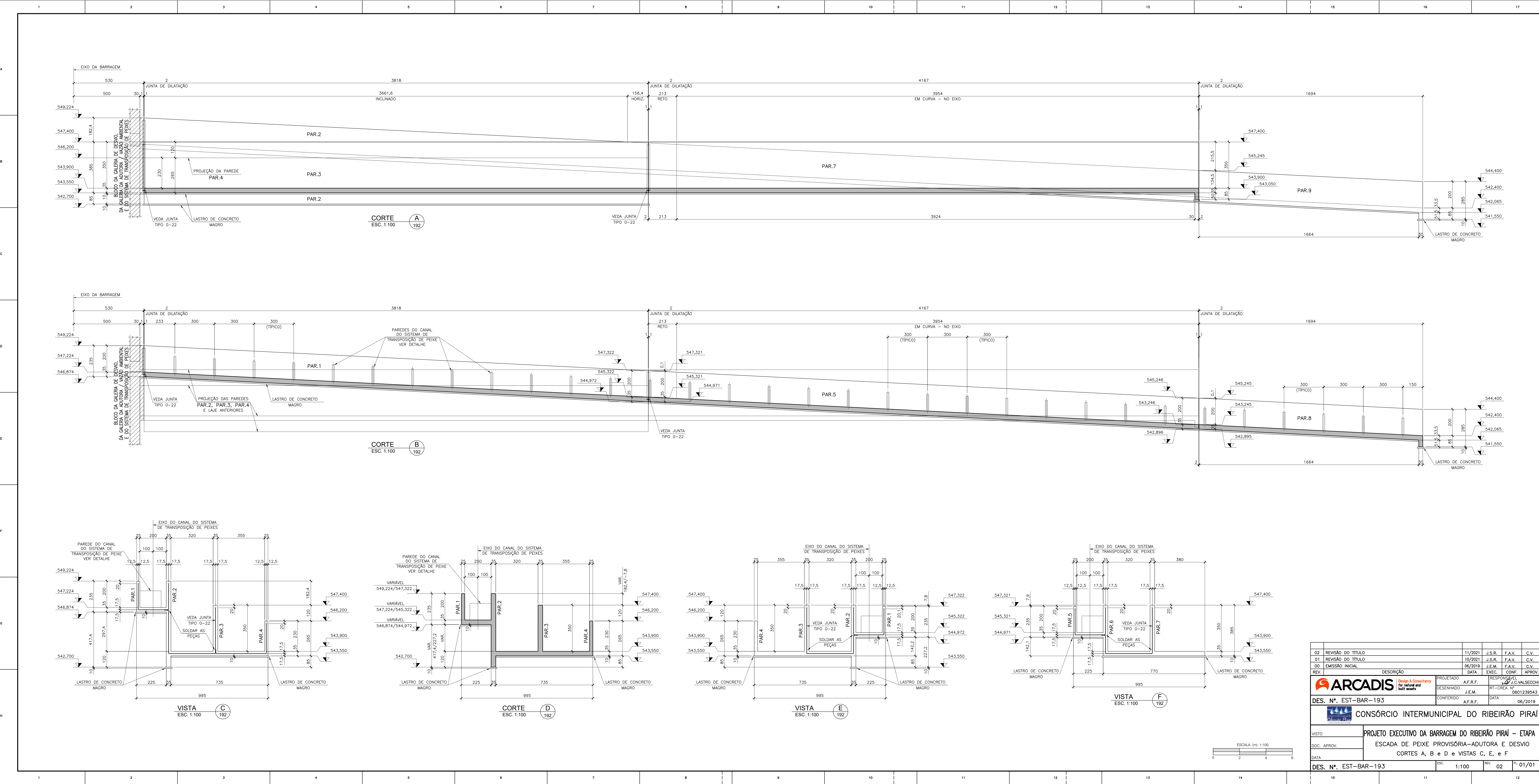
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                               |                                            |                       |                               |          |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|-----------|
| 02                                                                                                                                                                        | REVISÃO DO CARIMBO                                                                                                                            |                                            | 11/2021               | J.S.R.                        | A.F.R.F. | J.V.C.    |
| 01                                                                                                                                                                        | REVISÃO DO NOME DO DESENHO                                                                                                                    |                                            | 10/2021               | J.S.R.                        | A.F.R.F. | J.V.C.    |
| 00                                                                                                                                                                        | EMIÇÃO INICIAL                                                                                                                                |                                            | 06/2019               | A.M.N.                        | A.F.R.F. | J.V.C.    |
| REV.                                                                                                                                                                      | DESCRIÇÃO                                                                                                                                     |                                            | DATA                  | EXEC.                         | CONF.    | APROV.    |
|  <b>ARCADIS</b> <small>Design &amp; Consultancy for natural and built assets</small> |                                                                                                                                               | PROJETADO                                  | A.F.R.F.              | RESPONSÁVEL<br>J.V.C. VALSECH |          |           |
| DESENHADO                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                               | A.M.N.                                     | RT-CREA N° 0601239543 |                               |          |           |
| CONFERIDO                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                               | A.F.R.F.                                   | DATA                  | 06/2019                       |          |           |
| DES. N°. TERR-STP-129                                                                                                                                                     |                                                                                                                                               | CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO RIBEIRÃO PIRAI |                       |                               |          |           |
|                                                                                      |                                                                                                                                               |                                            |                       |                               |          |           |
| VISTO                                                                                                                                                                     | PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO RIBEIRÃO PIRAI – ETAPA 1<br>1 º FASE – PERFIS LONGITUDINAIS DA ESCADA DE PEIXE SECUNDÁRIA, GALERIA E ADUTORA |                                            |                       |                               |          |           |
| DOC. APROV.                                                                                                                                                               |                                                                                                                                               |                                            |                       |                               |          |           |
| DATA                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                               |                                            |                       |                               |          |           |
| DES. N°. TERR-STP-129                                                                                                                                                     |                                                                                                                                               | ESC.                                       | 1:250                 | REV.                          | 02       | FL. 01/01 |



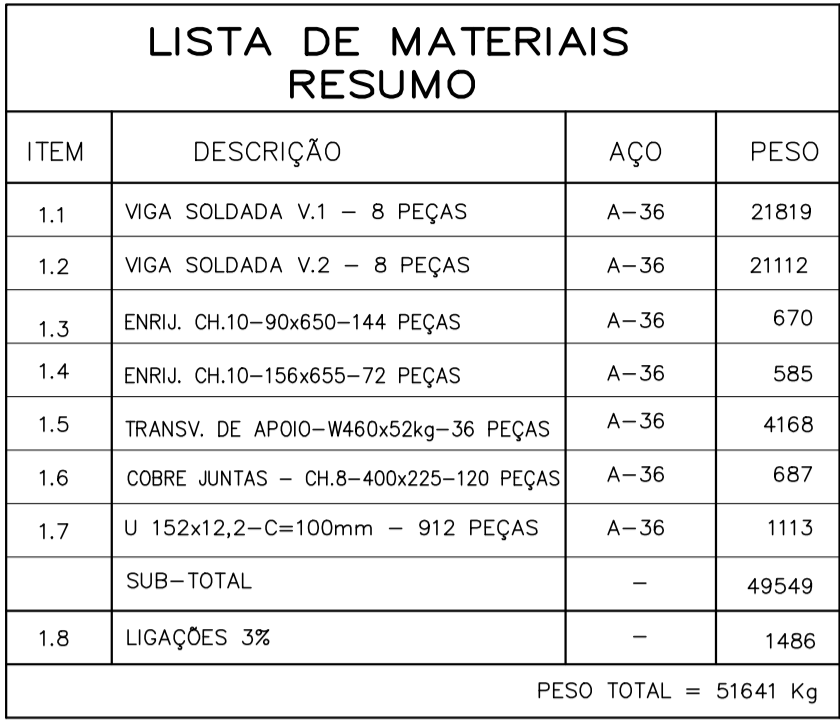
### NOTAS GERAIS:

- 1 - DIMENSÕES EM CENTÍMETRO, ELEVAÇÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 - MATERIAIS:  
CONCRETO ESTRUTURAL :  $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ ;  
CONCRETO MAGRO E ENCHIMENTO :  $15 \text{ MPa} \leq f_{ck} \leq 18 \text{ MPa}$ .
- 3 - A RAHINHA DO VEDA JUNTA JEEEN DEVE SER LISA, UNIFORME E LIMPA DE QUALQUER RESÍDUO ANTES DA INSTALAÇÃO.
- 4 - OS VEDA JUNTAS JEEEN DEVEM SER COLOCADOS SOMENTE NAS JUNTAS DOS CONTORNOS HIDRÁULICOS.
- 5 - A INSTALAÇÃO DOS VEDA JUNTAS DEVE SEGUIR RIGOROSAMENTE AS INSTRUÇÕES DO FABRICANTE.

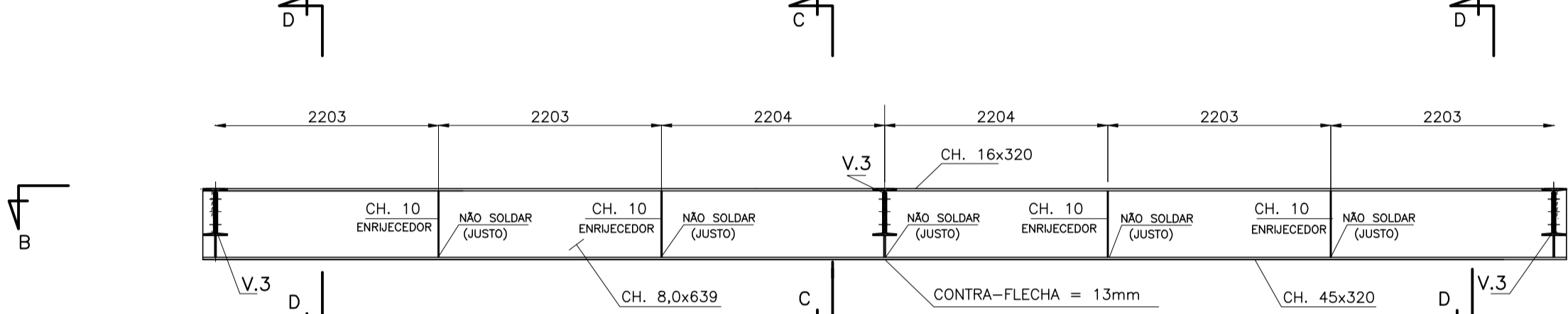
[illegible]



|                                                                                      |                   |           |          |             |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|----------|-------------|----------------|
| 02                                                                                   | REVISÃO DO TÍTULO | 11/2021   | J.S.R.   | F.A.V.      | C.V.           |
| 01                                                                                   | REVISÃO DO TÍTULO | 10/2021   | J.S.R.   | F.A.V.      | C.V.           |
| 00                                                                                   | EMIÇÃO INICIAL    | 06/2019   | J.E.M.   | F.A.V.      | C.V.           |
| REV.                                                                                 | DESCRIÇÃO         | DATA      | EXEC.    | CONF.       | APROV.         |
| <b>ARCADIS</b> <small>Design &amp; Consultancy for cultural and built assets</small> |                   | PROJETADO | A.F.R.F. | RESPONSÁVEL | J.C. VALSECCHI |
| DES. Nº. EST-BAR-193                                                                 |                   | DESENHADO | J.E.M.   | RT-CREA Nº  | 0601239543     |
|                                                                                      |                   | CONFERIDO | A.F.R.F. | DATA        | 06/2019        |
| <b>CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO RIBEIRÃO PIRAI</b>                                    |                   |           |          |             |                |
| VISTO: PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO RIBEIRÃO PIRAI - ETAPA 1                     |                   |           |          |             |                |
| DOC. APROV.: ESCADA DE PEIXE PROVISÓRIA-ADUTORA E DESVIO                             |                   |           |          |             |                |
| CORTES A, B e D e VISTAS C, E, e F                                                   |                   |           |          |             |                |
| DES. Nº. EST-BAR-193                                                                 |                   | ESC.      | 1:100    | REV.        | 02             |
|                                                                                      |                   |           |          |             | 11/01/01       |

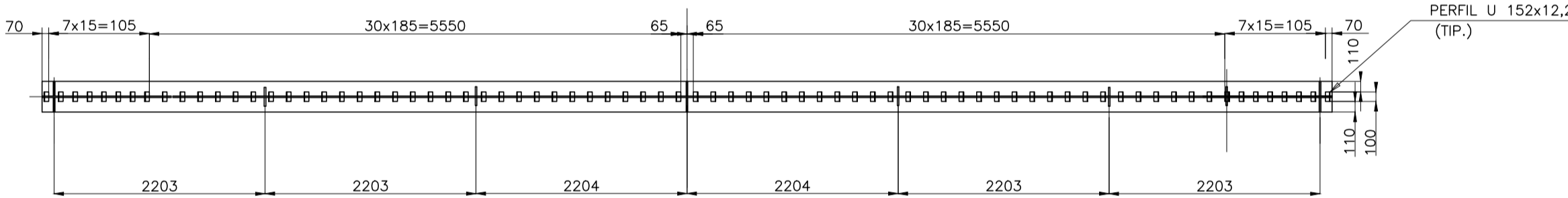


ESC.: 1:100



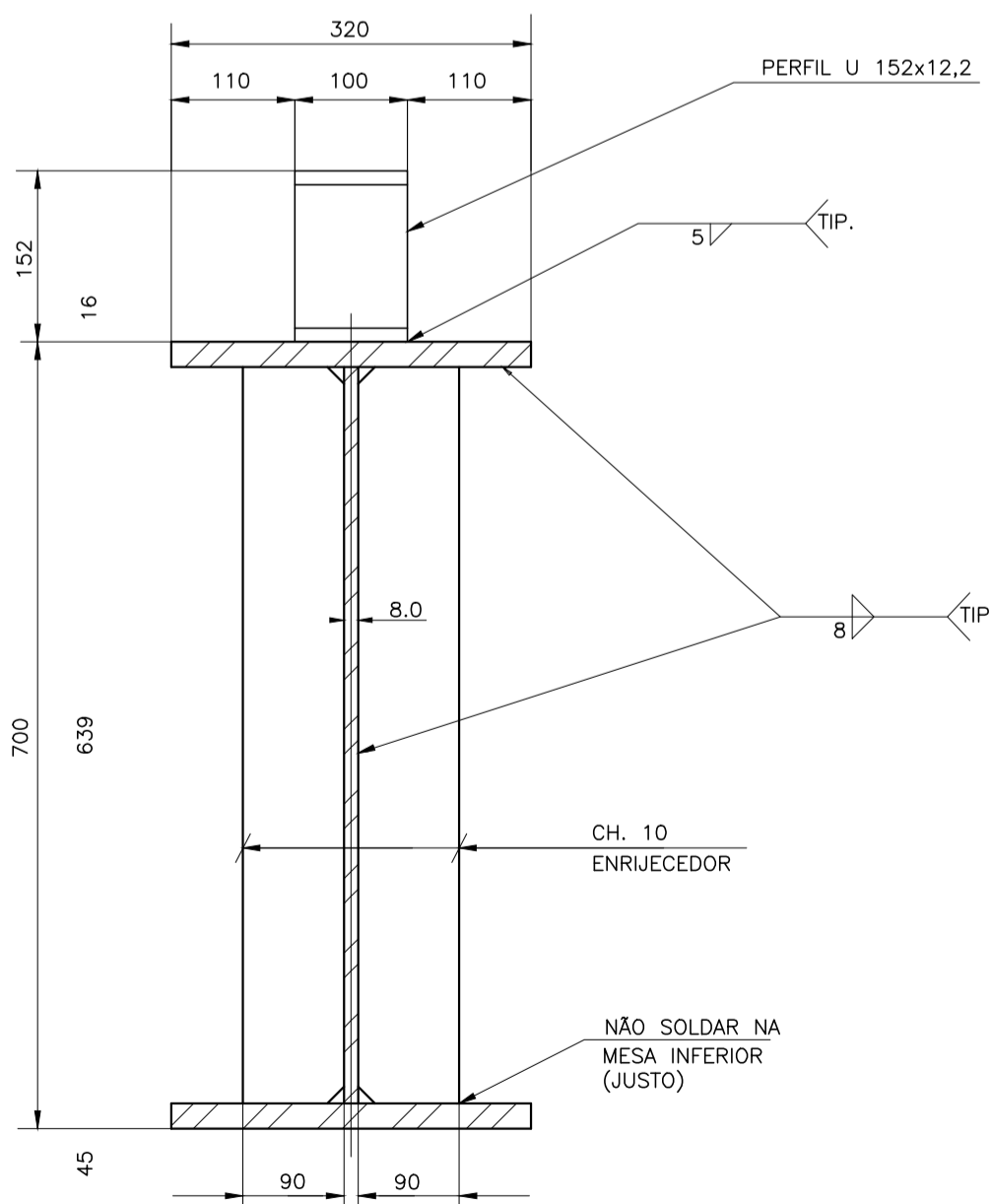
ESC.: 1:50

ESC.: 1:50



ESC.: 1:50

ESC.: 1:50





ESC.: 1:50

ESC.: 1:25

ESC.: 1:25

- ## **NOTAS GERAIS:**
1. TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM MILÍMETRO, EXCETO INDICAÇÃO CONTRÁRIA
  2. MATERIAIS:
    - a) PERFIS E CHAPAS AÇO ASTM A 36
    - b) PARAFUSOS PARA LIGAÇÕES ESTRUTURAIS: ASTM A-325
    - c) SOLDAS: ELETRODO: AWS E70XX
    - d) CONCRETO ESTRUTURAL:  $f_{ck} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2$
  3. DEVERÁ SER UTILIZADA A LEMPEZA MECÂNICA OU JATO COMERCIAL PARA LIMPEZA E UNIFORMIZAÇÃO DAS SUPERFÍCIES.
  4. A FABRICAÇÃO PODERÁ SER INICIADA SOMENTE APÓS A APROVAÇÃO DO PROJETO DE DETALHAMENTO PELA FISCALIZAÇÃO, A SER ELABORADO PELO FABRICANTE.
  5. OS DETALHES INDICADOS NOS DESENHOS DE PROJETO OBJETIVAM DEFINIR A SUA CONFIGURAÇÃO BÁSICA, FICANDO A CARGO DO DETALHAMENTO A DEFINIÇÃO FINAL.
  6. TODOS OS PARAFUSOS DE ALTA RESISTÊNCIA "ASTM A-325" DEVEM SER TORQUEADOS CONFORME REQUISITOS DA NBR-8800 AO AISC.
  7. A FABRICAÇÃO E MONTAGEM DEVE ATENDER AOS REQUISITOS MÍNIMOS DA AWS D1.1.
  8. O FABRICANTE DEVERÁ DEFINIR PELO MENOS, UM ESQUEMA MÍNIMO DE PROTEÇÃO E PINTURA.

|    |                    |         |        |      |        |
|----|--------------------|---------|--------|------|--------|
| 03 | REVISÃO DO CARIMBO | 10/2021 | J.S.R. | C.B. | C.V.   |
| 02 | ONDE INDICADO      | 12/2019 | A.M.N. | C.B. | C.V.   |
| 01 | REVISÃO GERAL      | 02/2015 | G.T.   | R.L. | J.V.C. |
| 00 | EMISSÃO INICIAL    | 10/2014 | G.T.   | R.L. | J.V.C. |

| REV.                                                                                                                                                        | DESCRIÇÃO | DATA      | EXEC. | CONF.                                                                                                               | APROV.     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  <b>ARCADIS</b>   Design & Consultancy<br>for natural and built assets | PROJETADO | R.L.      |       | RESPONSÁVEL<br> J.C. VALSECCHI |            |
|                                                                                                                                                             | DESENHADO | GERSON    |       | RT-CREA N°                                                                                                          | 0601239543 |
| DES. N°. EST-BAR-194                                                                                                                                        |           | CONFERIDO | R.L.  | DATA                                                                                                                | 06/2014    |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                  |      |          |         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|-----------|
|  <b>CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO RIBEIRÃO PIRAI</b> |                                                                                                                                                                  |      |          |         |           |
| VISTO                                                                                                                                   | <b>PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO RIBEIRÃO PIRAI – ETAPA 1</b><br><b>CANAL DO VERTEDOR DE EXTRAVASÃO DA BARRAGEM</b><br><b>ESTRUTURA METÁLICA DA TRAVESSIA</b> |      |          |         |           |
| DOC. APROV.                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |      |          |         |           |
| DATA                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                  |      |          |         |           |
| <b>DES. N.º, EST-BAR-194</b>                                                                                                            |                                                                                                                                                                  | ESC. | INDICADA | REV. 02 | FL. 01/01 |

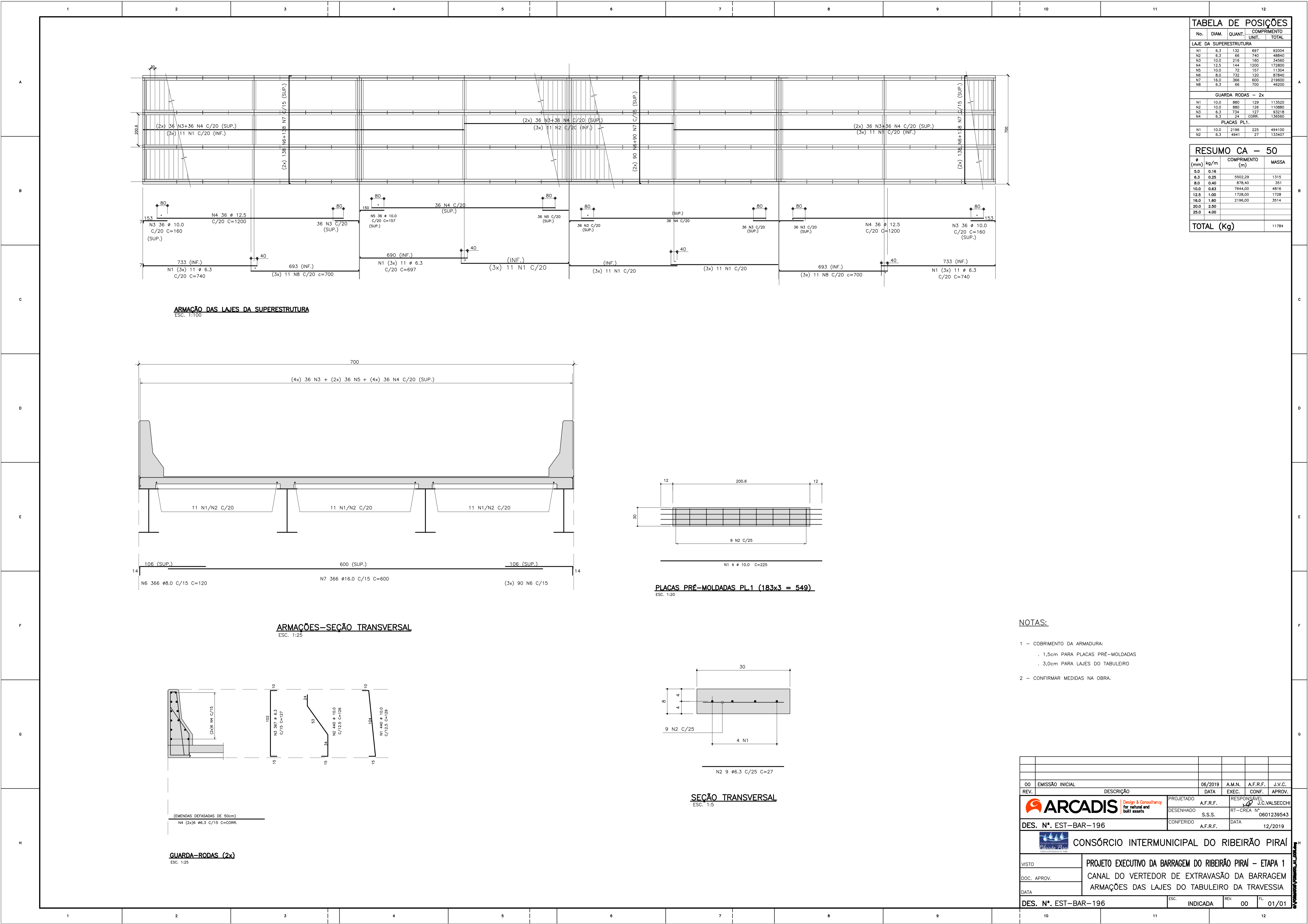


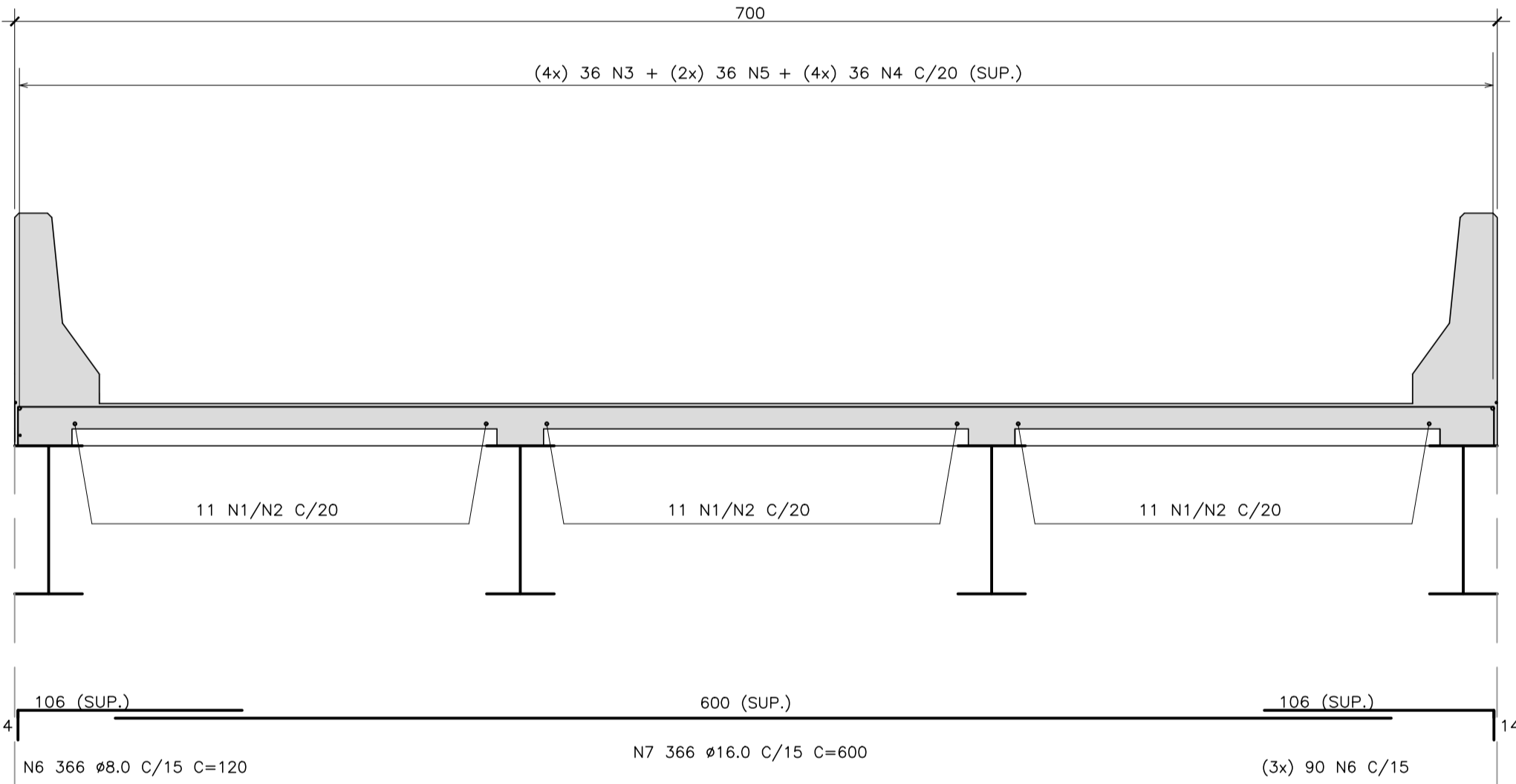
TABELA DE POSIÇÕES

| No.                    | DIAM. | QUANT. | COMPRIMENTO |        |
|------------------------|-------|--------|-------------|--------|
|                        |       |        | UNIT.       | TOTAL  |
| LAJE DA SUPERESTRUTURA |       |        |             |        |
| N1                     | 6.3   | 132    | 697         | 92004  |
| N2                     | 6.3   | 66     | 740         | 48840  |
| N3                     | 10.0  | 216    | 160         | 34560  |
| N4                     | 12.5  | 144    | 1200        | 172800 |
| N5                     | 10.0  | 72     | 157         | 11304  |
| N6                     | 8.0   | 732    | 120         | 87840  |
| N7                     | 16.0  | 366    | 600         | 219600 |
| N8                     | 6.3   | 66     | 700         | 46200  |
| GUARDA RODAS - 2x      |       |        |             |        |
| N1                     | 10.0  | 880    | 129         | 113520 |
| N2                     | 10.0  | 880    | 126         | 110880 |
| N3                     | 6.3   | 734    | 127         | 93218  |
| N4                     | 6.3   | 24     | CORR.       | 136560 |
| PLACAS PL1.            |       |        |             |        |
| N1                     | 10.0  | 2196   | 225         | 494100 |
| N2                     | 6.3   | 4941   | 27          | 133407 |

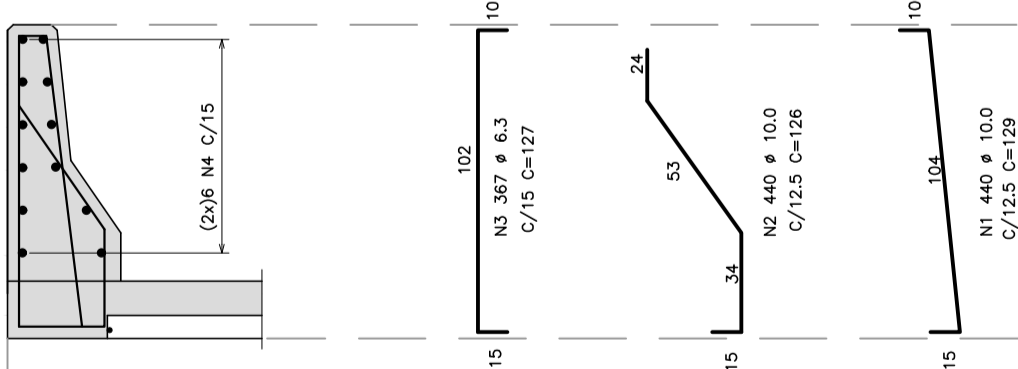
RESUMO CA - 50

| Ø (mm)     | kg/m | COMPRIMENTO (m) | MASSA |
|------------|------|-----------------|-------|
| 5.0        | 0.16 |                 |       |
| 6.3        | 0.25 | 5502.29         | 1315  |
| 8.0        | 0.40 | 878.40          | 351   |
| 10.0       | 0.63 | 7644.00         | 4816  |
| 12.5       | 1.00 | 1728.00         | 1728  |
| 16.0       | 1.60 | 2196.00         | 3514  |
| 20.0       | 2.50 |                 |       |
| 25.0       | 4.00 |                 |       |
| TOTAL (Kg) |      |                 | 11784 |

ARMAÇÃO DAS LAJES DA SUPERESTRUTURA  
ESC. 1:100

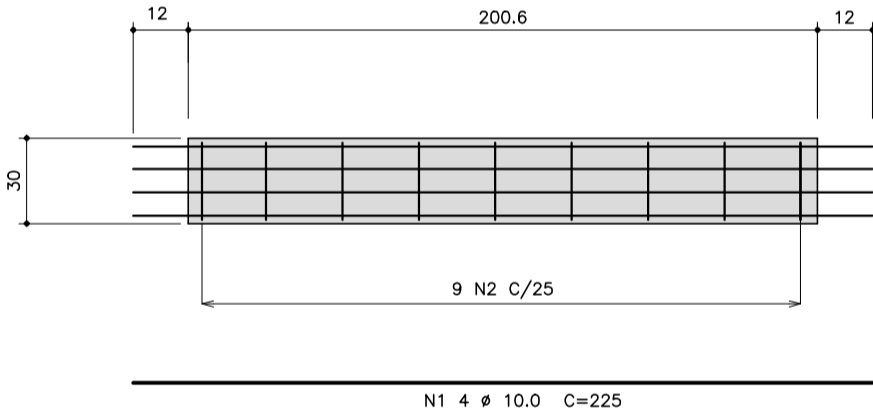


ARMAÇÕES-SEÇÃO TRANSVERSAL  
ESC. 1:25

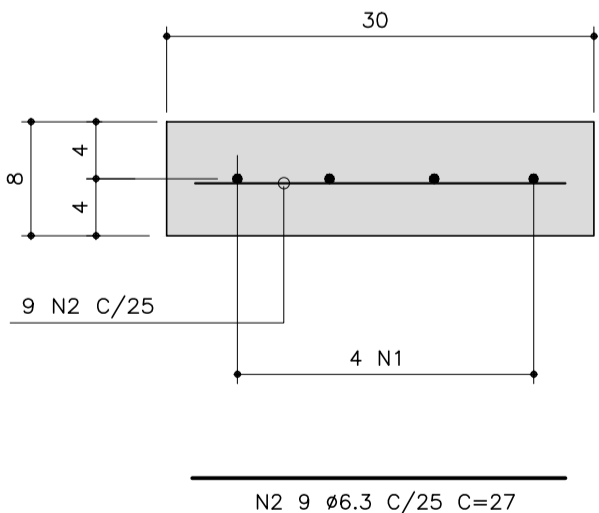


(EMENDAS DEFAISADAS DE 50cm)  
N4 (2x)6 Ø6.3 C/15 C=CORR.

GUARDA-RODAS (2x)  
ESC. 1:35



PLACAS PRÉ-MOLDADAS PL.1 (183x3 = 549)  
ESC. 1:20



SEÇÃO TRANSVERSAL  
ESC. 1:5

NOTAS:

- COBRIMENTO DA ARMADURA:
  - 1,5cm PARA PLACAS PRÉ-MOLDADAS
  - 3,0cm PARA LAJES DO TABULEIRO
- CONFIRMAR MEDIDAS NA OBRA.

|                                                   |                                                                        |                       |                              |            |        |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------|--------|
| OO                                                | EMISSÃO INICIAL                                                        | 06/2019               | A.M.N.                       | A.F.R.F.   | J.V.C. |
| REV.                                              | DESCRIÇÃO                                                              | DATA                  | EXEC.                        | CONF.      | APROV. |
|                                                   | <b>ARCADIS</b><br>Design & Consultancy<br>for natural and built assets | PROJETADO<br>A.F.R.F. | RESPONSÁVEL<br>J.C.VALSECCHI |            |        |
|                                                   |                                                                        | DESENHADO<br>S.S.S.   | RT-CREA N°                   | 0601239543 |        |
| DES. N°                                           | EST-BAR-196                                                            | CONFERIDO<br>A.F.R.F. | DATA                         | 12/2019    |        |
| <b>CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO RIBEIRÃO PIRAI</b> |                                                                        |                       |                              |            |        |
| VISTO                                             | PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM DO RIBEIRÃO PIRAI - ETAPA 1              |                       |                              |            |        |
| DOC. APROV.                                       | CANAL DO VERTEDOR DE EXTRAVASÃO DA BARRAGEM                            |                       |                              |            |        |
| DATA                                              | ARMAÇÕES DAS LAJES DO TABULEIRO DA TRAVESSIA                           |                       |                              |            |        |
| DES. N°                                           | EST-BAR-196                                                            | ESC.                  | INDICADA                     | REV.       | 00     |
|                                                   |                                                                        |                       |                              | FL.        | 01/01  |