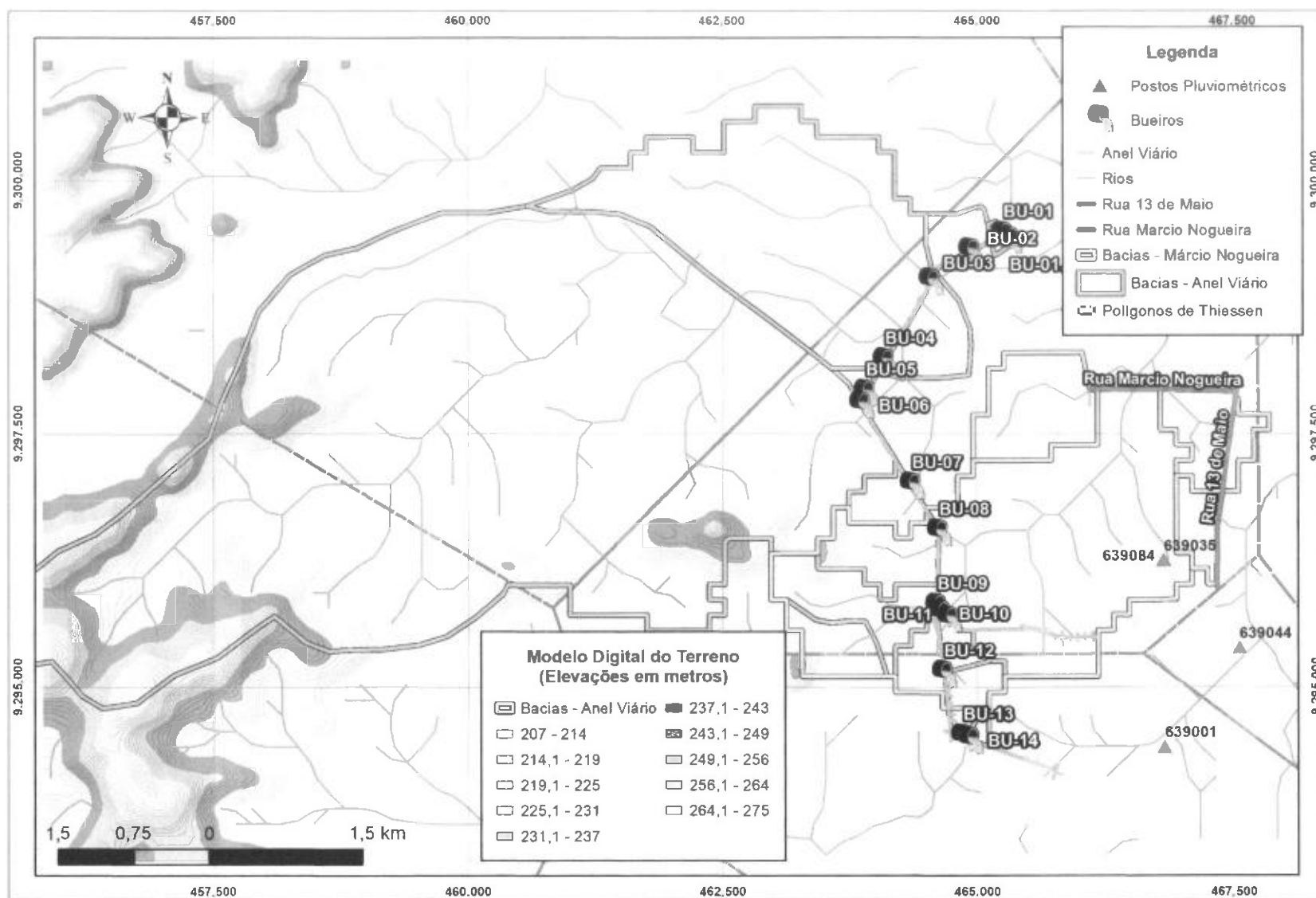


Figura 3.2 – Mapa de Bacias e Postos Pluviométricos.



As séries pluviométricas dos postos em estudo foram a partir dos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Água (ANA) no portal HIDROWEB. Desta forma, tomou-se das séries de pluviometria dos postos pluviométricos em estudo os valores anuais extremos diários, apresentados nas Tabelas 3.3 a 3.6, procedendo-se, então, ao ajuste das distribuições de probabilidades susceptíveis de representação desse processo.

**Tabela 3-3 - Máximos anuais da série de precipitação – Posto 639001.**

| Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) |
|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|
| 1961 | 105,6           | 1975 | 94,0            | 1986 | 68,0            | 2004 | 95,0            |
| 1962 | 62,6            | 1976 | 126,0           | 1987 | 117,0           | 2005 | 104,0           |
| 1963 | 68,2            | 1977 | 99,0            | 1993 | 108,0           | 2006 | 101,0           |
| 1964 | 153,6           | 1978 | 122,0           | 1994 | 66,0            | 2007 | 75,0            |
| 1965 | 108,8           | 1979 | 62,0            | 1997 | 141,0           | 2009 | 82,3            |
| 1966 | 145,6           | 1980 | 174,0           | 1998 | 84,0            | 2010 | 83,0            |
| 1967 | 91,3            | 1981 | 120,0           | 1999 | 108,0           | 2011 | 93,0            |
| 1968 | 63,0            | 1982 | 59,0            | 2000 | 106,0           | 2013 | 55,0            |
| 1969 | 103,8           | 1983 | 62,0            | 2001 | 56,0            | 2014 | 100,0           |
| 1970 | 148,0           | 1984 | 100,0           | 2002 | 80,0            |      |                 |
| 1974 | 114,0           | 1985 | 102,0           | 2003 | 100,0           |      |                 |

Tabela 3-4 - Máximos anuais da série de precipitação – Posto 639035.

| Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) |
|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|
| 1912 | 76,0            | 1940 | 88,0            | 1968 | 63,0            | 1997 | 141,0           |
| 1913 | 66,0            | 1941 | 54,0            | 1969 | 103,8           | 1998 | 94,3            |
| 1914 | 70,3            | 1942 | 55,4            | 1970 | 148,0           | 1999 | 108,0           |
| 1915 | 56,3            | 1943 | 66,3            | 1974 | 114,0           | 2000 | 106,0           |
| 1916 | 97,0            | 1944 | 83,0            | 1975 | 94,0            | 2001 | 56,0            |
| 1917 | 55,0            | 1945 | 78,3            | 1976 | 126,0           | 2002 | 94,1            |
| 1918 | 75,3            | 1946 | 75,2            | 1977 | 99,0            | 2003 | 100,0           |
| 1919 | 54,0            | 1947 | 100,0           | 1978 | 122,0           | 2004 | 97,9            |
| 1920 | 66,0            | 1948 | 65,1            | 1979 | 68,2            | 2005 | 104,0           |
| 1921 | 86,0            | 1949 | 124,0           | 1980 | 174,0           | 2006 | 101,0           |
| 1922 | 47,0            | 1950 | 120,0           | 1981 | 120,0           | 2007 | 120,5           |
| 1923 | 75,8            | 1951 | 94,0            | 1982 | 59,0            | 2008 | 105,0           |
| 1924 | 54,0            | 1952 | 88,0            | 1983 | 88,6            | 2009 | 81,0            |
| 1927 | 56,2            | 1953 | 67,0            | 1984 | 100,0           | 2010 | 71,3            |
| 1928 | 67,6            | 1954 | 88,0            | 1985 | 102,0           | 2012 | 70,1            |
| 1929 | 63,0            | 1955 | 69,0            | 1986 | 68,0            | 2013 | 102,4           |
| 1930 | 70,5            | 1956 | 80,0            | 1987 | 117,0           | 2014 | 64,2            |
| 1931 | 37,4            | 1957 | 67,0            | 1988 | 93,0            | 2015 | 36,9            |
| 1932 | 63,4            | 1959 | 57,0            | 1989 | 91,0            | 2016 | 55,1            |
| 1933 | 58,1            | 1960 | 71,0            | 1990 | 109,0           | 2017 | 31,9            |
| 1934 | 67,9            | 1961 | 44,0            | 1991 | 82,0            | 2018 | 43,8            |
| 1935 | 54,0            | 1962 | 62,6            | 1992 | 87,0            | 2019 | 48,3            |
| 1936 | 81,0            | 1963 | 68,2            | 1993 | 91,0            | 2020 | 72,2            |
| 1937 | 72,0            | 1964 | 153,6           | 1994 | 78,0            | 2021 | 57,1            |
| 1938 | 79,0            | 1965 | 108,8           | 1995 | 70,0            | 2022 | 72,1            |
| 1939 | 90,0            | 1966 | 145,6           | 1996 | 80,0            |      |                 |

Tabela 3-5 - Máximos anuais da série de precipitação – Posto 639038.

| Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) |
|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|
| 1974 | 114,0           | 1983 | 62,0            | 1992 | 87,0            | 2002 | 80,0            |
| 1975 | 94,2            | 1984 | 100,0           | 1993 | 91,0            | 2003 | 100,0           |
| 1976 | 126,0           | 1985 | 102,0           | 1994 | 78,0            | 2004 | 95,0            |
| 1977 | 99,0            | 1986 | 68,0            | 1996 | 80,0            | 2005 | 104,0           |
| 1978 | 122,0           | 1987 | 117,0           | 1997 | 141,0           | 2006 | 101,0           |
| 1979 | 62,0            | 1988 | 93,0            | 1998 | 84,0            | 2007 | 75,0            |
| 1980 | 174,0           | 1989 | 91,0            | 1999 | 108,0           |      |                 |
| 1981 | 120,0           | 1990 | 109,0           | 2000 | 106,0           |      |                 |
| 1982 | 59,0            | 1991 | 82,0            | 2001 | 56,0            |      |                 |

**Tabela 3-6 - Máximos anuais da série de precipitação – Posto 639058.**

| Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) | Ano  | Máx. Anual (mm) |
|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|
| 1990 | 71,0            | 1999 | 83,0            | 2007 | 57,0            | 2016 | 110,0           |
| 1991 | 84,0            | 2000 | 69,0            | 2008 | 131,0           | 2018 | 85,0            |
| 1993 | 47,0            | 2001 | 65,0            | 2009 | 94,0            | 2019 | 64,0            |
| 1994 | 83,0            | 2002 | 74,0            | 2011 | 106,0           | 2020 | 96,0            |
| 1995 | 70,0            | 2003 | 75,0            | 2012 | 67,0            | 2021 | 124,0           |
| 1996 | 70,0            | 2004 | 89,0            | 2013 | 65,0            | 2022 | 89,0            |
| 1997 | 64,0            | 2005 | 56,0            | 2014 | 81,0            |      |                 |
| 1998 | 112,0           | 2006 | 101,0           | 2015 | 53,0            |      |                 |

Com base na série anual de máximos diários, ajustou-se distribuições de probabilidade (Normal Truncada, Gamma, LogNormal 2P, LogNormal 3P e Generalizada de Valores Extremos (GEV), verificando-se os ajustes através do teste de Kolmogorov-Smirnov. As Figuras 3.3 a 3.6 ilustram a aderência dos ajustes obtidos para as distribuições analisadas.

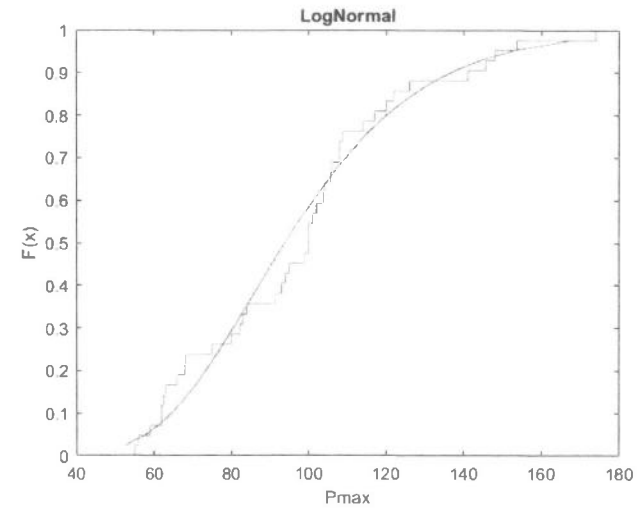
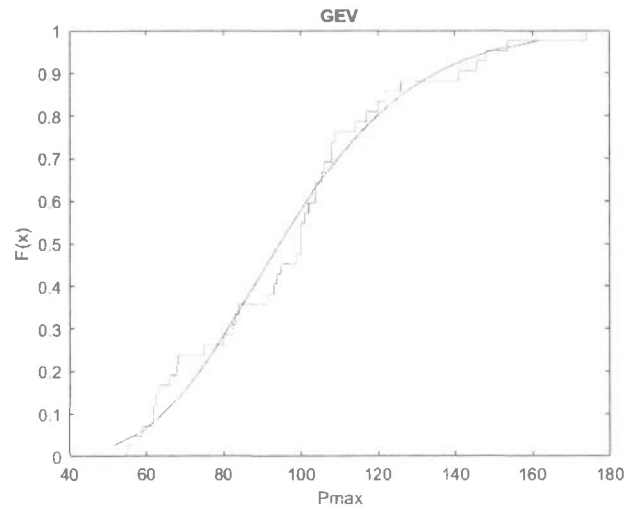
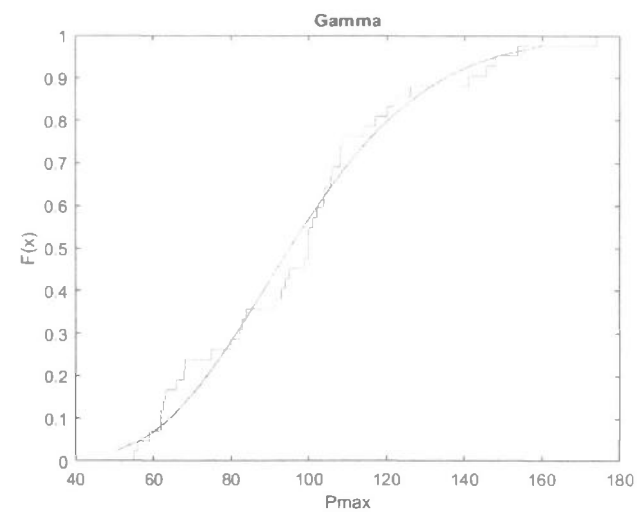
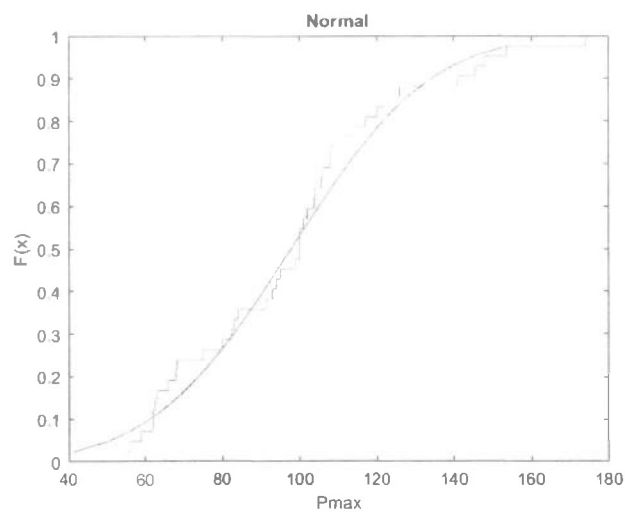


Figura 3.3 – Ajuste dos máximos anuais – Distribuições Normal, Gamma, GEV e LogNormal – Postos Pluviométrico 639001.

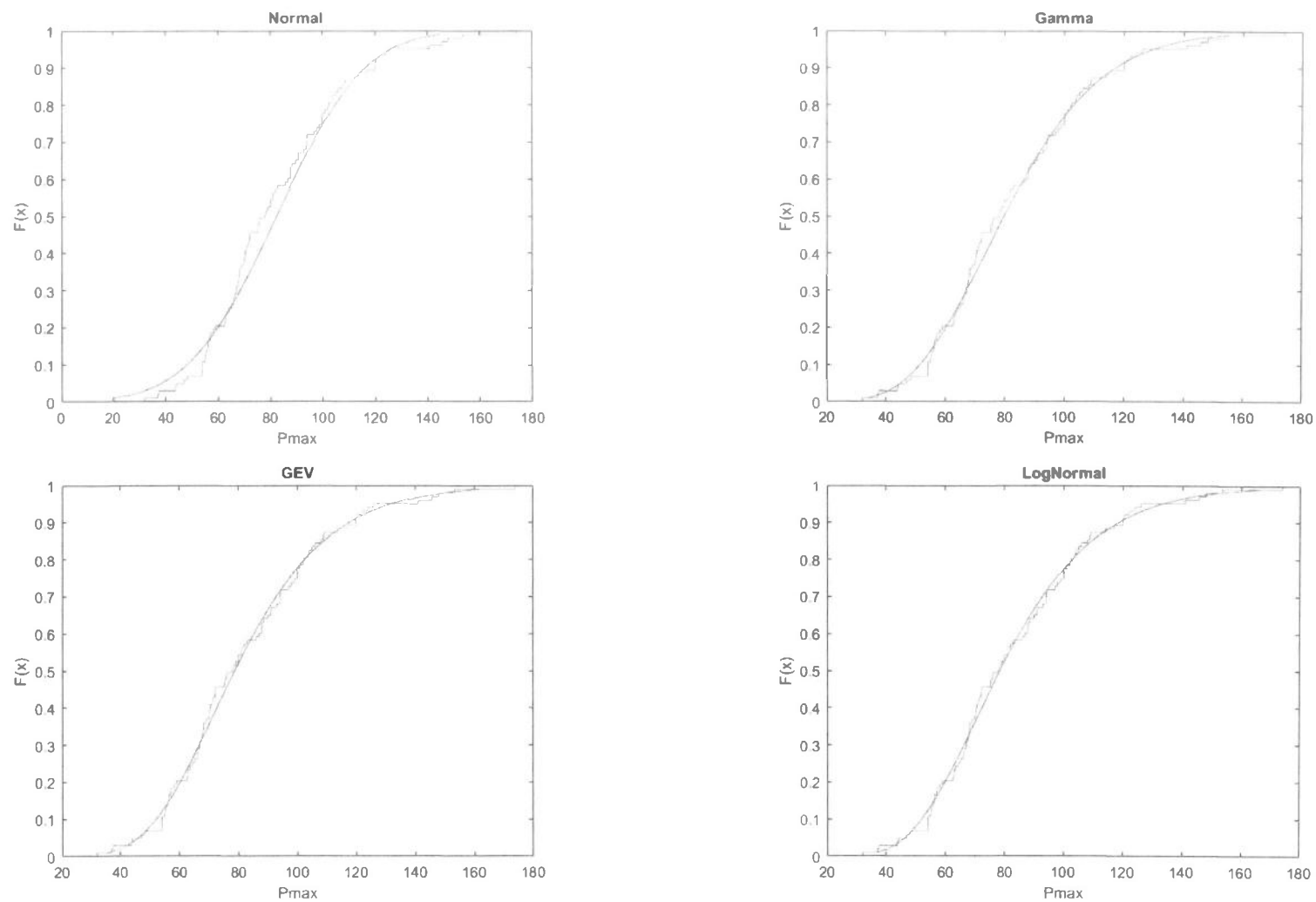


**Figura 3.4 – Ajuste dos máximos anuais – Distribuições Normal, Gamma, GEV e LogNormal – Postos Pluviométrico 639035.**

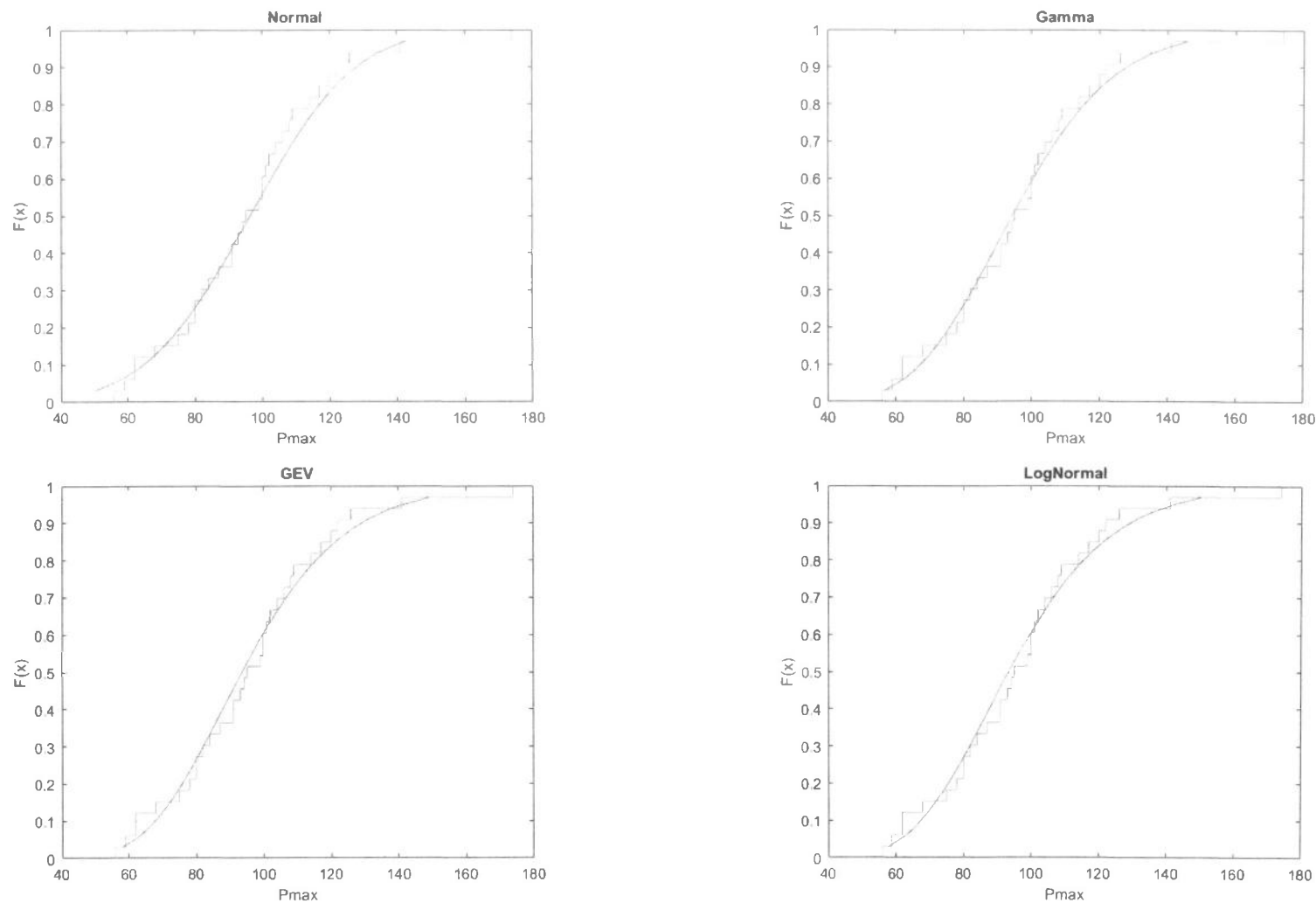


Figura 3.5 – Ajuste dos máximos anuais – Distribuições Normal, Gamma, GEV e LogNormal – Postos Pluviométrico 639038.

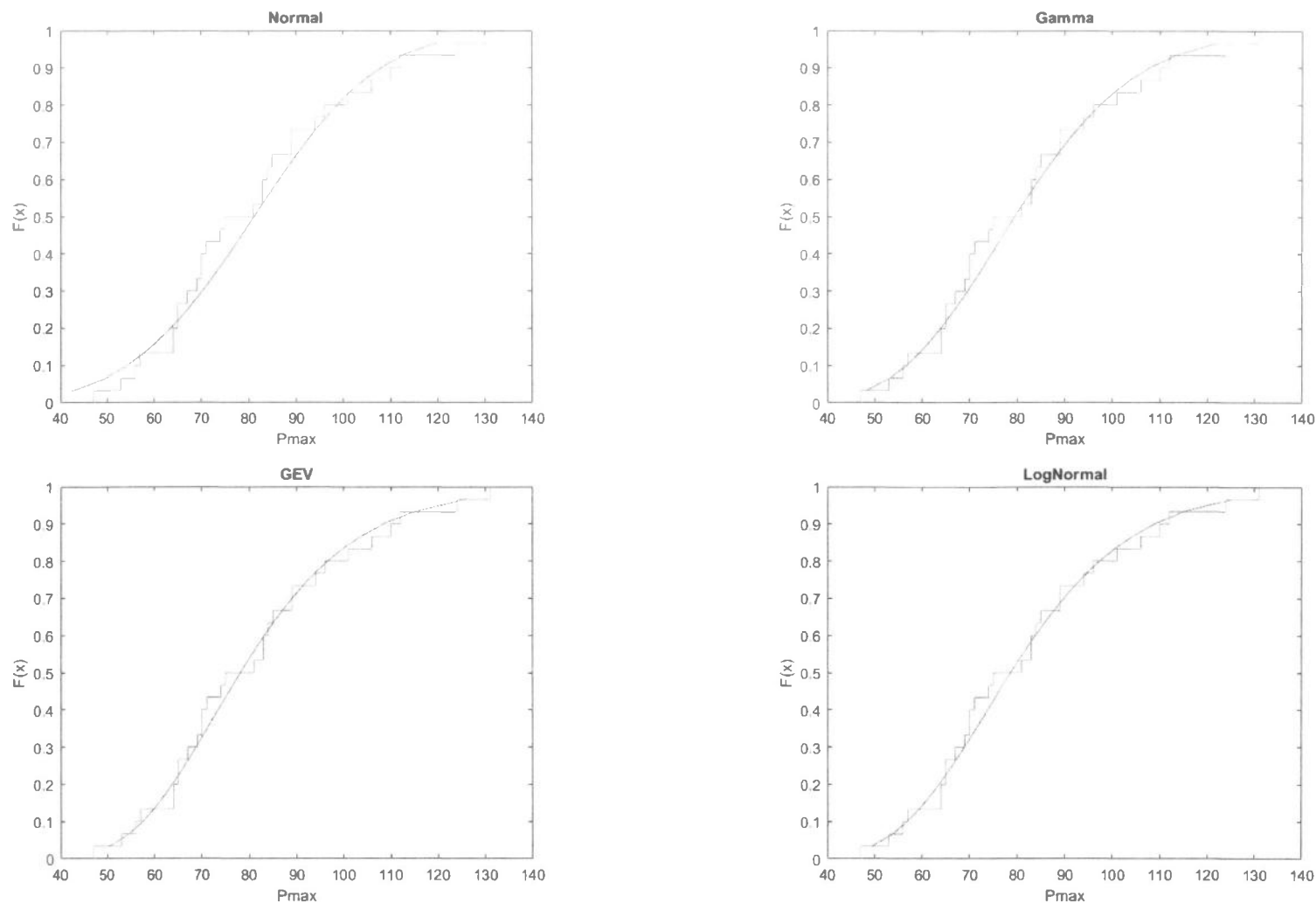


Figura 3.6 – Ajuste dos máximos anuais – Distribuições Normal, Gamma, GEV e LogNormal – Postos Pluviométrico 639058.

Com este procedimento, estimaram-se as precipitações diárias para os tempos de retorno de 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, conforme pode ser visto nas Tabelas 3.7 a 3.10, na qual se encontram ilustrados tais valores de chuvas máximas, assim como a distribuição de probabilidade adotada.

Tabela 3-7 - Extremos de chuva (mm) obtidos da distribuição de probabilidade – Posto 639001.

| Tr (anos) | Precipitação Máxima Diária (mm) | Distribuição de Probabilidade Adotada | Valor do $\kappa$ da Distribuição | D crítico (95% de Confiança) |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 5         | 120,05                          | LogNormal                             | 0,11905                           | 0,188                        |
| 10        | 136,55                          |                                       |                                   |                              |
| 15        | 145,62                          |                                       |                                   |                              |
| 20        | 151,88                          |                                       |                                   |                              |
| 25        | 156,66                          |                                       |                                   |                              |
| 50        | 171,20                          |                                       |                                   |                              |
| 100       | 185,42                          |                                       |                                   |                              |
| 1.000     | 231,90                          |                                       |                                   |                              |
| 10.000    | 278,79                          |                                       |                                   |                              |

Tabela 3-8 - Extremos de chuva (mm) obtidos da distribuição de probabilidade – Posto 639035.

| Tr (anos) | Precipitação Máxima Diária (mm) | Distribuição de Probabilidade Adotada | Valor do $\kappa$ da Distribuição | D crítico (95% de Confiança) |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 5         | 102,74                          | LogNormal                             | 0,058252                          | 0,120                        |
| 10        | 118,34                          |                                       |                                   |                              |
| 15        | 126,99                          |                                       |                                   |                              |
| 20        | 133,00                          |                                       |                                   |                              |
| 25        | 137,60                          |                                       |                                   |                              |
| 50        | 151,67                          |                                       |                                   |                              |
| 100       | 165,56                          |                                       |                                   |                              |
| 1.000     | 211,62                          |                                       |                                   |                              |
| 10.000    | 259,00                          |                                       |                                   |                              |

Tabela 3-9 - Extremos de chuva (mm) obtidos da distribuição de probabilidade – Posto 639038.

| Tr (anos) | Precipitação Máxima Diária (mm) | Distribuição de Probabilidade Adotada | Valor do $\kappa$ da Distribuição | D crítico (95% de Confiança) |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 5         | 115,58                          | LogNormal                             | 0,090909                          | 0,208                        |
| 10        | 129,17                          |                                       |                                   |                              |
| 15        | 136,54                          |                                       |                                   |                              |
| 20        | 141,59                          |                                       |                                   |                              |
| 25        | 145,43                          |                                       |                                   |                              |
| 50        | 157,00                          |                                       |                                   |                              |
| 100       | 168,20                          |                                       |                                   |                              |
| 1.000     | 201,01                          |                                       |                                   |                              |
| 10.000    | 239,13                          |                                       |                                   |                              |

**Tabela 3-10 - Extremos de chuva (mm) obtidos da distribuição de probabilidade – Posto 639058.**

| Tr (anos) | Precipitação Máxima Diária (mm) | Distribuição de Probabilidade Adotada | Valor do $\kappa$ da Distribuição | D crítico (95% de Confiança) |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 5         | 5                               | GEV                                   | 0,1                               | 0,218                        |
| 10        | 10                              |                                       |                                   |                              |
| 15        | 15                              |                                       |                                   |                              |
| 20        | 20                              |                                       |                                   |                              |
| 25        | 25                              |                                       |                                   |                              |
| 50        | 50                              |                                       |                                   |                              |
| 100       | 100                             |                                       |                                   |                              |
| 1.000     | 1.000                           |                                       |                                   |                              |
| 10.000    | 10.000                          |                                       |                                   |                              |

A aplicação de métodos de transformação de chuva em deflúvio para estudo de cheias exige como dados de entrada o comportamento da chuva ao longo do tempo de duração da mesma, em oposição aos valores obtidos no estudo de extremos de precipitação, correspondentes à acumulação ao longo de um dia de medida. Para contornar esse problema, utilizou-se a Metodologia das Isozonas desenvolvida pelo Professor Torga Torrico, a qual define coeficientes a serem aplicados para desagregação de chuva diária em todo o Brasil. A região em estudo, como pode ser verificado na Figura 3.1, encontra-se na Isozona G. Assim, com os coeficientes e os ábacos de desagregação (Figuras 3.7 a 3.10) foram obtidos os valores de precipitação para os intervalos de 0,1, 0,25, 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos (Tabelas 3.11a 3.14).

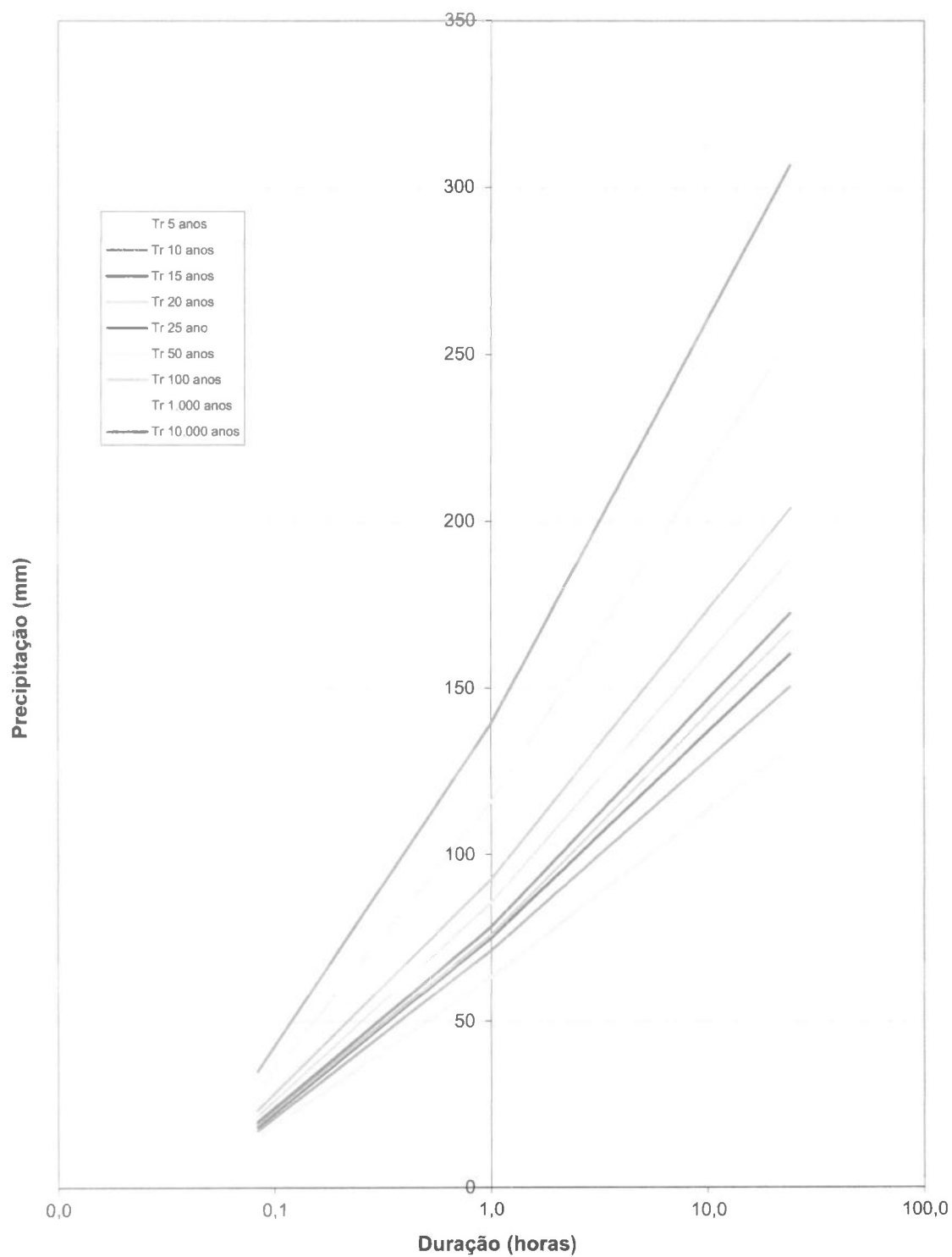


Figura 3.7 - Ábaco de desagregação da chuva diária – Posto 639001.

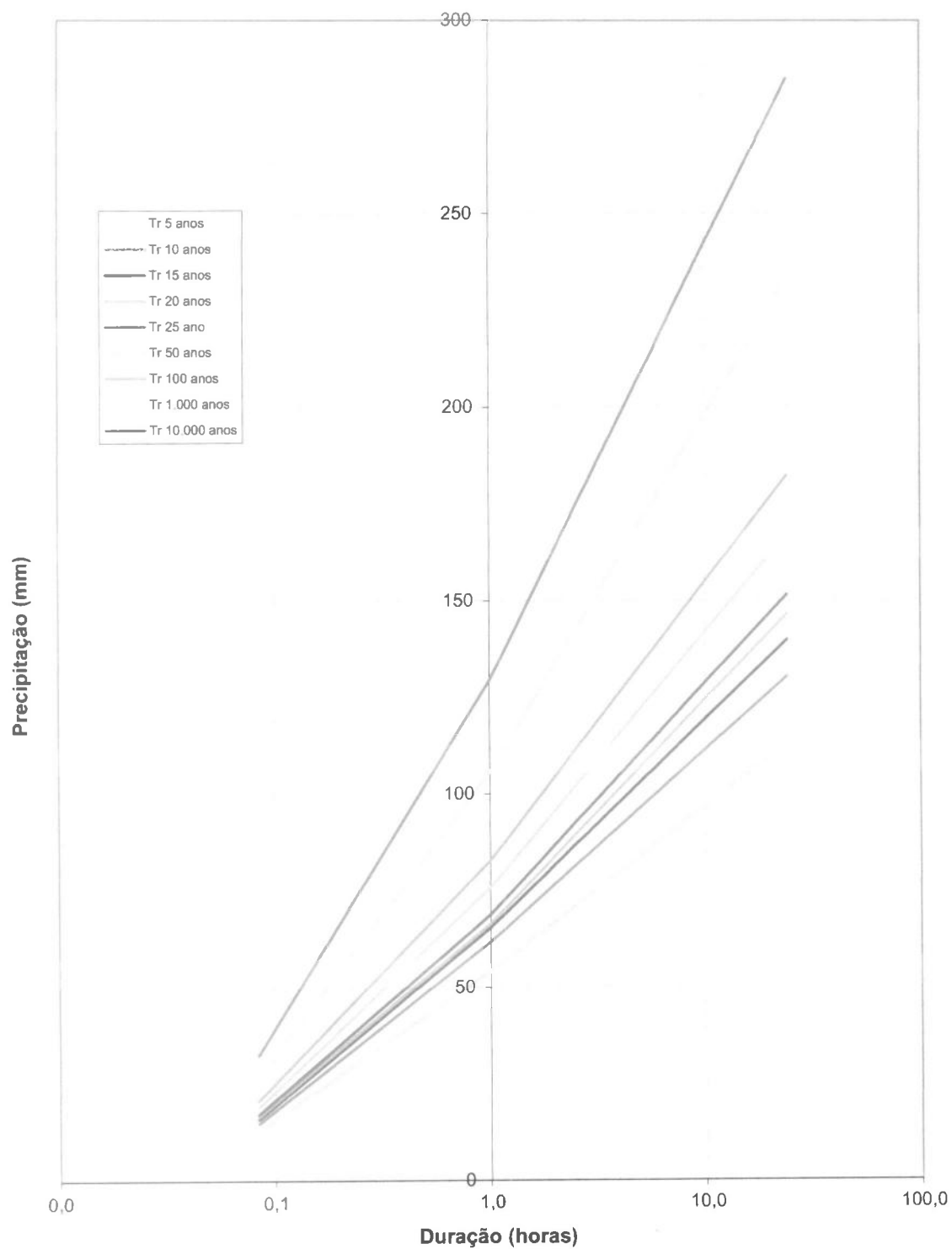


Figura 3.8 - Ábaco de desagregação da chuva diária – Posto 639035.

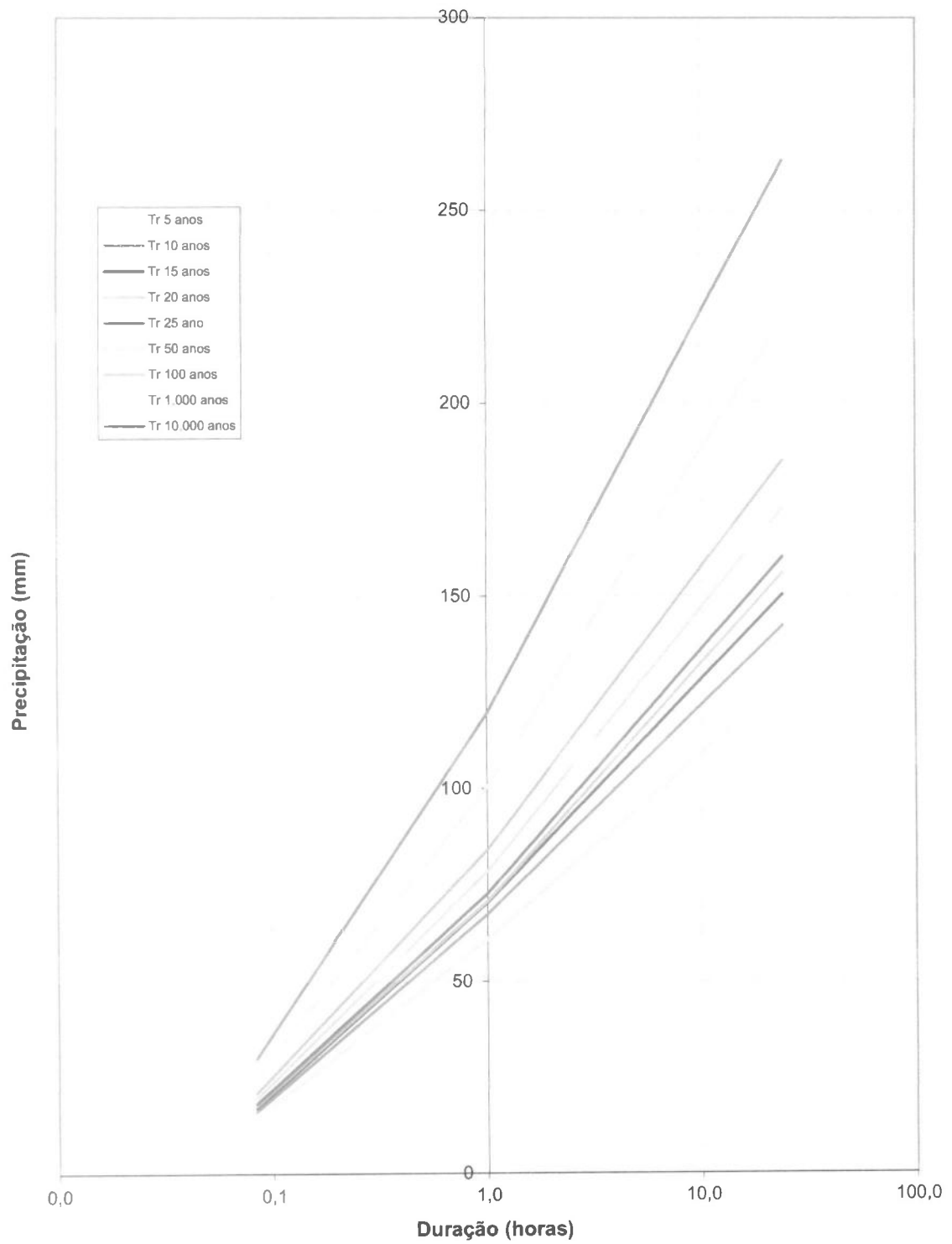


Figura 3.9 - Ábaco de desagregação da chuva diária – Posto 639038.

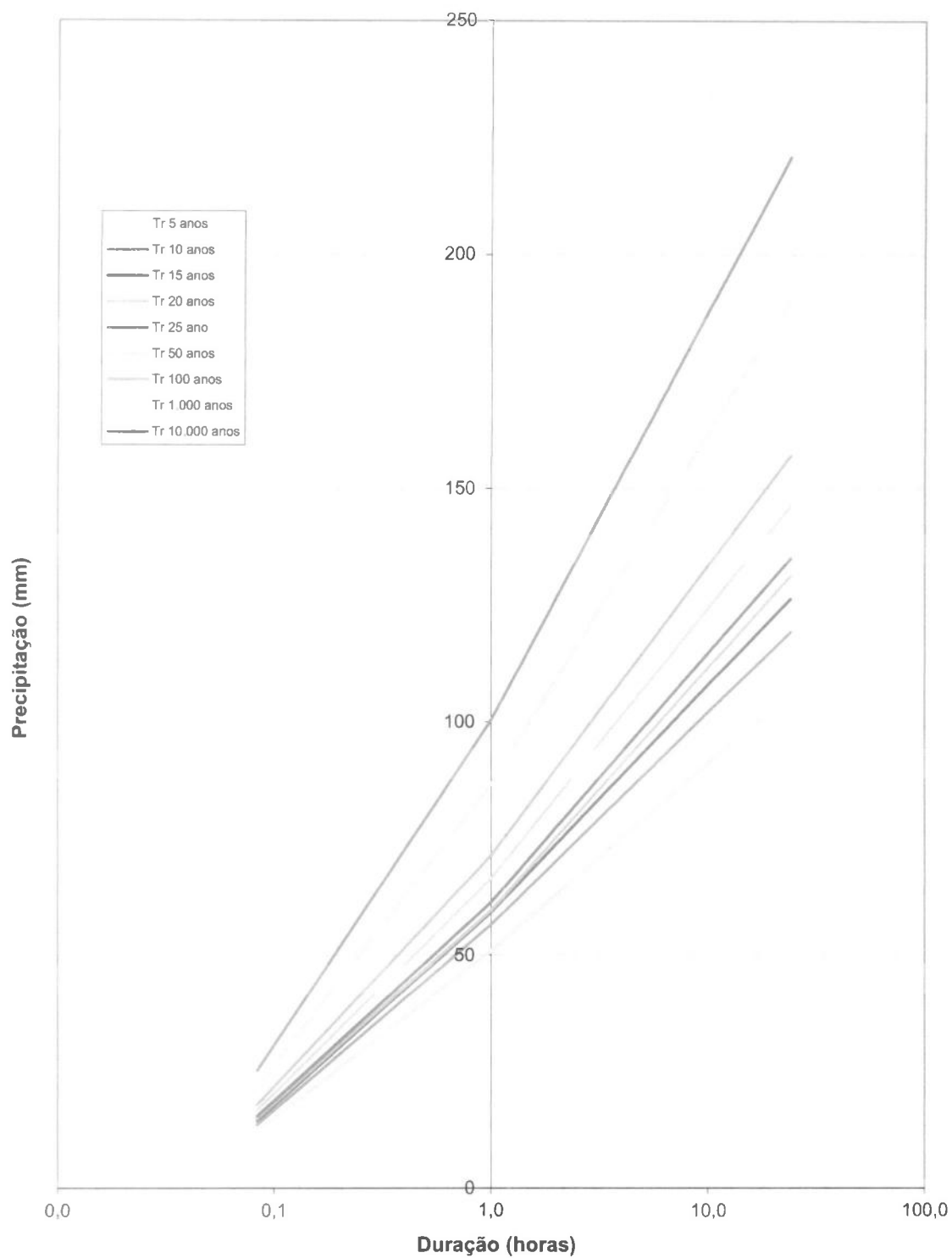


Figura 3.10 - Ábaco de desagregação da chuva diária – Posto 639058.

Tabela 3-11 - Pluviometria desagregada pelo método de Taborga Torrico – Posto 639001.

| Tr     | Chuvas em mm para distintas durações horárias |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 0.10                                          | 0.25  | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 6.00  | 12.00 | 24.00 |
| 5      | 28,5                                          | 46,3  | 63,3  | 78,3  | 87,0  | 102,0 | 117,0 | 132,1 |
| 10     | 32,2                                          | 52,2  | 71,2  | 88,4  | 98,5  | 115,7 | 133,0 | 150,2 |
| 15     | 34,1                                          | 55,0  | 75,0  | 93,6  | 104,4 | 123,0 | 141,6 | 160,2 |
| 20     | 34,9                                          | 55,8  | 75,8  | 95,7  | 107,4 | 127,3 | 147,2 | 167,1 |
| 25     | 36,0                                          | 57,6  | 78,2  | 98,8  | 110,8 | 131,3 | 151,8 | 172,3 |
| 50     | 39,4                                          | 63,0  | 85,5  | 107,9 | 121,0 | 143,5 | 165,9 | 188,3 |
| 100    | 42,6                                          | 68,2  | 92,6  | 116,9 | 131,1 | 155,4 | 179,7 | 204,0 |
| 1.000  | 53,3                                          | 85,3  | 115,8 | 146,2 | 164,0 | 194,3 | 224,7 | 255,1 |
| 10.000 | 64,1                                          | 102,5 | 139,2 | 175,7 | 197,1 | 233,6 | 270,1 | 306,7 |

Tabela 3-12 - Pluviometria desagregada pelo método de Taborga Torrico – Posto 639035.

| Tr     | Chuvas em mm para distintas durações horárias |      |       |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 0.10                                          | 0.25 | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 6.00  | 12.00 | 24.00 |
| 5      | 24,4                                          | 39,6 | 54,1  | 67,0  | 74,5  | 87,3  | 100,2 | 113,0 |
| 10     | 27,9                                          | 45,2 | 61,7  | 76,6  | 85,4  | 100,3 | 115,2 | 130,2 |
| 15     | 29,7                                          | 48,0 | 65,4  | 81,6  | 91,1  | 107,3 | 123,5 | 139,7 |
| 20     | 30,6                                          | 48,9 | 66,4  | 83,8  | 94,0  | 111,5 | 128,9 | 146,3 |
| 25     | 31,6                                          | 50,6 | 68,7  | 86,7  | 97,3  | 115,3 | 133,3 | 151,4 |
| 50     | 34,9                                          | 55,8 | 75,7  | 95,6  | 107,2 | 127,1 | 147,0 | 166,8 |
| 100    | 38,1                                          | 60,9 | 82,7  | 104,4 | 117,1 | 138,7 | 160,4 | 182,1 |
| 1.000  | 48,6                                          | 77,8 | 105,7 | 133,4 | 149,6 | 177,3 | 205,1 | 232,8 |
| 10.000 | 59,5                                          | 95,2 | 129,3 | 163,3 | 183,1 | 217,0 | 251,0 | 284,9 |

Tabela 3-13 - Pluviometria desagregada pelo método de Taborga Torrico – Posto 639038.

| Tr     | Chuvas em mm para distintas durações horárias |      |       |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 0.10                                          | 0.25 | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 6.00  | 12.00 | 24.00 |
| 5      | 27,5                                          | 44,6 | 60,9  | 75,3  | 83,8  | 98,2  | 112,7 | 127,1 |
| 10     | 30,5                                          | 49,3 | 67,3  | 83,6  | 93,2  | 109,5 | 125,8 | 142,1 |
| 15     | 32,0                                          | 51,6 | 70,3  | 87,7  | 97,9  | 115,3 | 132,8 | 150,2 |
| 20     | 32,5                                          | 52,1 | 70,7  | 89,3  | 100,1 | 118,7 | 137,2 | 155,7 |
| 25     | 33,4                                          | 53,5 | 72,6  | 91,7  | 102,8 | 121,9 | 140,9 | 160,0 |
| 50     | 36,1                                          | 57,7 | 78,4  | 99,0  | 111,0 | 131,6 | 152,1 | 172,7 |
| 100    | 38,7                                          | 61,8 | 84,0  | 106,0 | 118,9 | 141,0 | 163,0 | 185,0 |
| 1.000  | 46,2                                          | 73,9 | 100,4 | 126,7 | 142,1 | 168,4 | 194,8 | 221,1 |
| 10.000 | 55,0                                          | 87,9 | 119,4 | 150,7 | 169,1 | 200,4 | 231,7 | 263,0 |

Tabela 3-14 - Pluviometria desagregada pelo método de Taborga Torrico – Posto 639058.

| Tr     | Chuvas em mm para distintas durações horárias |      |       |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 0.10                                          | 0.25 | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 6.00  | 12.00 | 24.00 |
| 5      | 22,9                                          | 37,2 | 50,9  | 63,0  | 70,0  | 82,1  | 94,2  | 106,3 |
| 10     | 25,6                                          | 41,4 | 56,5  | 70,2  | 78,2  | 91,8  | 105,5 | 119,2 |
| 15     | 26,9                                          | 43,4 | 59,1  | 73,8  | 82,3  | 97,0  | 111,6 | 126,3 |
| 20     | 27,4                                          | 43,9 | 59,6  | 75,2  | 84,3  | 99,9  | 115,6 | 131,2 |
| 25     | 28,2                                          | 45,1 | 61,3  | 77,3  | 86,7  | 102,8 | 118,9 | 134,9 |
| 50     | 30,5                                          | 48,9 | 66,4  | 83,8  | 94,0  | 111,4 | 128,8 | 146,2 |
| 100    | 32,8                                          | 52,5 | 71,3  | 90,0  | 100,9 | 119,6 | 138,3 | 157,0 |
| 1.000  | 39,8                                          | 63,7 | 86,5  | 109,2 | 122,5 | 145,2 | 167,9 | 190,6 |
| 10.000 | 46,2                                          | 73,8 | 100,3 | 126,6 | 142,0 | 168,3 | 194,6 | 220,9 |

Uma das relações mais utilizadas em hidrologia para medir as chuvas máximas de um ponto numa bacia hidrográfica é a chama curva IDF (intensidade – duração – Frequência). Esta curva relaciona a intensidade máxima da chuva (mm/h) com a sua duração no tempo (minutos) e a sua probabilidade ou tempo de retorno (probabilidade em % ou anos).

De posse dos valores de chuvas extremas desagregados para durações menores que 24 horas e calculados para os períodos de retorno em estudo, foram ajustados os parâmetros a, b, n, C e S, conforme equação da curva IDF abaixo:

$$i = \frac{a \times (TR + S)^b}{(t + C)^n}$$

Em que:

$i$  – intensidade da chuva, em mm/h;

Tr = período de retorno, em anos;

t = duração da chuva, em minutos;

a, b, n e S = parâmetros de ajuste da equação.

O ajuste dos parâmetros foi realizado buscando maximizar o Coeficiente de Nash. A Tabela 3.15 apresenta as equações de chuva obtidas para os postos pluviométricos estudados.

Tabela 3-15 – Equações de chuva para os postos estudados.

| Posto Pluviométrico | Equação de Chuva                                                   | Nash  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|
| 639001              | $i = \frac{1.333,4 \times (TR + 62,5)^{0,1332}}{(t + 13,1)^{0,8}}$ | 98,8% |
| 639035              | $i = \frac{1.121,2 \times (TR + 51,0)^{0,1414}}{(t + 12,8)^{0,8}}$ | 98,2% |
| 639038              | $i = \frac{1.426,3 \times (TR + 68,3)^{0,1165}}{(t + 13,9)^{0,8}}$ | 98,8% |
| 639058              | $i = \frac{1.186,0 \times (TR + 59,0)^{0,1144}}{(t + 13,5)^{0,8}}$ | 98,7% |

As Figuras 3.11 a 3.14 ilustram as curvas obtidas de duração e frequência para aos períodos de retorno estudados.

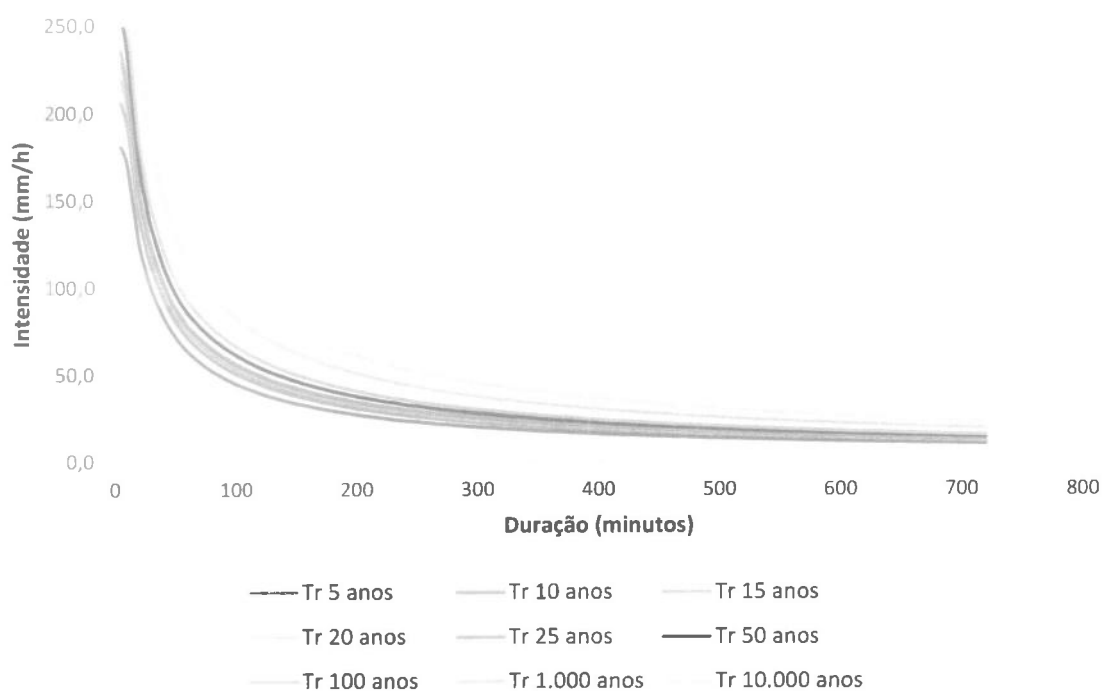


Figura 3.11 – Curva de Duração x Frequência – Posto 639001.

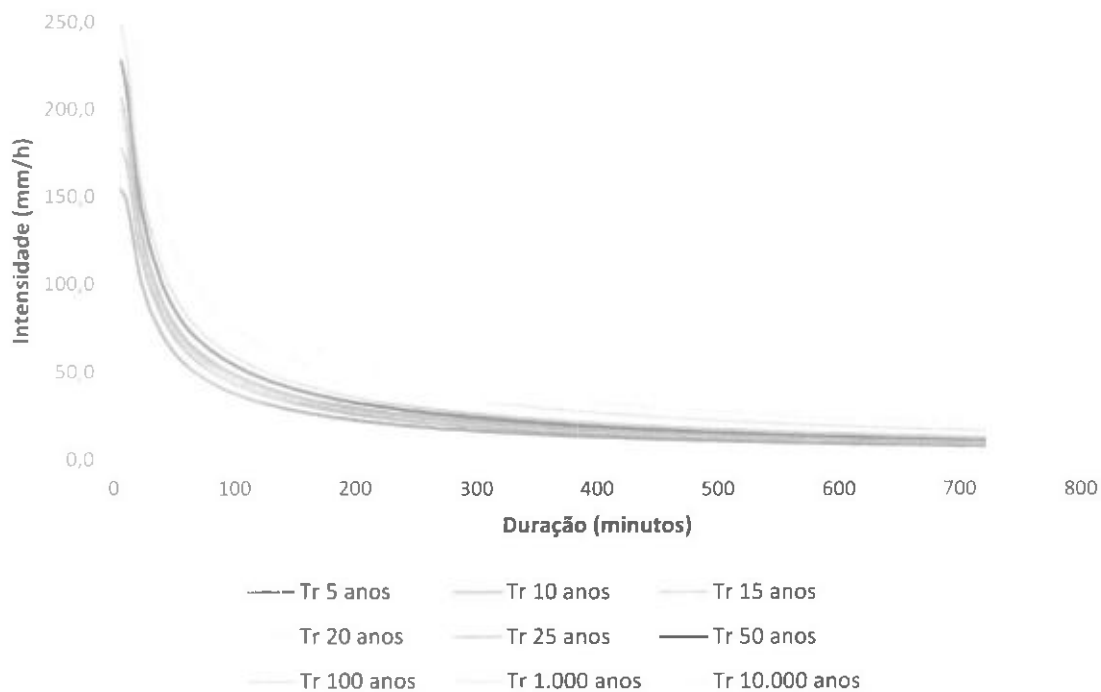


Figura 3.12 – Curva de Duração x Frequência – Posto 639035.

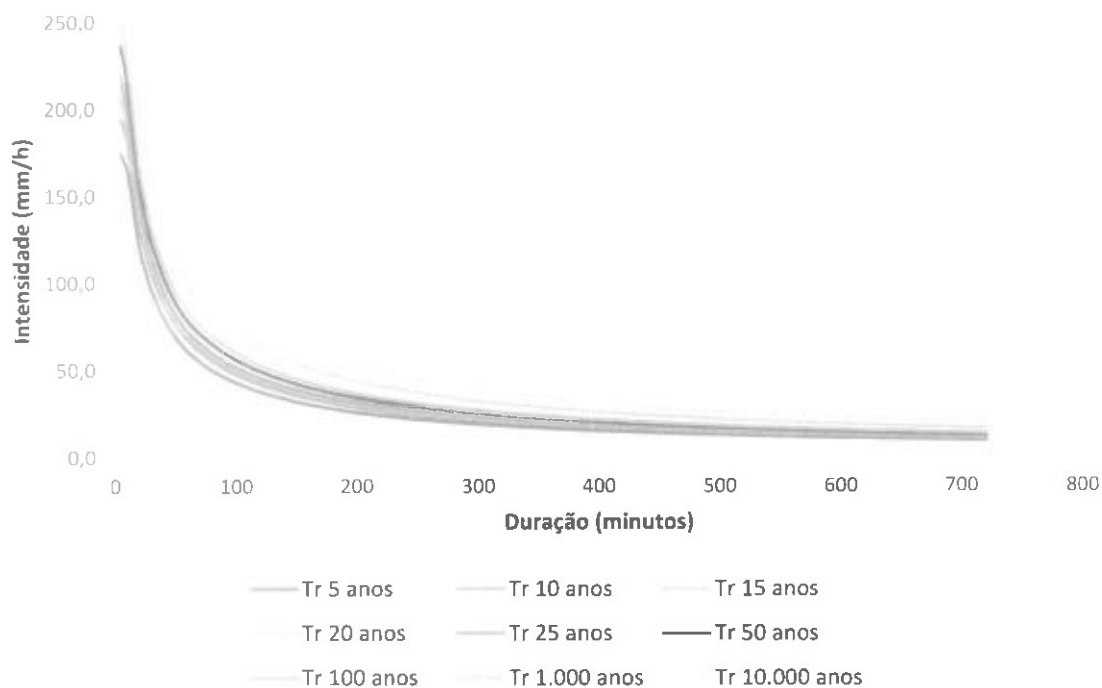


Figura 3.13 – Curva de Duração x Frequência – Posto 639038.

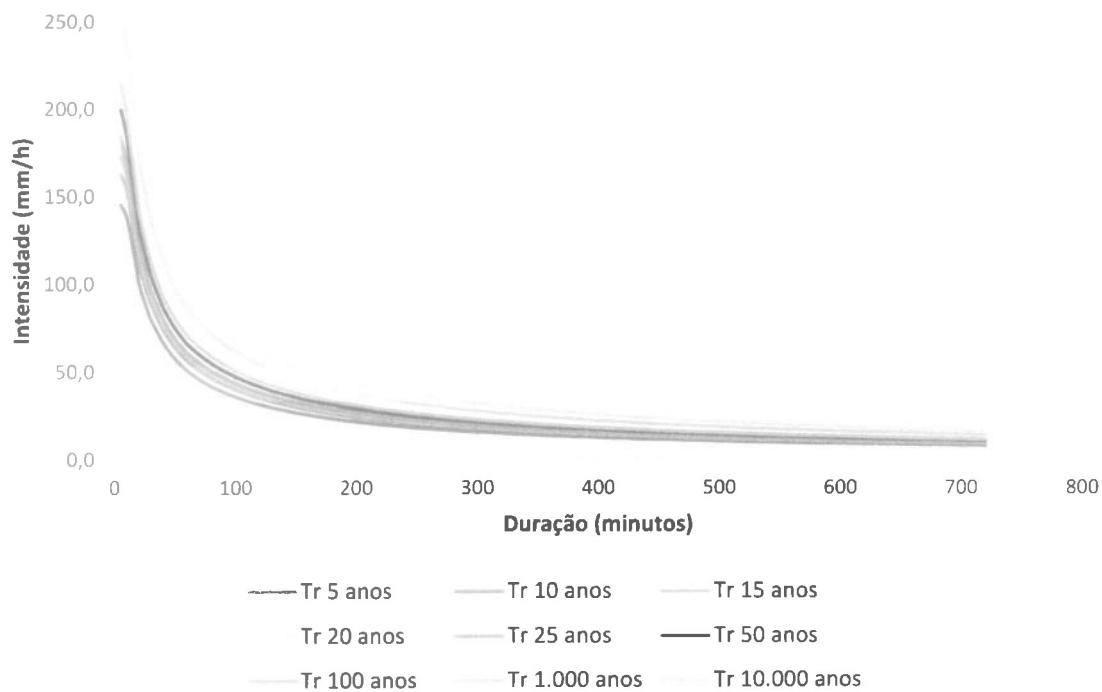


Figura 3.14 – Curva de Duração x Frequência – Posto 639058.

#### **4 – VAZÕES DE PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTE**

## **4 VAZÕES DE PROJETO DE OBRAS DE ARTE CORRENTE**

### **4.1 Cálculo das Descargas de Projeto**

No presente estudo calcularam-se as descargas de projeto tomando por base processos que envolvem desde a determinação da precipitação efetiva e que gera os extremos das vazões, até a determinação e propagadas de hidrogramas em pontos de interesse para diferentes períodos de retorno.

Alguns procedimentos são disponíveis para o cálculo da chuva excedente, ou seja, daquela que efetivamente contribui para o escoamento superficial. Geralmente, a vazão que se deseja conhecer é aquela que é resultado de uma chuva intensa capaz de produzir enchente no curso d'água. Entretanto, pode-se desejar conhecer a vazão de uma chuva qualquer.

Para a determinação das cheias na área de estudo foram utilizados os métodos SCS e racional. O método racional foi aplicado para as bacias que apresentavam áreas de até 1,0 km<sup>2</sup>. Vale ressaltar que o método racional foi também aplicado para as bacias cujas áreas se encontravam entre 1,0 e 10 km<sup>2</sup>, sendo, no entanto, utilizado um coeficiente de distribuição "n". Já a metodologia recomendada pelo Soil Conservation Service (SCS), foi utilizada para as bacias que possuíam áreas maiores que 10 km<sup>2</sup>.

#### **4.1.1 Método Racional**

O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas, de conformação comum. Tendo em vista a sua simplicidade de operação gera resultados bastante aceitáveis em bacias com pequenas áreas.

Os princípios básicos de sua metodologia, de acordo com Bidone e Tucci (1995), consistem em considerar a duração da precipitação intensa de projeto igual ao tempo de concentração da bacia, adotando-se um coeficiente de escoamento (C), estimado com base nas características da bacia e não avaliar o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

O Método Racional relaciona a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, etc, sendo a vazão de dimensionamento calculada pela seguinte expressão:

$$Q_p = \frac{C i A_D}{3,6}$$

Em que:

$Q_p$  = vazão de pico em  $m^3/s$ ;

$i$  = intensidade da precipitação em  $mm/h$ ;

$AD$  = área de drenagem superficial da bacia em  $km^2$ ;

$C$  = coeficiente de escoamento.

Da equação acima se conclui que a máxima vazão, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir para a seção de drenagem. O tempo necessário para que isto aconteça, medido a partir do início da chuva, é o que se denomina de tempo de concentração da bacia. O tempo de duração da chuva deve ser igual ao tempo de concentração da bacia, ou seja, ao tempo necessário para que toda área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada.

O tempo de concentração definido como o tempo necessário para uma partícula de água escoar do ponto mais distante da bacia para a seção exutório pode ser calculado, através da equação de Kirpich, conforme expresso a seguir:

$$T_c = 57 \left( \frac{L^a}{H} \right)^{0.385}$$

Em que:

$T_c$  = tempo de concentração em minutos;

$L$  = comprimento do rio em  $km$ ;

$H$  = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e a seção principal em metros.

O coeficiente de deflúvio ( $C$ ) utilizado neste método depende de fatores tais como tipo de solo, declividade da bacia e uso da terra e condições de cobertura, e, indica a relação existente entre a máxima vazão escoada e a intensidade de precipitação. Existem tabelas que associam o tipo de uso do solo com o coeficiente de escoamento, como a apresentada a seguir (Tucci et. al., 1995).

**Tabela 4-1 - Coeficiente de Escoamento de acordo com o uso do solo.**

| Ocupação do solo                                                                                                                                              | C           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <i>de edificação muito densa:</i> Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas.                                      | 0,70 a 0,95 |
| <i>de edificação não muito densa:</i> Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitação, mas com ruas e calçadas pavimentadas.                     | 0,60 a 0,70 |
| <i>de edificação com poucas superfícies livres:</i> Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.                                          | 0,50 a 0,60 |
| <i>de edificações com muitas superfícies livres:</i> Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes.                 | 0,25 a 0,50 |
| <i>de subúrbios com alguma edificação:</i> Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.                                             | 0,10 a 0,25 |
| <i>de matas, parques e campos de esporte:</i> Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação. | 0,05 a 0,20 |

Fonte: TUCCI et al. 1995

Apesar de o método fornecer apenas a vazão de pico, é possível determinar o hidrograma correspondente, desde que o mesmo apresente forma triangular e que o coeficiente C represente apenas a transformação da chuva total em chuva excedente, sendo o hidrograma de cheia representado, portanto, por um triângulo isósceles.

#### 4.1.2 Método do Soil Conservation Service (SCS)

O método do SCS (Soil Conservation Service) utiliza parâmetros de classificação hidrológica, tais como precipitação e umidade e de cobertura dos solos, a qual é expressa por um índice denominado de número de curva (CN). Para a área em estudo utilizou-se um CN igual a 70, conforme se observa na Tabela 3.6.

A capacidade de armazenamento da bacia pode ser correlacionada ao número de curva através da relação empírica ilustrada a seguir, na qual o índice CN define o complexo hidrológico solo-vegetação. Assim, a correlação para a estimativa do CN é a seguinte:

$$S_D = \frac{25.400 - 254 \times CN}{CN}$$

Em que:

SD = armazenamento máximo da bacia (mm);

CN = número de curva.

Admitindo-se que o armazenamento ao longo do tempo é proporcional ao volume precipitado, podem ser estimadas as precipitações excedentes a partir da precipitação efetiva e do número de curva, como ilustrado a seguir:

$$R = \frac{(P - I_A)^2}{(P - I_A) + S_D}$$

Em que:

R = precipitação excedente (mm);

P = precipitação (mm);

IA = abstração inicial (mm);

SD = armazenamento máximo (mm).

Entende-se por abstração inicial (IA) como sendo a água precipitada interceptada pela vegetação, ou retida em depressões do terreno, infiltrada ou evaporada, antes do início do deflúvio. Como estimativa preliminar, Canholi (2005), recomenda adotar:

$$I_A = 0,2 \times S_D$$

Assim, a equação para determinação da precipitação excedente tem a apresentação a seguir ilustrada. Vale ressaltar que esta equação é válida para  $P > 0,2 SD$ .

$$R = \frac{(P - 0,2 \times S_D)^2}{(P + 0,8 \times S_D)}$$

Em que:

PE = precipitação excedente (mm);

P = precipitação (mm);

SD = armazenamento máximo (mm).

Para a determinação do hidrograma escoado na bacia, o método do SCS (1986) especifica um hidrograma unitário adimensional cuja forma representa uma média de um grande número de hidrogramas unitários de bacias de diferentes características. Este hidrograma adimensional pode ser convertido em um hidrograma unitário para uma duração desejada se conhecidos o tempo de ocorrência do pico e a vazão de pico por milímetro de precipitação excedente. Para se obter o hidrograma final para dada precipitação devem ser somados os hidrogramas parciais obtidos para cada bloco de chuva excedente.

O tempo de ocorrência da vazão de pico ( $t_p$ ) e a vazão de pico ( $Q_p$ ) são calculados por:

$$t_p = \frac{t_R}{2} + t_L$$

$$t_L = 0,6 \times t_C$$

$$Q_p = \frac{2,08 \times A_d}{t_p}$$

Em que:

$t_p$  = tempo de ocorrência do pico (h);

$t_R$  = duração da precipitação excedente (h);

$t_L$  = tempo de resposta da bacia (h);

$t_C$  = tempo de concentração (h);

$A_d$  = área de drenagem (km<sup>2</sup>).

O tempo de concentração ( $T_c$ ) é ser definido como sendo o intervalo de tempo contado a partir do início da precipitação para que toda a bacia hidrográfica correspondente passe a contribuir na seção de estudo, correspondendo, portanto, à trajetória da partícula de água que demore mais tempo para atingir a seção.

Para estimativa de  $T_c$  adotou-se a equação de Kirpich, conforme expresso a seguir:

$$T_c = 57 \times \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Em que:

$T_c$  = tempo de concentração em minutos;

$L$  = comprimento do rio em km;

$\Delta H$  = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e a seção principal em metros.

Por simplicidade, o hidrograma curvilíneo obtido pode ser aproximado a um hidrograma triangular com o tempo de base do triângulo calculado por  $T_B = 2,67 \, t_P$ , em unidades de tempo consistentes.

Para a determinação do hidrograma de projeto utilizando o método do hidrograma unitário triangular, devem ser consideradas duas hipóteses as quais generalizam a aplicação do método do hidrograma unitário a qualquer duração e distribuição de chuva excedente. Estas hipóteses constituem os princípios da proporcionalidade e da superposição.

Baseando-se no princípio da proporcionalidade, é possível que se obtenha o hidrograma correspondente a qualquer chuva, de mesma duração, multiplicando-se as

ordenadas do hidrograma unitário pela relação entre as chuvas. Esta hipótese é válida somente se confirmado o princípio de constância do tempo de base (CANHOLI, 2005).

Assim, através do princípio da superposição, é possível se obter o hidrograma total por meio da soma dos hidrogramas unitários de cada bloco de precipitação efetiva.

A Figura 3.9 apresenta as bacias hidrográficas delimitadas mediante a utilização de um modelo digital de elevação do terreno produzido a partir dos dados da EMBRAPA - SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), o qual, agregado a base satelital de imagens de boa resolução disponíveis para região, permite a visualização detalhada das mudanças de altitudes no terreno e um traçado mais preciso das bacias hidrográficas.

A Tabela 4 2 mostra características físicas das bacias que afluem à área em estudo, delimitadas mediante a utilização da base cartográfica já mencionada, enquanto a Tabela 4-3 apresenta os picos de cheias calculados para recorrências de 25 e 50 anos, necessárias para dimensionamento dos bueiros, além dos picos de cheias calculados para as recorrências de 10 anos.

Figura 4.1 – Bacias Hidrográficas.

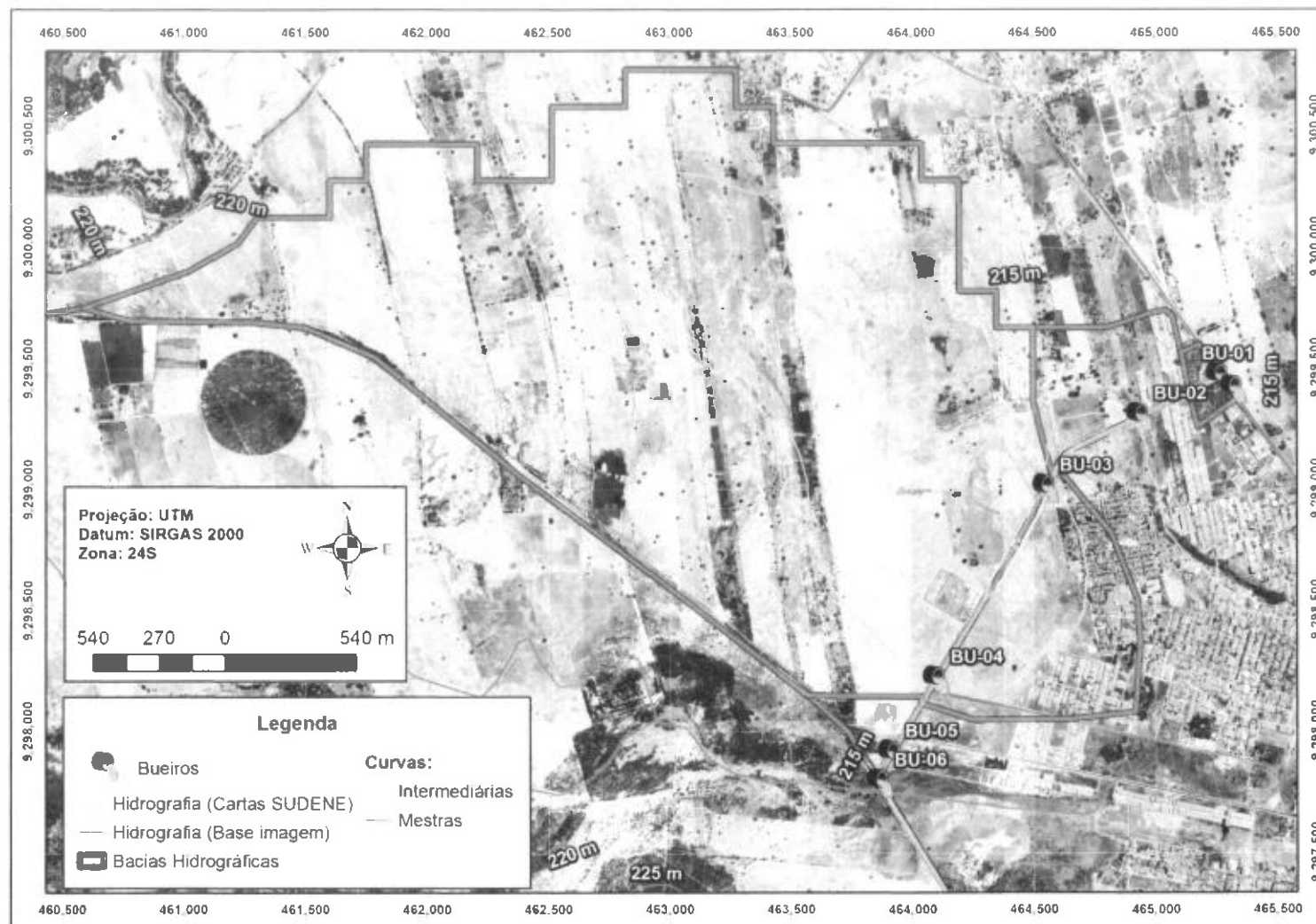


Figura 3.9b -- Mapa de Bacias e Postos Pluviométricos.

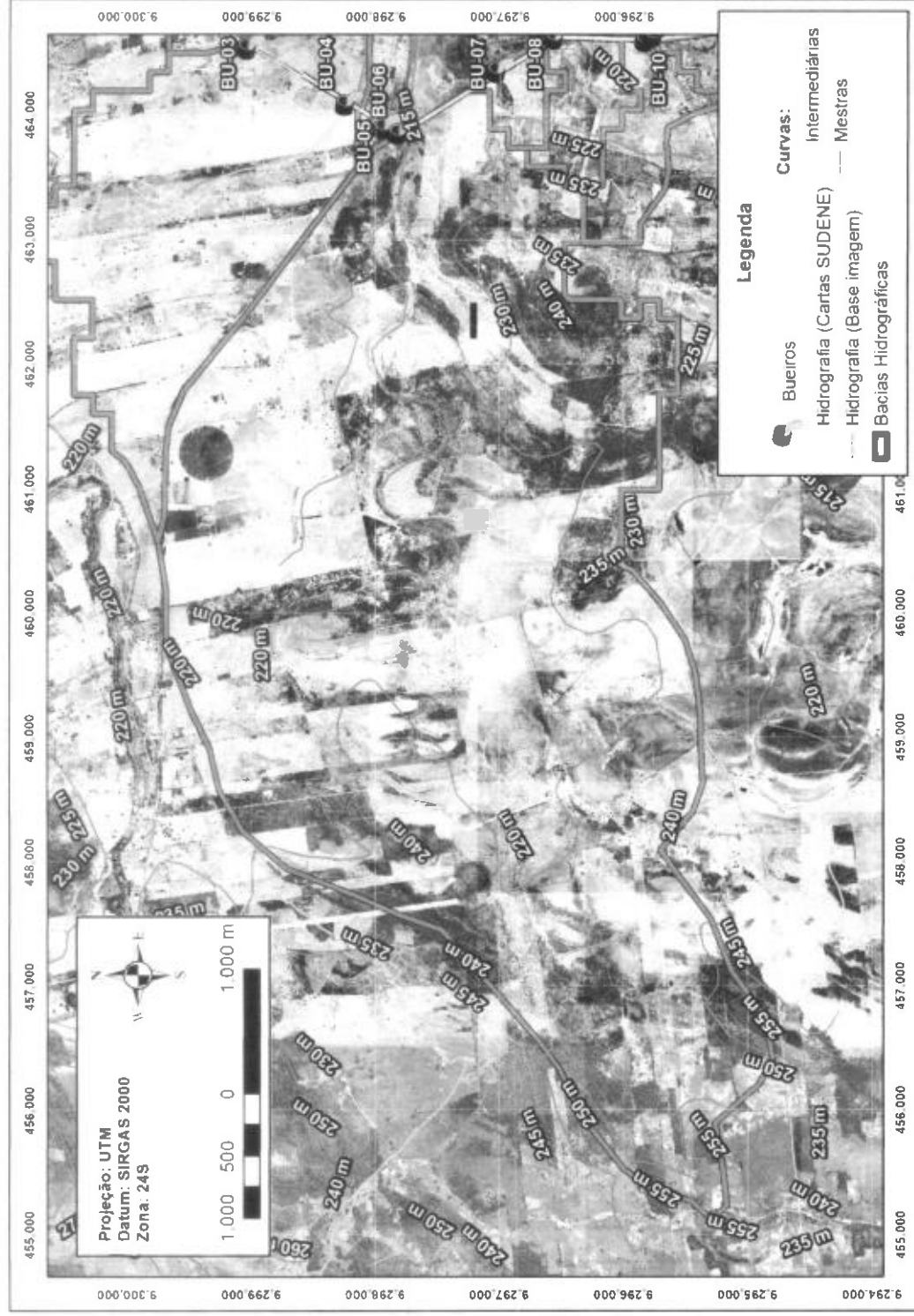


Figura 3.2c – Mapa de Bacias e Postos Pluviométricos.

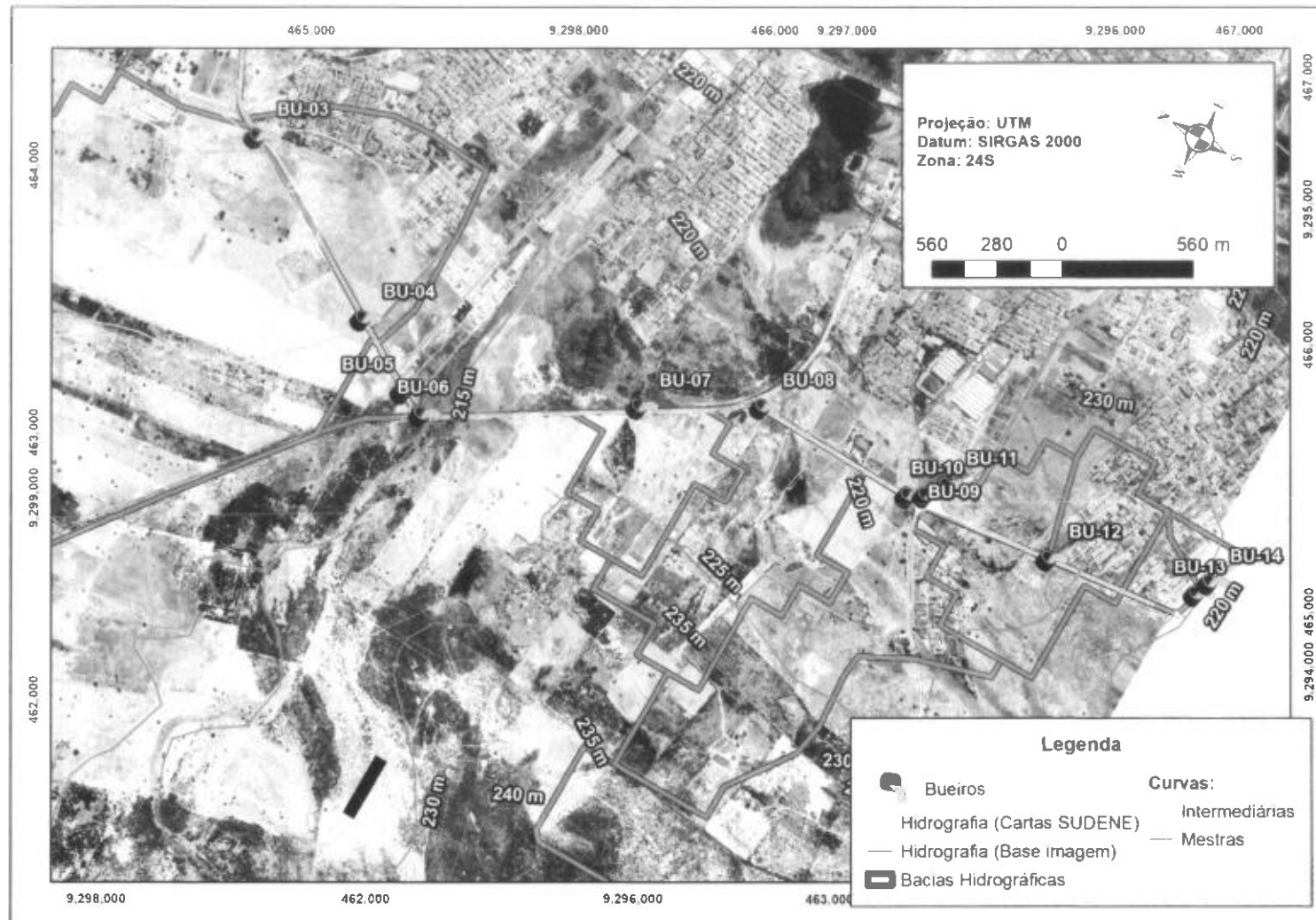


Tabela 4-2 – Dados de entrada p/ cálculo de vazões de projeto.

| Bacia   | Área (km²) | Tc (h) | P 1dia    | P 1dia    | P 1dia    | CN ou C |         |         |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
|         |            |        | Tr=10anos | Tr=25anos | Tr=50anos | TR = 10 | TR = 25 | TR = 50 |
| BU-01   | 0,03       | 0,100  | 129,17    | 145,43    | 157,00    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-01.1 | 0,04       | 0,156  | 129,17    | 145,43    | 157,00    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-02   | 6,04       | 5,167  | 129,17    | 145,43    | 157,00    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-03   | 5,77       | 4,735  | 129,17    | 145,43    | 157,00    | 0,15    | 0,15    | 0,15    |
| BU-04   | 5,21       | 3,414  | 123,58    | 139,53    | 150,92    | 0,15    | 0,15    | 0,15    |
| BU-05   | 0,08       | 0,127  | 129,17    | 145,43    | 157,00    | 0,15    | 0,15    | 0,15    |
| BU-06   | 24,96      | 4,782  | 119,53    | 138,46    | 152,26    | 60,00   | 60,00   | 60,00   |
| BU-07   | 0,32       | 0,196  | 118,34    | 137,60    | 151,67    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-08   | 0,66       | 0,392  | 118,34    | 137,60    | 151,67    | 0,15    | 0,15    | 0,15    |
| BU-09   | 0,86       | 0,603  | 121,20    | 140,59    | 154,74    | 0,15    | 0,15    | 0,15    |
| BU-10   | 0,50       | 0,212  | 130,74    | 150,57    | 164,96    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-11   | 0,18       | 0,261  | 130,74    | 150,57    | 164,96    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-12   | 0,22       | 0,252  | 130,92    | 150,77    | 165,16    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| BU-13   | 0,07       | 0,279  | 136,55    | 156,66    | 171,20    | 0,25    | 0,25    | 0,25    |
| BU-14   | 0,05       | 0,192  | 136,55    | 156,66    | 171,20    | 0,25    | 0,25    | 0,25    |

Tabela 4-3 – Resultados de vazões de projeto por bacia.

| Bacia   | Q <sub>p,10</sub> (m³/s) | Q <sub>p,25</sub> (m³/s) | Q <sub>p,50</sub> (m³/s) |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| BU-01   | 0,322                    | 0,362                    | 0,391                    |
| BU-01.1 | 0,444                    | 0,497                    | 0,530                    |
| BU-02   | 5,749                    | 6,447                    | 6,897                    |
| BU-03   | 4,428                    | 4,965                    | 5,307                    |
| BU-04   | 4,962                    | 5,573                    | 5,951                    |
| BU-05   | 0,654                    | 0,734                    | 0,786                    |
| BU-06   | 25,693                   | 36,966                   | 45,179                   |
| BU-07   | 2,938                    | 3,392                    | 3,677                    |
| BU-08   | 3,255                    | 3,746                    | 4,028                    |
| BU-09   | 3,237                    | 3,711                    | 3,973                    |
| BU-10   | 5,226                    | 5,973                    | 6,427                    |
| BU-11   | 1,570                    | 1,792                    | 1,923                    |
| BU-12   | 1,927                    | 2,200                    | 2,361                    |
| BU-13   | 0,770                    | 0,875                    | 0,936                    |
| BU-14   | 0,667                    | 0,759                    | 0,816                    |

## **5 – PROJETO DE DRENAGEM**

## **5 PROJETO DE DRENAGEM**

### **5.1 Considerações Gerais**

O Projeto de Drenagem e Obras de Arte Correntes referentes ao trecho em estudo foi desenvolvido de acordo com as prescrições contidas nas Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Escopos Básicos/Instruções de Serviço) do DNIT – 2006. Foram abordadas intervenções referentes aos dispositivos de: drenagem superficial e obras de arte correntes.

Para a determinação da intensidade pluviométrica, visando ao dimensionamento das estruturas de drenagem superficial, foi utilizada a equação de chuva calculada para o posto 639035 (vide Tabela 3-15).

Foram fixados os seguintes períodos de recorrência:

- Sarjetas e descidas d'água: TR = 10 anos;
- Bueiros tubulares e celulares: TR = 25/50 anos
- Para a chuva de projeto

### **5.2 Determinação da Capacidade de Escoamento das Sarjetas**

As sarjetas em trecho urbano têm como objetivo conduzir as águas que se precipitam sobre a plataforma da rodovia e áreas adjacentes ao ponto de captação que normalmente é uma boca de lobo. Para verificação da capacidade de escoamento das vias, determinado o seu comprimento crítico, com base nas recomendações do Caderno de Drenagem do DNIT.

O comprimento crítico irá definir o espaçamento máximo entre bocas de lobo, para que não haja transbordamento da sarjeta, e foi calculado mediante utilização da seguinte equação.

$$d = \frac{0,375 y^{8/3} Z I^{1/2}}{1,78 \cdot 10^{-7} C i L n}$$

Em que,

$d$ : comprimento crítico (m);

$y$ : altura de lâmina d'água (m);

$Z$ : declividade transversal equivalente (0,06);

$I$ : declividade longitudinal da sarjeta (m/m);

$C$ : coeficiente de escoamento superficial (pavimento asfáltico: 0,75);

$i$ : intensidade pluviométrica (mm/h);

$L$ : largura do implúvio (8,42 m);

$n$ : número de Manning (sarjetas em concreto:  $0,013 \text{ s.m}^{-1/3}$ ).

A Figura 5-1 apresenta - Esquema com seção de sarjeta apresentando faixa de alagamento.

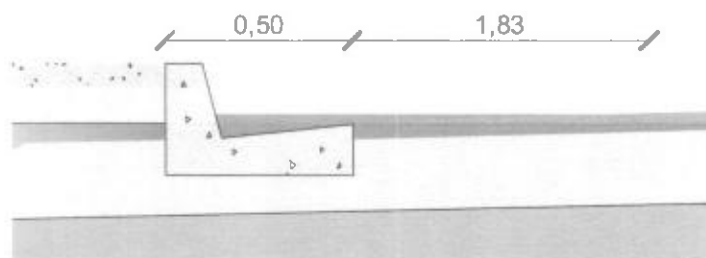


**Figura 5-1 - Esquema com seção de sarjeta apresentando faixa de alagamento.**

Sarjeta com 28 cm de largura, declividade transversal de 6,00%, altura total da guia de 30 cm e profundidade de alagamento de 5 cm. A declividade longitudinal da via foi determinada para cada sarjeta conforme lançamento do projeto geométrico da via. Ressalte-se que, embora o comprimento crítico de sarjeta tenha sido calculado permitindo alagamento de parte da via, para uma altura máxima de lâmina d'água de 10,5 cm. Nesses trechos, foi considerado alagamento de via.

Todos os trechos das vias foram analisados e verificados, (ver plantas e bacias abaixo com as vazões correspondentes – Para  $t_c=10$  minutos e TR 10 anos) comparando-se as vazões atuantes em cada bacia e conseqüentemente a capacidade das vias.

Tabela 5-1 - Resultados dos cálculos de comprimentos críticos de sarjeta.

| Local          | Sarjeta | Estaca In |         | Estaca fim |          | $l_b$<br>(m/m) | $L_{crit}$ (m) | Q (m³/s) |
|----------------|---------|-----------|---------|------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Novo Iguaçu    | T-01    | 0         | + 0,00  | 13         | + 5,13   | 0,0035         | 119,08         | 0,0343   |
| Novo Iguaçu    | T-01    | 13        | + 5,13  | 46         | + 11,298 | 0,0004         | 40,26          | 0,011606 |
| Novo Iguaçu    | T-01    | 46        | + 11,30 | 71         | + 5,668  | 0,0044         | 133,52         | 0,0385   |
| Novo Iguaçu    | T-01    | 71        | + 5,67  | 113        | + 13     | 0,0004         | 40,26          | 0,011606 |
| Novo Iguaçu    | T-02    | 0         | + 0,00  | 24         | + 5,697  | 0,0026         | 102,64         | 0,0296   |
| Novo Iguaçu    | T-02    | 24        | + 5,70  | 58         | + 17,305 | 0,0026         | 102,64         | 0,0296   |
| Novo Iguaçu    | T-02    | 58        | + 17,31 | 75         | + 16,835 | 0,0018         | 85,40          | 0,0246   |
| Novo Iguaçu    | T-02    | 75        | + 16,84 | 80         | + 13,397 | 0,0092         | 193,06         | 0,0557   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 0         | + 0,00  | 7          | + 12,313 | 0,006          | 155,91         | 0,0450   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 7         | + 12,31 | 16         | + 1,473  | 0,0176         | 267,03         | 0,0770   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 16        | + 1,47  | 29         | + 14,297 | 0,005          | 142,33         | 0,0410   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 29        | + 14,30 | 39         | + 12,199 | 0,0181         | 270,80         | 0,0781   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 39        | + 12,20 | 76         | + 12,743 | 0,0074         | 173,15         | 0,0499   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 76        | + 12,74 | 96         | + 2,499  | 0,0216         | 295,83         | 0,0853   |
| Novo Iguaçu    | T-03    | 96        | + 2,50  | 102        | + 7,493  | 0,0118         | 218,65         | 0,0630   |
| Novo Altiplano | T-03    | 0         | + 0,00  | 4          | + 16,79  | 0,0795         | 160,94         | 0,0464   |
| Novo Altiplano | T-03    | 4         | + 16,79 | 11         | + 11,901 | 0,0074         | 49,10          | 0,0142   |
| Novo Altiplano | T-03    | 11        | + 11,90 | 15         | + 4,516  | 0,0369         | 109,64         | 0,0316   |
| Novo Altiplano | T-03    | 15        | + 4,52  | 21         | + 7,982  | 0,0471         | 123,87         | 0,0357   |
| Novo Altiplano | T-03    | 21        | + 7,98  | 33         | + 9,292  | 0,0207         | 289,60         | 0,0835   |
| Novo Altiplano | T-03    | 33        | + 9,29  | 43         | + 11,968 | 0,0388         | 396,48         | 0,1143   |
| Novo Altiplano | T-03    | 43        | + 11,97 | 54         | + 10,556 | 0,005          | 142,33         | 0,0410   |

### 5.3 Descidas d'Água Tipo Rápido

Considerando-se os comprimentos críticos de sarjetas, calculados conforme seção 5.2, foram alocadas descidas d'água tipo rápido, sob passeio, com seção trapezoidal de 30 cm de base e 30 cm de altura, com declividade lateral 1H:2V, seguida de bacia de dissipação com caixa quadrada de 70 cm de lado (vide detalhes em desenhos).

### 5.4 Cálculo da Capacidade de Drenagem das Obras de Arte Correntes

#### • Bueiros Tubulares

O dimensionamento hidráulico dos bueiros consiste essencialmente na determinação das suas dimensões de modo que a vazão admissível na estrutura seja igual ou superior à vazão afluenta, prevista nos estudos hidrológicos.

Foram consideradas no dimensionamento dos bueiros tubulares estruturas com diâmetros de 0,8 m, 1,0 m ou 1,2 m, dispostos em linhas simples, duplas ou triplas.

Inicialmente procedeu-se à análise hidráulica dos bueiros tubulares funcionando como canal. Neste caso são utilizadas as vazões determinadas no estudo hidrológico

para um período de retorno de 25 anos. Observa-se que deve ser adotada a condição de não submersão da entrada do bueiro.

Outro ponto a ser observado é a determinação do regime de funcionamento do bueiro, visto que para regimes de escoamentos diferentes têm-se dimensionamentos distintos. Desta forma, para se definir o regime de funcionamento do bueiro efetua-se uma comparação entre sua declividade de assentamento e a declividade crítica, através da equação a seguir:

$$I_c = 32,82 \times \frac{n^2}{\sqrt[3]{D}}$$

Em que:

$I_c$  = declividade crítica (m/m);

$n$  = coeficiente de rugosidade de Manning;

$D$  = diâmetro do bueiro tubular (m);

Assim, para que o bueiro instalado como canal funcione no regime subcrítico (recomendável e desejável) sua declividade deverá ser inferior à crítica. Em caso contrário funcionará em regime torrencial.

Para o dimensionamento de bueiros tubulares no regime subcrítico devem ser determinadas a vazão admissível e a velocidade correspondente utilizando-se as expressões a seguir, nas quais os bueiros trabalham com uma profundidade de fluxo de 80% de diâmetro.

$$Q_{adm} = \frac{0,305}{n} * D^{\frac{8}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$U = \frac{0,452}{n} \times D^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Em que:

$Q_{adm}$  = vazão admissível (m³/s);

$n$  = coeficiente de rugosidade de Manning;

$D$  = diâmetro do bueiro tubular (m);

$I$  = declividade do canal (m/m);

$U$  = velocidade do escoamento (m/s)

Entretanto, se a velocidade mínima não for atendida (0,75 m/s), deverá ser feita a análise do bueiro operando em regime supercrítico, o que é feito limitando-se a vazão admissível à vazão correspondente ao regime crítico. A seguir são mostradas as equações para o dimensionamento de bueiros tubulares no regime supercrítico.

$$Q_{adm} = 1,533 \times D^{\frac{5}{2}}$$

$$U = 2,56 \times \sqrt{D}$$

Em que:

$Q_{adm}$  = vazão admissível (m³/s);

D = diâmetro do bueiro tubular (m);

U = velocidade do escoamento (m/s)

Depois de verificada a análise hidráulica do bueiro tubular funcionando em escoamento livre é recomendável, caso o greide da estrada permita, realizar a análise hidráulica dos mesmos funcionando como orifício, ou seja, considerando-se o afogamento e superelevação de até 0,5 m. Neste caso, deverão ser utilizadas as vazões obtidas para um período de retorno de 50 anos.

Assim, o funcionamento hidráulico nestas condições será definido pelas expressões da teoria dos orifícios, na qual a vazão transportada é função da altura de carga, sendo calculada a partir da equação:

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

Em que:

$C_d$  = coeficiente de descarga;

A = área da seção transversal do bueiro (m²);

h = altura de carga a partir do eixo da obra (m).

Computando-se uma margem de segurança de 20% obtêm-se as expressões da vazão admissível e da velocidade que serão utilizadas no dimensionamento dos bueiros tubulares.

$$Q_{adm} = 2,192 \times D^2 \times h^{\frac{1}{2}}$$

$$U = 2,79 \times h^{\frac{1}{2}}$$

Em que:

D = diâmetro do bueiro tubular (m);

h = altura de carga medida a partir do eixo da obra até o nível d'água (m)

$Q_{adm}$  = vazão admissível (m³/s);

U = velocidade (m/s).

Assim, o dimensionamento hidráulico para as condições de escoamento com entrada afogada consiste em determinar a altura de carga correspondente à vazão afluente para uma dada dimensão do bueiro.

Destaca-se que, caso não seja permitida esta verificação dos bueiros funcionando afogado com uma carga hidráulica de 1m acima na sua geratriz superior, uma vez que o greide da estrada apresenta uma elevação em relação ao terreno menor que 0,5 m (quer por questões construtivas, ou por questões econômicas), o dimensionamento do bueiro é realizado mediante seu funcionamento em regime fluvial, porém, para o pico de cheia com recorrência de 50 anos.

#### • Bueiros Celulares

O procedimento para o dimensionamento hidráulico de um bueiro celular funcionando como canal é o mesmo descrito para bueiro tubular, sendo as equações utilizadas no cálculo da declividade crítica, da vazão admissível e da velocidade as expressões abaixo apresentadas:

$$I_c = \frac{2,6 \times n^2}{\sqrt[3]{H}} \times \left( 3 + \frac{4 \times H}{B} \right)^{\frac{4}{3}}$$

$$Q_{adm} = \left[ \frac{(0,8 \times B \times H)^5}{(B + 1,6 \times H)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \times \frac{I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$U = \frac{Q_{adm}}{0,8 \times B \times H}$$

Em que:

$I_c$  = declividade crítica (m/m);

$n$  = coeficiente de rugosidade de Manning;

$H$  = altura do bueiro celular (m);

$B$  = base do bueiro celular (m).

$Q_{adm}$  = vazão admissível (m³/s);

$U$  = velocidade do escoamento (m/s).

Tendo-se o bueiro celular operando no regime supercrítico as expressões para determinação da vazão admissível e da velocidade de escoamento são dadas a seguir:

$$Q_{adm} = 1,705 \times B \times H^{\frac{3}{2}}$$

$$U = 2,56 \times \sqrt{H}$$

Em que:

$Q_{adm}$  = vazão admissível ( $m^3/s$ );

$B$  = base do bueiro celular (m);

$H$  = altura do bueiro celular (m);

$U$  = velocidade do escoamento (m/s).

Após ser verificada a análise hidráulica do bueiro celular funcionando como canal, recomenda-se proceder à verificação do mesmo operando como orifício. Neste caso a determinação da vazão admissível e da velocidade é realizada através das expressões mostradas a seguir. Ressalta-se que deverão ser utilizadas as vazões obtidas no estudo hidrológico para o período de retorno de 50 anos.

$$Q_{adm} = 2,751 \times B \times H \times h^{1/2}$$

$$U = 2,56 \times \sqrt{H}$$

Em que:

$Q_{adm}$  = vazão admissível ( $m^3/s$ );

$B$  = base do bueiro celular (m);

$H$  = altura do bueiro celular (m);

$U$  = velocidade do escoamento (m/s).

$h$  = altura de carga medida a partir do eixo da obra até o nível d'água (m)

Caso não sejam verificadas, na análise hidráulica do bueiro celular, as condições estabelecidas entre a vazão admissível e a vazão obtida para o período de retorno considerado, deve-se realizar a análise considerando um bueiro celular duplo. No caso de este ainda não atender às exigências deve-se passar a considerar um bueiro celular triplo. No entanto, se a análise com o bueiro triplo não for verificada deverão ser utilizadas obras de arte especiais, tais como pontes e pontilhões. A Tabela 4.1 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 5-2 - Dimensionamento dos bueiros alocados (parâmetros de entrada).

| Parâmetros de Entrada |            |                            |                            |         |
|-----------------------|------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| Bacia                 | Area (km²) | Qhidrologia 25 anos (m³/s) | Qhidrologia 50 anos (m³/s) | Manning |
| BU-01                 | 0,026      | 0,362                      | 0,391                      | 0,013   |
| BU-01.1               | 0,041      | 0,497                      | 0,530                      | 0,013   |
| BU-02                 | 6,040      | 6,447                      | 6,897                      | 0,013   |
| BU-03                 | 5,770      | 4,965                      | 5,307                      | 0,013   |
| BU-04                 | 5,209      | 5,573                      | 5,951                      | 0,013   |
| BU-05                 | 0,075      | 0,734                      | 0,786                      | 0,013   |
| BU-06                 | 24,960     | 36,966                     | 45,179                     | 0,013   |
| BU-07                 | 0,321      | 3,392                      | 3,677                      | 0,013   |
| BU-08                 | 0,656      | 3,746                      | 4,028                      | 0,013   |
| BU-09                 | 0,857      | 3,711                      | 3,973                      | 0,013   |
| BU-10                 | 0,501      | 5,973                      | 6,427                      | 0,013   |
| BU-11                 | 0,179      | 1,792                      | 1,923                      | 0,013   |
| BU-12                 | 0,215      | 2,200                      | 2,361                      | 0,013   |
| BU-13                 | 0,069      | 0,875                      | 0,936                      | 0,013   |
| BU-14                 | 0,050      | 0,759                      | 0,816                      | 0,013   |

Tabela 5-3 - Dimensionamento dos bueiros alocados (condições de dimensionamento).

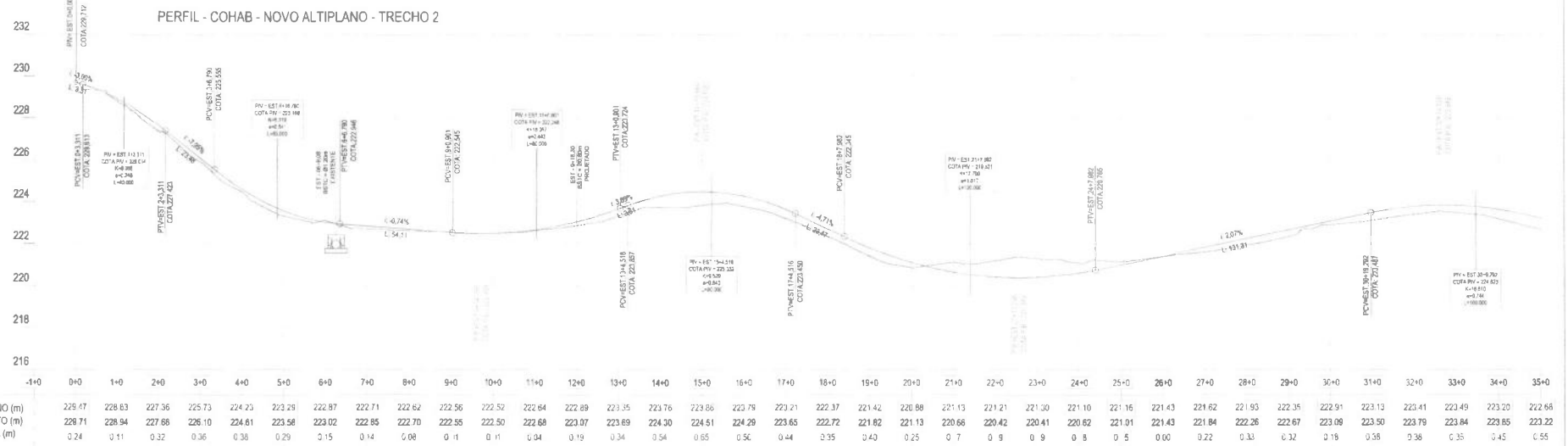
| Bacia   | Condições de Dimensionamento |                    |                 |                 |                     |                 |
|---------|------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|         | Dimensionamento Limite       |                    |                 |                 | Verificação 50 anos |                 |
|         | Icritico Tub (m/m)           | Iadotado Tub (m/m) | Qadm Tub (m³/s) | Vel. Tub. (m/s) | Qadm Tub (m³/s)     | Vel. Tub. (m/s) |
| BU-01   | 0,0055                       | 0,005              | 1,66            | 2,46            | 2,68                | 3,42            |
| BU-01.1 | 0,0055                       | 0,005              | 1,66            | 2,46            | 2,68                | 3,42            |
| BU-02   | 0,0052                       | 0,005              | 2,70            | 2,78            | 3,99                | 3,53            |
| BU-03   | 0,0052                       | 0,005              | 2,70            | 2,78            | 3,99                | 3,53            |
| BU-04   | 0,0048                       | 0,004              | 4,37            | 2,88            | 6,52                | 3,69            |
| BU-05   | 0,0060                       | 0,005              | 0,91            | 2,12            | 1,66                | 3,30            |
| BU-06   | 0,0043                       | 0,004              | 20,42           | 4,08            | 25,79               | 4,05            |
| BU-07   | 0,0055                       | 0,005              | 1,66            | 2,46            | 2,68                | 3,42            |
| BU-08   | 0,0052                       | 0,005              | 2,70            | 2,78            | 3,99                | 3,53            |
| BU-09   | 0,0052                       | 0,005              | 2,70            | 2,78            | 3,99                | 3,53            |
| BU-10   | 0,0048                       | 0,004              | 4,37            | 2,88            | 6,52                | 3,69            |
| BU-11   | 0,0052                       | 0,005              | 2,70            | 2,78            | 3,99                | 3,53            |
| BU-12   | 0,0060                       | 0,005              | 0,91            | 2,12            | 1,66                | 3,30            |
| BU-13   | 0,0052                       | 0,005              | 2,70            | 2,78            | 3,99                | 3,53            |
| BU-14   | 0,0060                       | 0,005              | 0,91            | 2,12            | 1,66                | 3,30            |

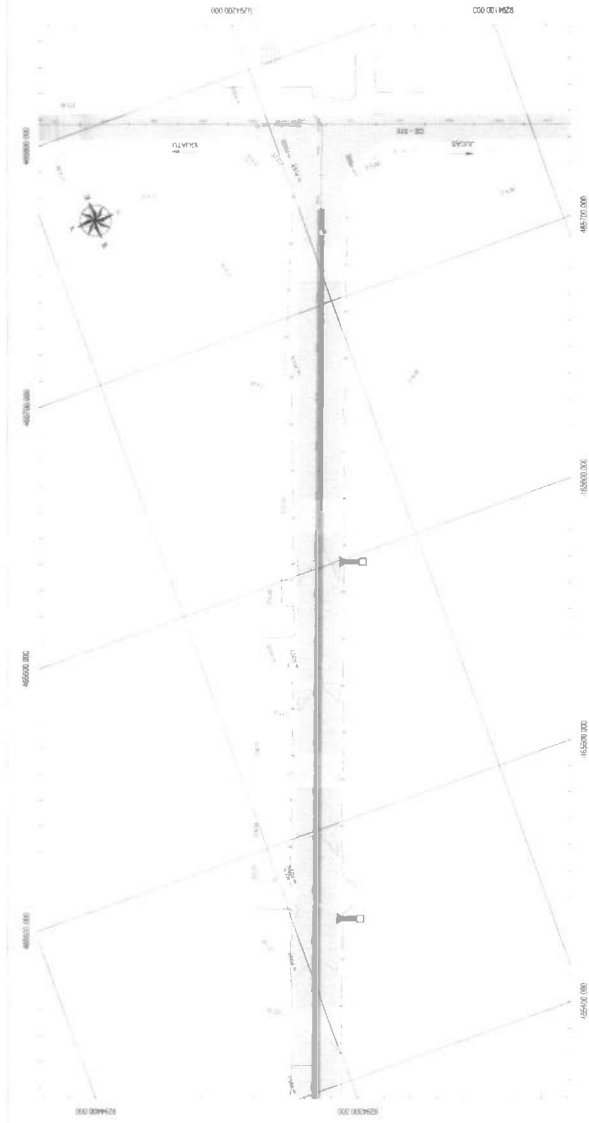
Tabela 5-4 - Dimensionamento dos bueiros alocados (resultados).

| Bacia   | Resultados                      |                  |                   |                          |      |                   |
|---------|---------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|------|-------------------|
|         | Valores Reais 25 anos - Tubular |                  |                   | Quantidade de Estruturas | Tipo | Diâmetro ou L (m) |
|         | Altura Normal (m)               | Área Normal (m²) | Vel. Mínima (m/s) |                          |      |                   |
| BU-01   | 0,313                           | 0,210            | 1,72              | 1,00                     | BSTC | 1                 |
| BU-01.1 | 0,370                           | 0,264            | 1,88              | 1,00                     | BSTC | 1                 |
| BU-02   | 0,796                           | 0,796            | 2,70              | 3,00                     | BTTC | 1,2               |
| BU-03   | 0,890                           | 0,899            | 2,76              | 2,00                     | BDTC | 1,2               |
| BU-04   | 0,857                           | 1,044            | 2,67              | 2,00                     | BTCC | 1,5               |
| BU-05   | 0,533                           | 0,356            | 2,06              | 1,00                     | BSTC | 0,8               |
| BU-06   | 1,848                           | 4,622            | 4,00              | 2,00                     | BDCC | 2,5               |
| BU-07   | 0,597                           | 0,489            | 2,31              | 3,00                     | BTTC | 1                 |
| BU-08   | 0,725                           | 0,714            | 2,62              | 2,00                     | BDTC | 1,2               |
| BU-09   | 0,720                           | 0,709            | 2,62              | 2,00                     | BDTC | 1,2               |
| BU-10   | 0,896                           | 1,101            | 2,71              | 2,00                     | BDCC | 1,5               |
| BU-11   | 0,704                           | 0,690            | 2,60              | 1,00                     | BSTC | 1,2               |
| BU-12   | 0,533                           | 0,356            | 2,06              | 3,00                     | BTTC | 0,8               |
| BU-13   | 0,464                           | 0,404            | 2,17              | 1,00                     | BSTC | 1,2               |
| BU-14   | 0,547                           | 0,366            | 2,07              | 1,00                     | BSTC | 0,8               |

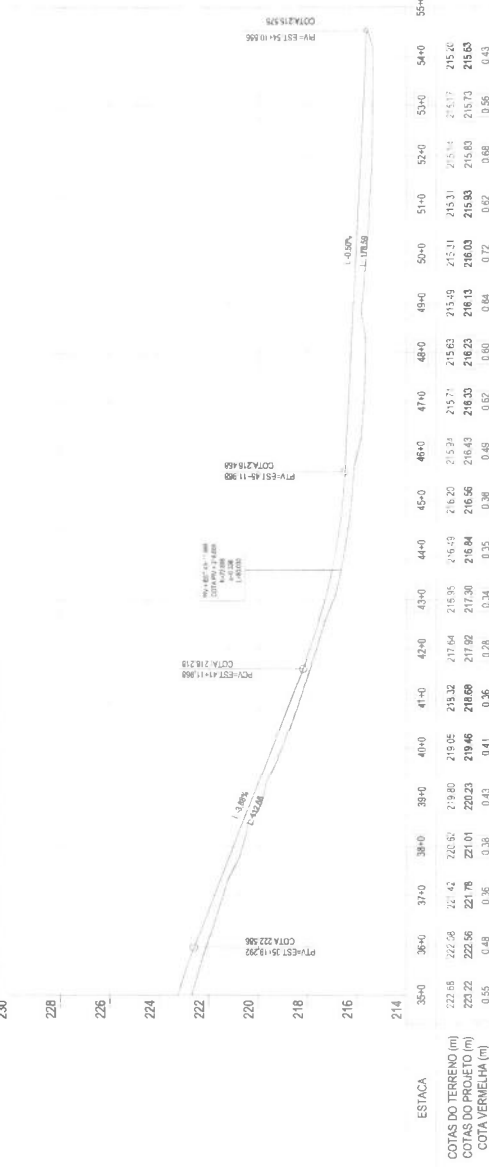








PERFIL - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 2



LEGENDA

EM PLANTA

- Eixo Proposto
- Novo For. Externa
- Meio-Fio Proposto

- Muro Externa
- Onda de Água sub. Passado
- Caixa Externa

- Entulho Externo
- Ponto de Nível Terreno
- Eixo Ex. Externo

- Curvas de Níveis
- Duro Externo
- Buro Proposto

- Adubo Externo
- Revestimento em Proposto
- Passagem em Proposto

- Terreno Atual
- Caixa Proposta
- Buro Proposto

- Lote Externo
- Buro Externo



PROJETO DE INFRAESTRUTURA E  
OBRAS DE REFORMA E MANUTENÇÃO  
DO SISTEMA DE DRENAGEM  
DO LOTE 11111 DE DRENAGEM

PRIMA: PROJETO EXECUTIVO  
SEGUNDA: PROJETO EXECUTIVO  
TERCEIRA: PROJETO EXECUTIVO  
QUARTA: PROJETO EXECUTIVO  
QUINTA: PROJETO EXECUTIVO

CONDIÇÃO DE OBRAS  
DE OBRAS DE REFORMA E  
MANUTENÇÃO DO SISTEMA  
DE DRENAGEM DO LOTE 11111  
DE DRENAGEM

DATA: 10/01/2023  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

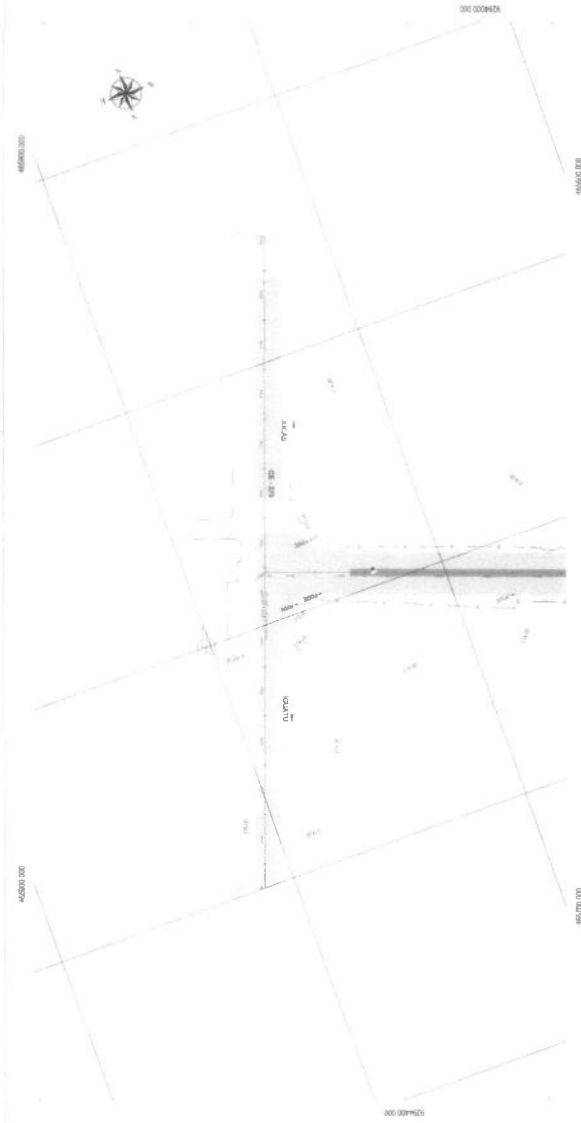
PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM

PROJETO: [Nome do Projeto]  
AUTOR: [Nome do Autor]  
TÍTULO: PROJETO DE DRENAGEM



216 PERFIL - BR-404 - EXO SUL

ESTACA 0+0 1+0 2+0 3+0 4+0 5+0 6+0 7+0 8+0 9+0 10+0 11+0 11+34

COTAS DO TERRENO (m) 215.53 215.53 215.56 215.56 215.56 215.56 215.54 215.53 215.53 215.59 215.59 215.61 215.62

COTAS DO PROJETO (m) 215.53 215.53 215.56 215.56 215.56 215.56 215.54 215.53 215.53 215.59 215.59 215.61 215.62

COTA VERMELHA (m) 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

PIV=EST 0+0=0.00 COTA 215.53

PIV=EST 11+34=11.34 COTA 215.575

# LEGENDA

## EM PLANTA

- Eixo Proposto

- Mapa de Existência

- Mapa de Projeto

- Muro Existente

- Direção d'Água no Projeto

- Curva Existente

- Edificação Existente

- Ponto de Banca Torção

- Curva de Nova

- Bateria Existente

- Bateria Proposta

- Adubo Existente

- Revestimento em Projeto

- Pavimento em Projeto

- Terreno Atual

- Grade Proposta

- Bateria Existente

- Bateria Proposta

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

PROJETO DE INFRAESTRUTURA E OBRAS DE REQUALIFICAÇÃO URBANA AELC 1400

1/1[illegible]

# NOTA DE SERVIÇO DE SARJETA EM L

| LADO ESQUERDO                         |   |       |        |   |       |             |          |  |  |
|---------------------------------------|---|-------|--------|---|-------|-------------|----------|--|--|
| LOCALIZAÇÃO                           |   |       |        |   |       |             |          |  |  |
| ESTACA                                |   |       | ESTACA |   |       | RECORRENCIA | EXTENSÃO |  |  |
| INICIAL                               |   |       | FINAL  |   |       |             | (m)      |  |  |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T01 |   |       |        |   |       |             |          |  |  |
| 49                                    | + | 10,00 | 97     |   |       | 1,00        | 950,00   |  |  |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T02 |   |       |        |   |       |             |          |  |  |
| 3                                     | + | 10,00 | 54     | + | 10,00 | 1,00        | 1 020,00 |  |  |

|           |          |
|-----------|----------|
| SUB-TOTAL | 1.970,00 |
|-----------|----------|

| LADO DIREITO                          |   |       |        |   |       |             |                 |
|---------------------------------------|---|-------|--------|---|-------|-------------|-----------------|
| LOCALIZAÇÃO                           |   |       |        |   |       |             |                 |
| ESTACA                                |   |       | ESTACA |   |       | RECORRENCIA | EXTENSÃO<br>(m) |
| INICIAL                               |   | FINAL |        |   |       |             |                 |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T01 |   |       |        |   |       |             |                 |
| 49                                    | + | 10,00 | 97     |   |       | 1,00        | 950,00          |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T02 |   |       |        |   |       |             |                 |
| 3                                     | + | 10,00 | 54     | + | 10,00 | 1,00        | 1.020,00        |

|           |          |
|-----------|----------|
| SUB-TOTAL | 1.970,00 |
|-----------|----------|

|             |          |
|-------------|----------|
| TOTAL GERAL | 3.940,00 |
|-------------|----------|



Nº CONSÓRCIO  
2303-PROD8-DRE-003-REV\_A

|        |
|--------|
| PÁGINA |
| 1      |
| REV    |
| A      |

4/13

[illegible]

**NOTA DE SERVIÇO DE DESCIDA D'ÁGUA PROJETADA**

| LADO ESQUERDO   |              |       |
|-----------------|--------------|-------|
| LOCALIZAÇÃO     |              |       |
| ESTACA          | EXTENSÃO (m) | SAÍDA |
| ALTIPLANO - T01 |              |       |
| 48              |              | 1     |
| 53              |              | 1     |
| 58              |              | 1     |
| 66+10,00        |              | 1     |
| 74+10,00        |              | 1     |
| 85              |              | 1     |
| 97              |              | 1     |
| 101+10,00       |              | 1     |
| ALTIPLANO - T02 |              |       |
|                 |              |       |
|                 |              |       |
|                 |              |       |
|                 |              |       |
| SUB-TOTAL       | -            | 8     |

| LADO DIREITO              |              |       |
|---------------------------|--------------|-------|
| LOCALIZAÇÃO               |              |       |
| ESTACA                    | EXTENSÃO (m) | SAIDA |
| <b>VO ALTIPLANO - T01</b> |              |       |
| 48                        |              | 1     |
| 53                        |              | 1     |
| 58                        |              | 1     |
| 66+10,00                  |              | 1     |
| 74+10,00                  |              | 1     |
| 85                        |              | 1     |
| 97                        |              | 1     |
| 101+10,00                 |              | 1     |
| <b>VO ALTIPLANO - T02</b> |              |       |
| 26+18,00                  |              | 1     |
| 38+10,00                  |              | 1     |
| 45+17,00                  |              | 1     |
| <b>SUB-TOTAL</b>          |              |       |
|                           | -            | 11    |
| <b>TOTAL GERAL</b>        |              |       |
|                           | -            | 30    |

1/1

|        |                    |                       |                       |                         |
|--------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| TE     | A - PRELIMINAR     | C - PARA CONHECIMENTO | E - PARA CONSTRUÇÃO   | G - CONFORME CONSTRUÍDO |
| EMIÇÃO | B - PARA APROVAÇÃO | D - PARA COTAÇÃO      | F - CONFORME COMPRADO | H - CANCELADO           |

[illegible]

# NOTA DE SERVIÇO DE OBRAS D'ARTE

| Nº                                    | BACIA | ESTACA |   | TIPO  | SEÇÃO (m) |          |   | MONTANTE | CF LE | CF LD  | COMPRIMENTO | OBSERVAÇÕES |                                                                          |
|---------------------------------------|-------|--------|---|-------|-----------|----------|---|----------|-------|--------|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T01 |       |        |   |       |           |          |   |          |       |        |             |             |                                                                          |
| 1                                     | B-09  | 39     |   | 14,20 | BDTC      | Ø = 1,20 |   |          | LD    | 217,78 | 216,16      | 25,00       | Existente: BSTC 1,20 a ser atualizado p/ BDTC 1,20                       |
| 2                                     | B-10  | 43     | + | 17,00 | BDCC      | 1,50     | x | 1,50     | LD    | 218,34 | 216,88      | 82,00       | Projetado BDCC de 1,50x 1,50m                                            |
| 3                                     | B-11  | 47     | + | 10,00 | BSTC      | Ø = 1,20 |   |          | LD    | 217,65 | 217,50      | 45,00       | Projetado BSTC de Ø = 1,20                                               |
| 4                                     | B-12  | 72     | + | 10,00 | BTTC      | Ø = 0,80 |   |          | LE    | 220,34 | 220,20      | 30,00       | Existente: BSTC 0,80 a ser atualizado p/ BTTC 0,80 com Caixa de Montante |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T02 |       |        |   |       |           |          |   |          |       |        |             |             |                                                                          |
| 5                                     | B-13  | 6      | + | 9,08  | BSTC      | Ø = 1,20 |   |          | LE    | 222,97 | 220,50      | 25,00       | Existente - seção verificada a ser mantida                               |
| 6                                     | B-14  | 9      | + | 18,30 | BSTC      | Ø = 0,80 |   |          | LE    | 220,95 | 220,84      | 25,00       | Existente: BSTC 0,40 a ser atualizado p/ BSTC 0,80 com Caixa de Montante |

1/1

|          |                    |                       |                       |                         |
|----------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| TE: TIPO | A - PRELIMINAR     | C - PARA CONHECIMENTO | E - PARA CONSTRUÇÃO   | G - CONFORME CONSTRUÍDO |
| EMIÇÃO   | B - PARA APROVAÇÃO | D - PARA COTAÇÃO      | F - CONFORME COMPRADO | H - CANCELADO           |

[illegible]

**NOTA DE SERVIÇO DE BANQUETA MOLDADA NO LOCAL (H=0,35m)**

| LADO ESQUERDO                         |   |        |    |             |                 |        |          |
|---------------------------------------|---|--------|----|-------------|-----------------|--------|----------|
| LOCALIZAÇÃO                           |   |        |    |             |                 |        |          |
| ESTACA                                |   | ESTACA |    | RECORRENCIA | EXTENSÃO<br>(m) |        |          |
| INICIAL                               |   | FINAL  |    |             |                 |        |          |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T01 |   |        |    |             |                 |        |          |
| 49                                    | + | 10,00  | 97 |             | 1,00            | 950,00 |          |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T02 |   |        |    |             |                 |        |          |
| 3                                     | + | 10,00  | 54 | +           | 10,00           | 1,00   | 1 020,00 |

|           |  |  |  |  |          |  |
|-----------|--|--|--|--|----------|--|
| SUB-TOTAL |  |  |  |  | 1.970,00 |  |
|-----------|--|--|--|--|----------|--|

| LADO DIREITO                          |   |        |    |             |          |        |          |
|---------------------------------------|---|--------|----|-------------|----------|--------|----------|
| LOCALIZAÇÃO                           |   |        |    |             |          |        |          |
| ESTACA                                |   | ESTACA |    | RECURRENCIA | EXTENSÃO |        |          |
| INICIAL                               |   | FINAL  |    |             |          |        |          |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T01 |   |        |    |             |          |        |          |
| 49                                    | + | 10,00  | 97 |             | 1,00     | 950,00 |          |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T02 |   |        |    |             |          |        |          |
| 3                                     | + | 10,00  | 54 | +           | 10,00    | 1,00   | 1 020,00 |

|           |  |  |  |  |          |  |
|-----------|--|--|--|--|----------|--|
| SUB-TOTAL |  |  |  |  | 1.970,00 |  |
|-----------|--|--|--|--|----------|--|

| CANTEIRO CENTRAL                      |   |        |    |             |          |          |  |
|---------------------------------------|---|--------|----|-------------|----------|----------|--|
| LOCALIZAÇÃO                           |   |        |    |             |          |          |  |
| ESTACA                                |   | ESTACA |    | RECORRENCIA | EXTENSÃO |          |  |
| INICIAL                               |   | FINAL  |    |             | (m)      |          |  |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T01 |   |        |    |             |          |          |  |
|                                       |   |        |    |             |          |          |  |
| TRECHO - COHAB - NOVO ALTIPLANO - T02 |   |        |    |             |          |          |  |
| 3                                     | + | 10,00  | 53 |             | 4,00     | 3.960,00 |  |

|           |  |  |  |  |          |  |
|-----------|--|--|--|--|----------|--|
| SUB-TOTAL |  |  |  |  | 3.960,00 |  |
|-----------|--|--|--|--|----------|--|

|             |  |  |  |  |          |  |
|-------------|--|--|--|--|----------|--|
| TOTAL GERAL |  |  |  |  | 7.900,00 |  |
|-------------|--|--|--|--|----------|--|

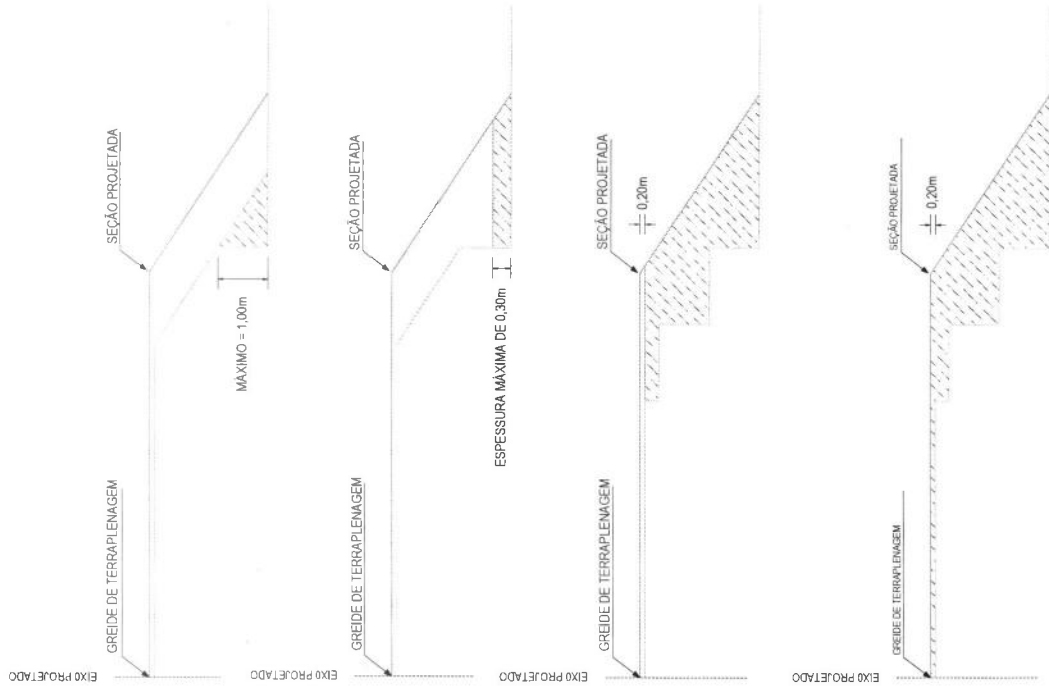
# SEQÜÊNCIA EXECUTIVA PARA ALARGAMENTO DE ATERRO

1 - INÍCIO DA ESCAVAÇÃO DENTEADA;

2 - EXECUÇÃO DAS CAMADAS INICIAIS COM ENERGIA DE 100% DO PROCTOR NORMAL;

3 - REPETIR PROCEDIMENTOS ① E ② ATÉ Atingir 0,20m ABAIXO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM;

4 - EXECUTAR CAMADA FINAL DE TERRAPLENAGEM COM ENERGIA DE 100% DO PROCTOR NORMAL.



LEGENDA

TERRENO NATURAL  
TERRAPLENO  
SEÇÃO EM CORTE  
ATERRO

TALUDES DE CORTE - INCLINAÇÃO 1:1  
TALUDES DE ATERRO - INCLINAÇÃO 1:1

01 | ALARGAMENTO DE ATERRO  
ESCALA 1:200

LEGENDA EM PLANTA:

Eixo de Projeto  
Bordo da Pista / MF

Cota  
Muro / Solera

Ponto Topográfico

Curvas de Nível

Bordo Existente

Buero Existente

Buero Projetado

Cerca Existente

Ponte

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Aterro

Corte

Aterro

LEGENDA EM PERFIL:

Talude Natural

Talude Projetado

Corte

Aterro



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA  
IBGE  
CNPJ 15.475.046/0001-90  
RUA PIAUI, 154 - JARDIM SÃO JOÃO DE PARECIS  
BRASILIA - DF, 70150-900

PROJETO EXECUTIVO  
DE ALARGAMENTO DE ATERRO  
ELEVADO  
ESCALA  
1:200

CONSERVAÇÃO DE ATERRO  
DE ALARGAMENTO DE ATERRO  
ELEVADO  
ESCALA  
1:200

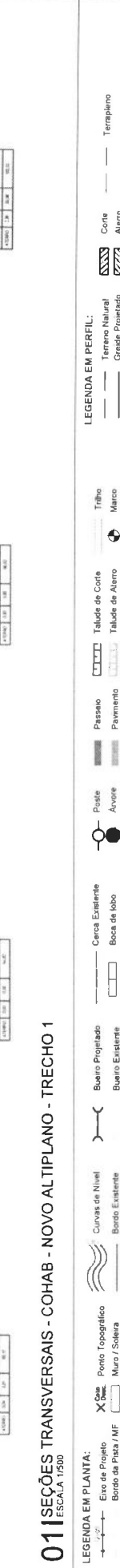
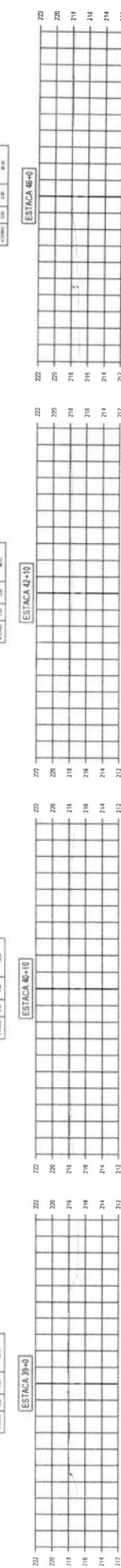
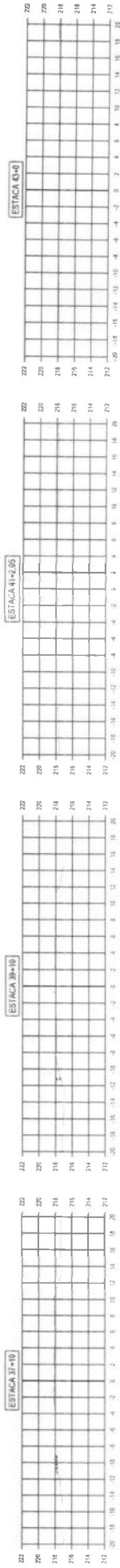
PROJETO  
DE ALARGAMENTO DE ATERRO  
ELEVADO  
ESCALA  
1:200

PROJETO  
DE ALARGAMENTO DE ATERRO  
ELEVADO  
ESCALA  
1:200

PROJETO  
DE ALARGAMENTO DE ATERRO  
ELEVADO  
ESCALA  
1:200

01 / 01





## 01 SEÇÕES TRANSVERSAIS - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 1

LEGENDA EM PLANTA:

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

— Eixo de Projeto

Curvas de Nível

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Buroto Existente

Cercas Existentes

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Boca de Lobo

Passagem

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

Talude de Alorro

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Terreno Natural

Corte

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro

Alorro



PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
SEGURANÇA VIÁRIA  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM

ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
SECRETARIA DE OBRAS E TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO DE OBRAS E TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO DE OBRAS E TRANSPORTES

PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
SEGURANÇA VIÁRIA  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM

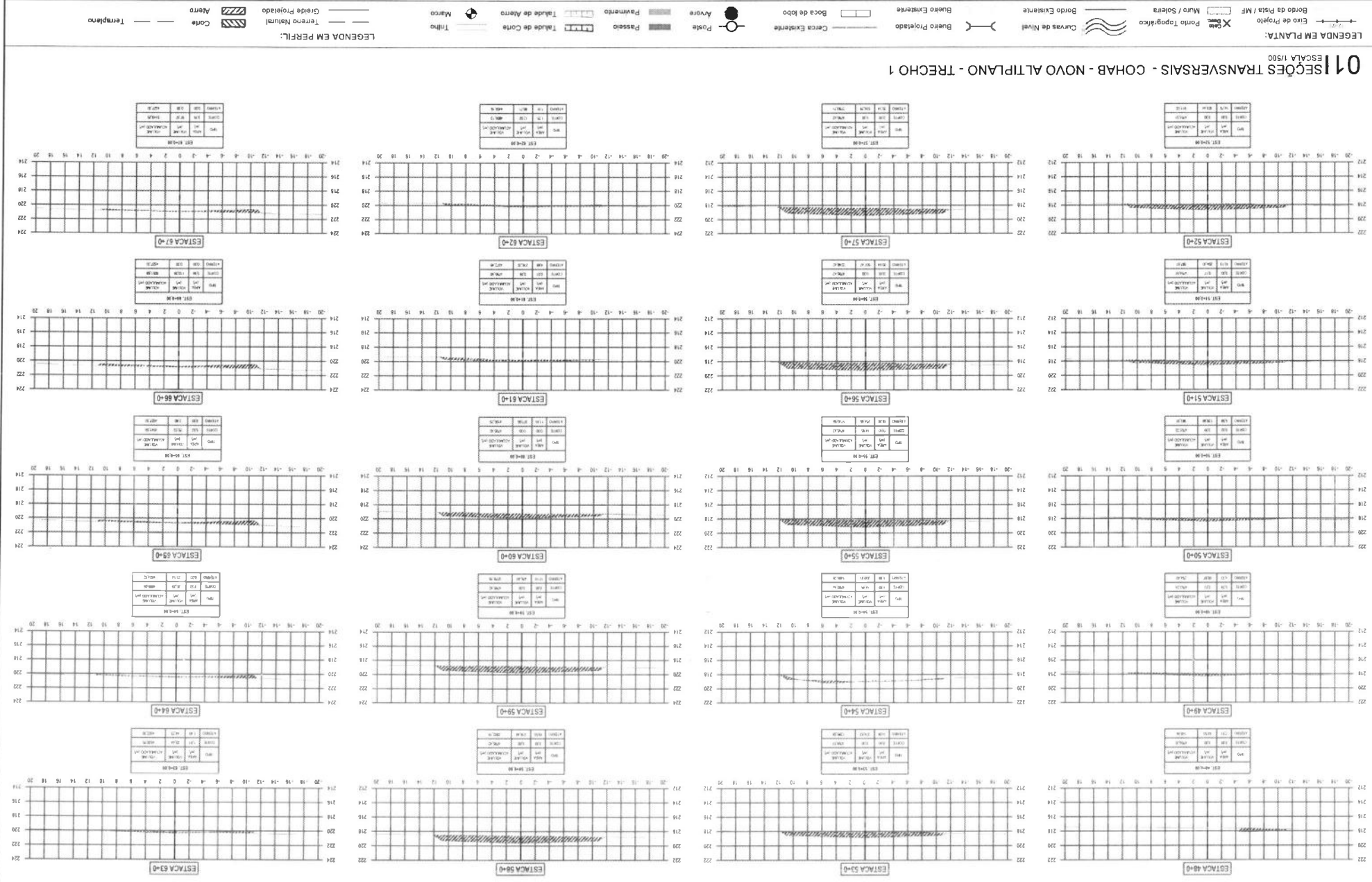
PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
SEGURANÇA VIÁRIA  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM

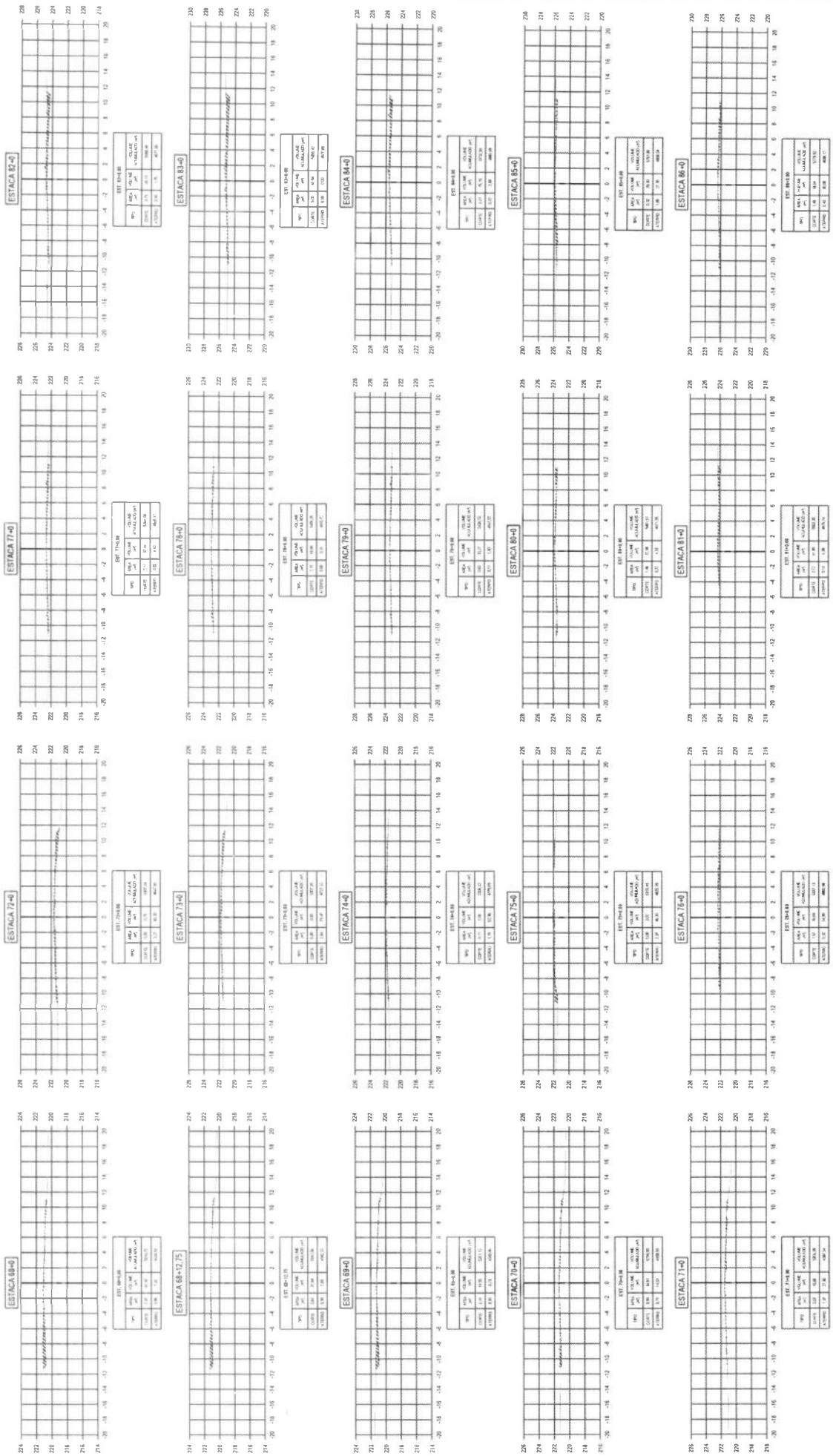
PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
SEGURANÇA VIÁRIA  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM

PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
SEGURANÇA VIÁRIA  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM

PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
SEGURANÇA VIÁRIA  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM  
REPROJETO DE TERRAPLENAGEM

01 | SEÇÕES TRANSVERSAIS - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 1





# 01 SEÇÕES TRANSVERSAIS - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 1

ESCALA 1:500

LEGENDA EM PLANTA:

Eixo de Projeto

Bordo da Pista / MF

Muro / Solera

Curvas de Nível

Bordo Existente

Buero Existente

Buero Projetado

Cerca Existente

Boca de Ibo

Passo

Avio

Passo

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Aterro

Talude de Corte

Talude de Aterro

Passo

Avio

Passo

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Aterro

Talude de Corte

Talude de Aterro

Passo

Avio

Passo

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Aterro

Talude de Corte

Talude de Aterro

Passo

Avio

Passo

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Aterro

Talude de Corte

Talude de Aterro

Passo

Avio

Passo

Pavimento

Talude de Corte

Talude de Aterro

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural

Terreno Grande Projado

Corte

Aterro

Talude

Talude

Talude

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural

Terreno Grande Projado

Corte

Aterro

Talude

Talude

Talude

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural

Terreno Grande Projado

Corte

Aterro

Talude

Talude

Talude

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural

Terreno Grande Projado

Corte

Aterro

Talude

Talude

Talude

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural

Terreno Grande Projado

Corte

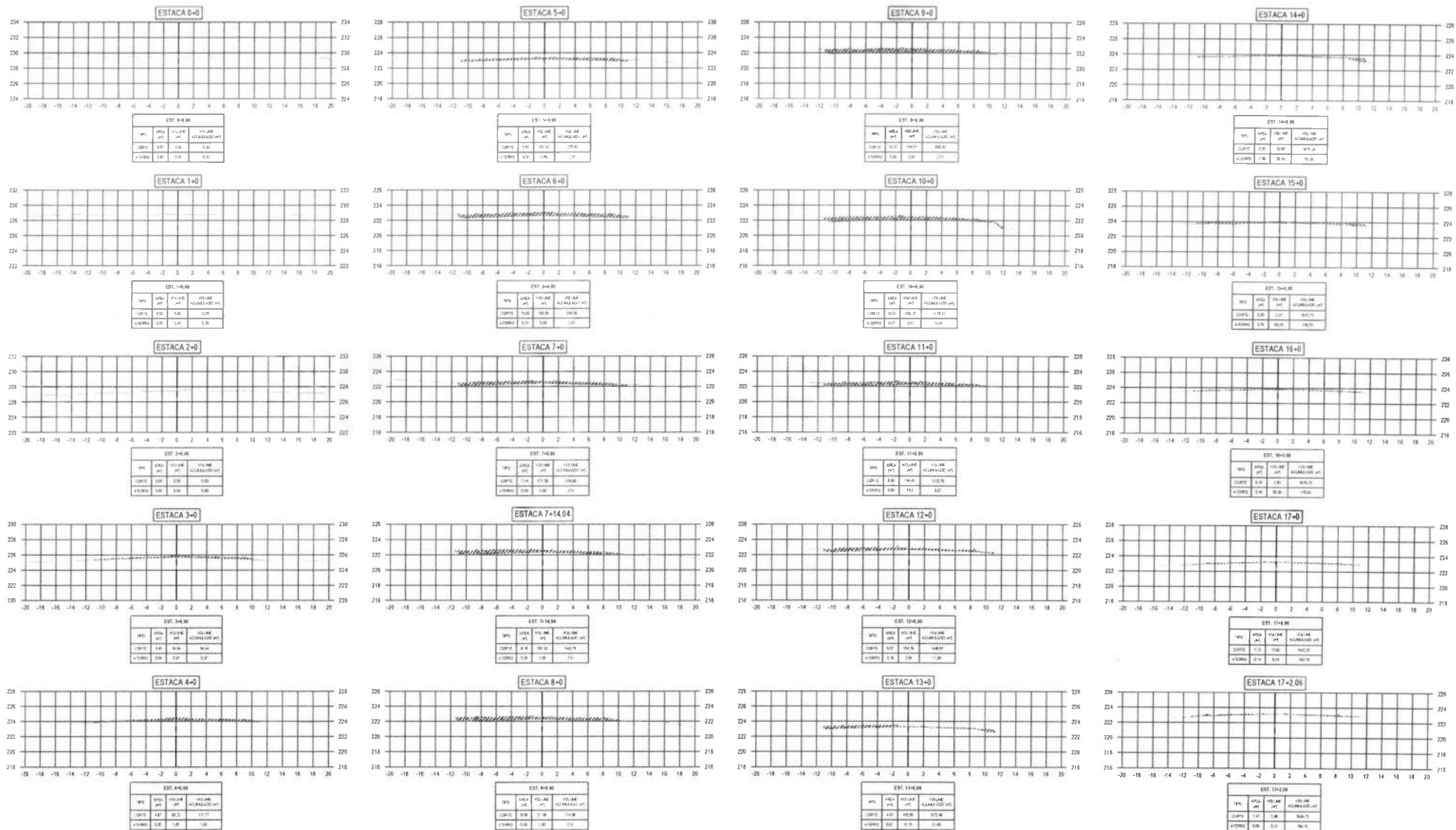
Aterro

Talude

Talude

Talude

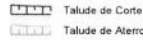
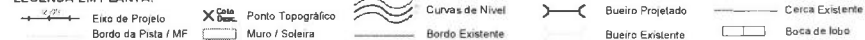




## 01 SEÇÕES TRANSVERSAIS - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 02

ESCALA 1/500

### LEGENDA EM PLANTA:



### LEGENDA EM PERFIL:



PROJETO: PROJETO DE INFRAESTRUTURA E SEGURANÇA VIÁRIA  
OBJETO: REGULARIZAÇÃO URBANA XIM VALDO DE BRASILELA  
TÍTULO: PROJETO DE TERRAPLENAGEM

ETAPA: PROJETO EXECUTIVO  
CIDADE/LOCALIDADE:  
NATURALIDADE:  
ESCALA:  
NÚMERO:

COORDENAÇÃO GERAL:  
DESENVOLVIDOR: RMP 051/247734 - CREA-CE  
COORDENAÇÃO DO CONTRATO:  
NÃO BARRERAS CAMPOS FREITAS  
CINQUE DESENHO  
PROJETO/DESENHO:  
RICARDO VENEZIANO DE OLIVEIRA  
RMP 060/2010-4 - CREA-CE

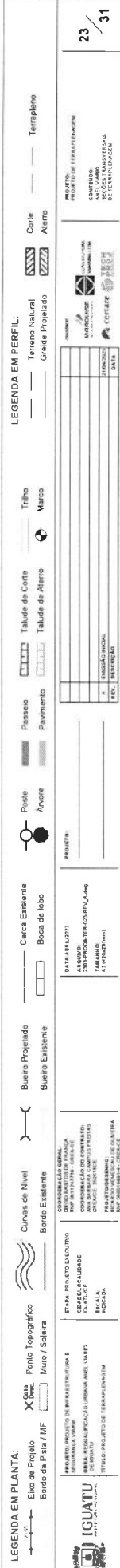
DATA: 08/02/2021  
ARQUIVO:  
233-PROJ-TER-022-REV\_1.dwg  
TAMANHO:  
43.4 MB (2021/02/08)

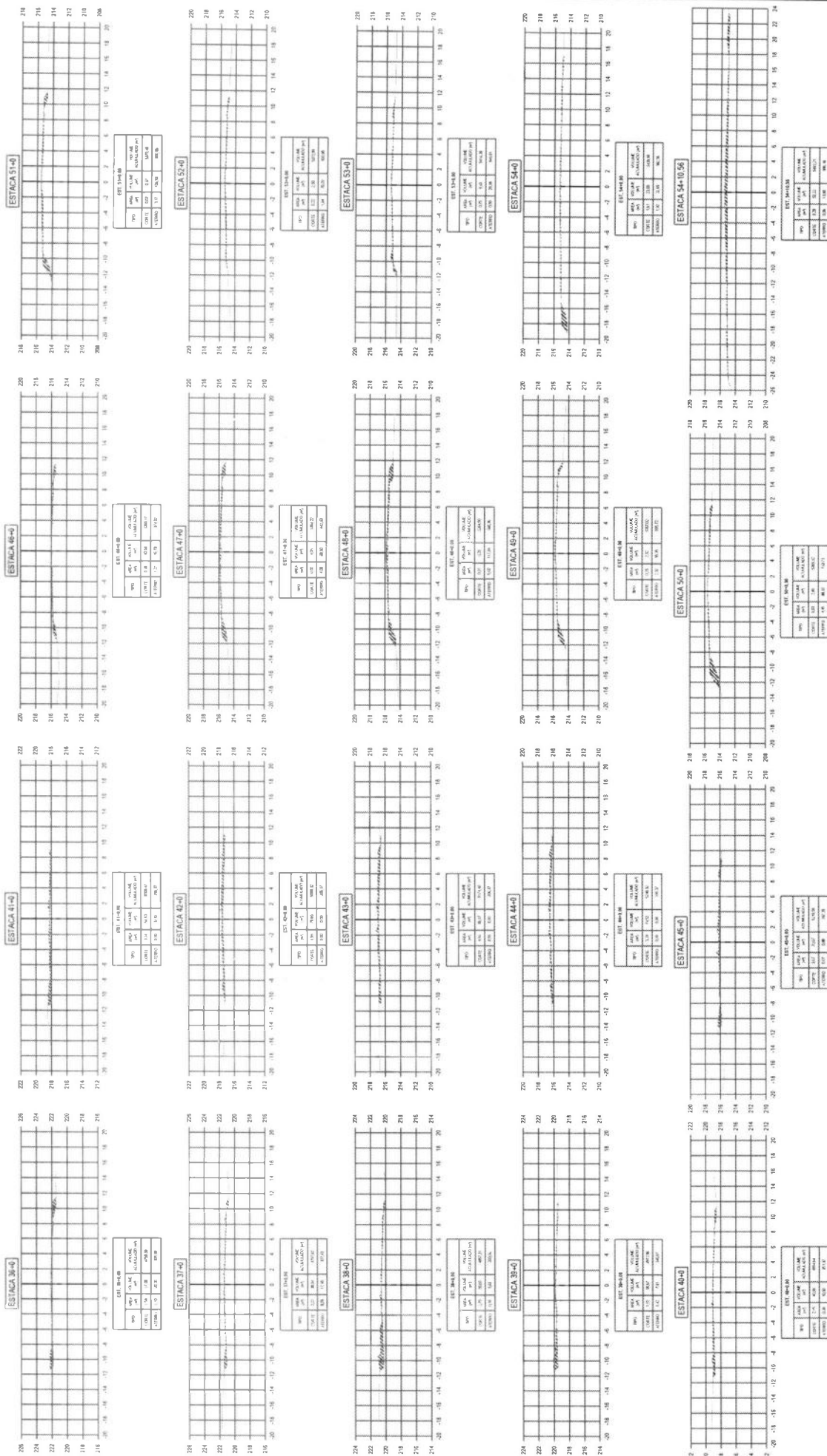
PROJETO:  
REVISÃO:  
DATA:

REVISÃO:  
DATA:

REVISÃO:  
DATA:

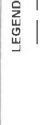
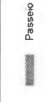
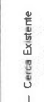
PROJETO: PROJETO DE TERRAPLENAGEM  
CONTEÚDO:  
ANEXO VAREDO  
NÚMERO TRANSVERSAIS  
DE TERRAPLENAGEM





## 01 | SEÇÕES TRANSVERSAIS - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 02

ESCALA 1/500



МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

PROJETO: PROJETO DE INFRAESTRUTURA E SEGURANÇA VIÁRIA

EYAPA: PROJETO EXECUTIVO  
 CIDADENALCALDIA DE  
 MONTAÑAS  
 COORDENACIÓN DO CONTRATO  
 DIEGO GASTOS DE FRANÇA  
 RND-0611247738-CREACE

DATA: 08/03/2023  
ARQUIVO:  
33054800b17f6-024-RFV\_A\_3305

PROJETO \_\_\_\_\_

[illegible]

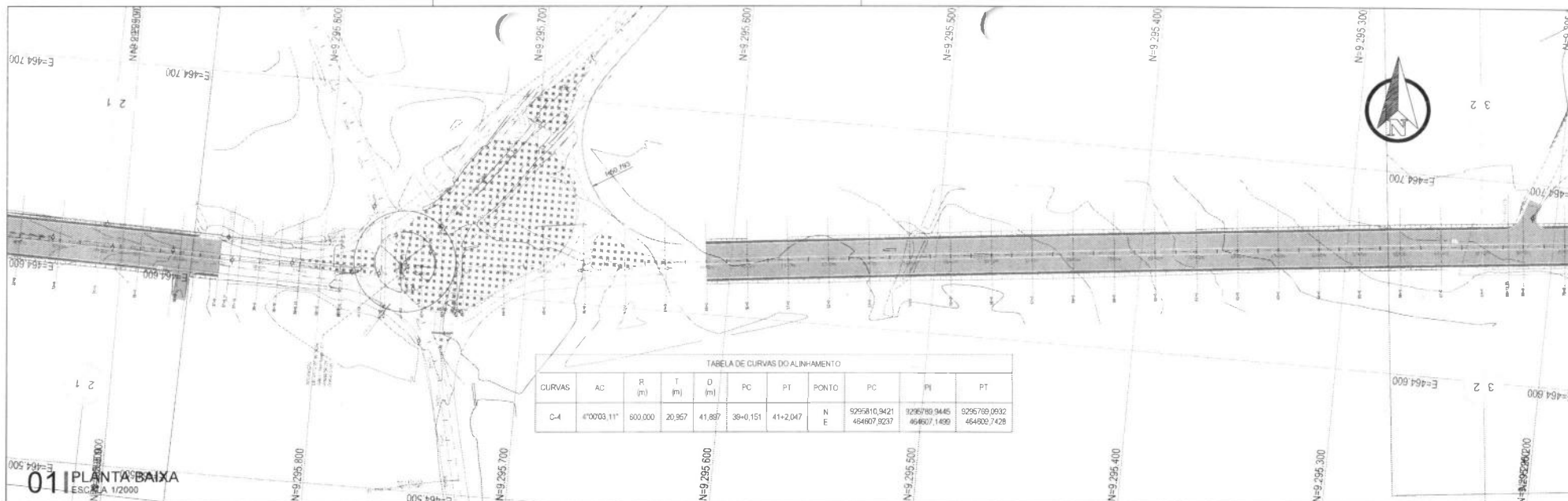
---

---

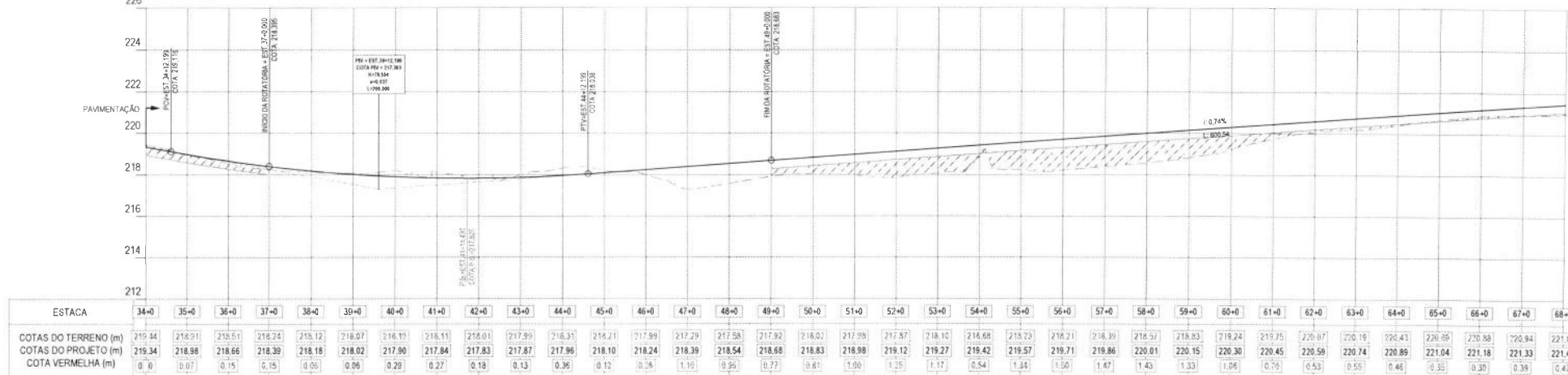
---

[illegible]

PROJETO:  
PRÓDUTO DE TERRAPLÊ, ENAGEM



PERFIL - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 1



**02 PERFIL LONGITUDINAL**  
ESCALA 1/2000

LEGENDA EM PLANTA:

Eixo de Projeto  
 Bordo da Pista / MF  
 Ponto Topográfico  
 Muro / Soleira  
 Curvas de Nível  
 Bordo Existente  
 Bueiro Projetado  
 Bueiro Existente

Cerca Existente  
 Boca de lobo

Poste  
 Árvore

Passeio  
 Pavimento

Talude de Corte  
 Talude de Aterro

Tritão  
 Marco

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural  
 Greide Projetado  
 Corte  
 Aterro  
 Terrapleno



PROJETO: PROJETO DE INFRAESTRUTURA E  
 SEGURANÇA VIÁRIA  
 OBRA: REGULARIZAÇÃO URBANA ANEL VIÁRIO  
 DE ALAMUÍ  
 ETAPA: PROJETO EXECUTIVO  
 CIDADANIA: URBANIZAÇÃO  
 ESCALA: 1/2000

COORDENAÇÃO GERAL:  
 DR. GUSTAVO DE FRANCA  
 RNP 961247738 - CREA-CE  
 COORDENAÇÃO DE PROJETO:  
 ANA BARBARA CAMPOS FREITAS  
 CREA-CE 304.916-2  
 PROJETO: DESMOLHADO  
 RELACIONADO VENEZUELA DE OLIVEIRA  
 RNP 38803881-4 - CREA-CE

DATA: ABRIL/2023  
 ARQUIVO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

PROJETO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

PROJETO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

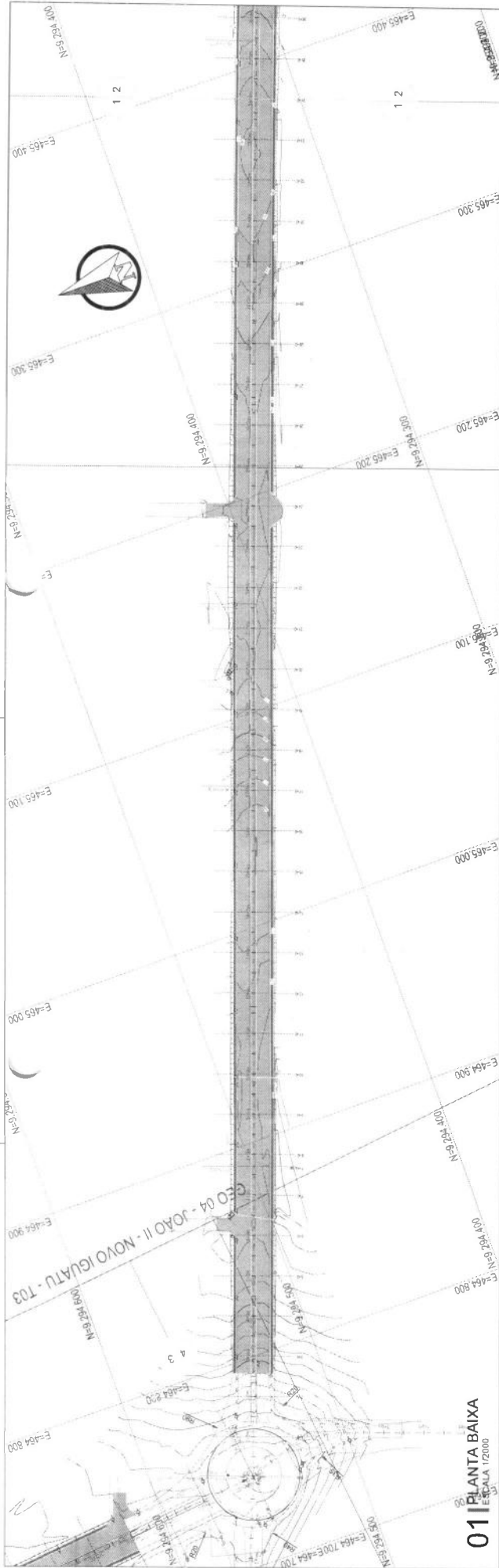
PROJETO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

PROJETO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

PROJETO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

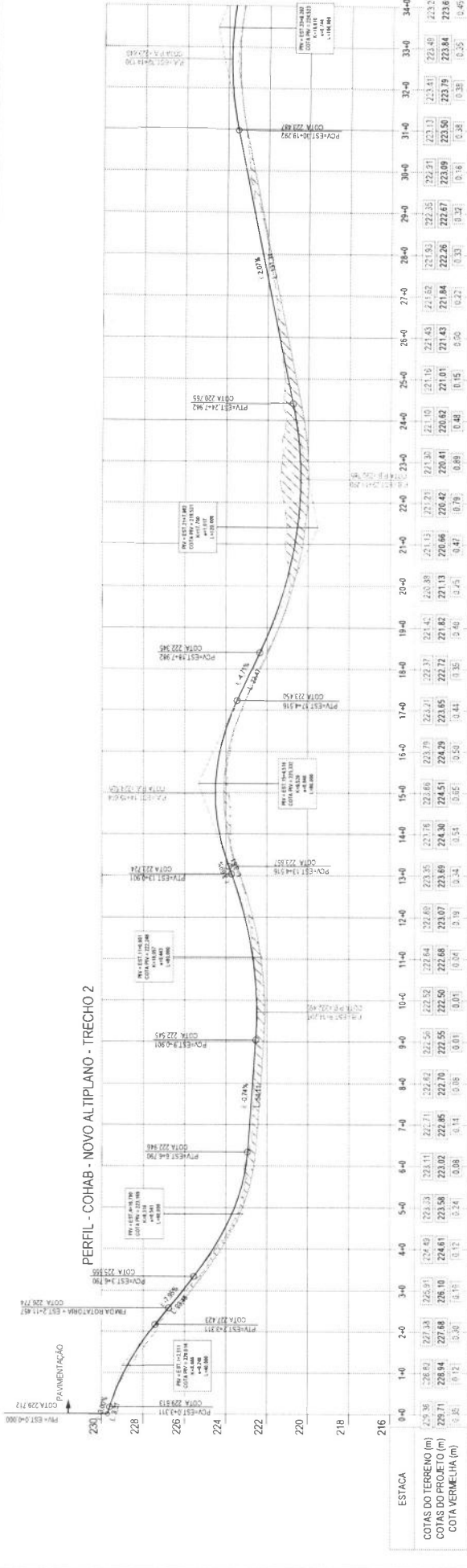
PROJETO:  
 2303-PROJ-01-REV\_2.dwg  
 TÍTULO:  
 ALIAMENTO

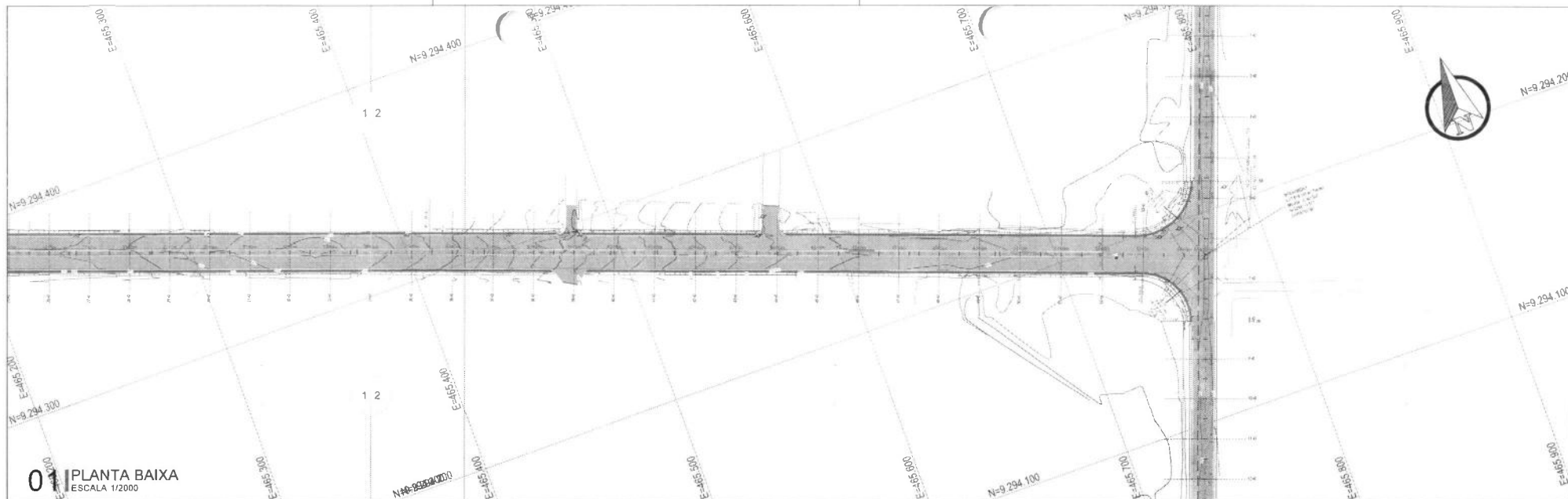




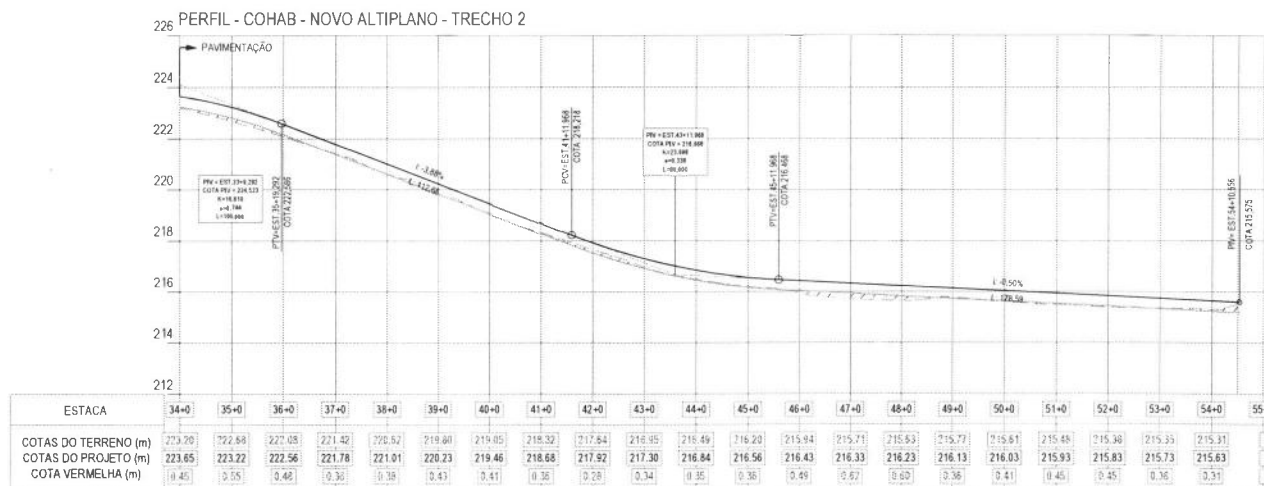
**01 PLANTA BAIXA**  
ESCALA 1:2000

**PERFIL - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 2**





**01 PLANTA BAIXA**  
ESCALA 1/2000



**02 PLANTA BAIXA**  
ESCALA 1/2000

**LEGENDA EM PLANTA:**

Eixo de Projeto  
 Bordo da Pista / MF  
 Cota Desc.  
 Ponto Topográfico  
 Muro / Soleira  
 Curvas de Nível  
 Bordo Existente  
 Bueiro Projetado  
 Bueiro Existente  
 Cerca Existente  
 Boca de Lobo

**LEGENDA EM PERFIL:**

Terreno Natural  
 Greide Projetado  
 Corte  
 Aterro  
 Terrapleno  
 Poste  
 Árvore  
 Passeio  
 Pavimento  
 Talude de Corte  
 Talude de Aterro  
 Trilho  
 Muro



PROJETO: PROJETO DE INFRAESTRUTURA E  
 SEGURANÇA VIÁRIA  
 OBRA: REQUALIFICAÇÃO URBANA ANEL VIÁRIO  
 DE NOVO  
 TÍTULO: PROJETO GEOMÉTRICO

ETAPA: PROJETO EXECUTIVO  
 CÍRCULO: CALHADA:  
 IGUATU  
 ESCALA:  
 RUCAD

COORDENAÇÃO GERAL:  
 REGIO BATISTOS DE FRANCA  
 RUP 081247739 - CREA/CE  
 COORDENAÇÃO DO CONTRATO:  
 ANA RAFAELA CAMPOS FREITAS  
 CREA/CE 30.310/CE  
 PROJETO GEOMÉTRICO:  
 RICARDO VENEZIANI DE OLIVEIRA  
 RUP 08001883-4 - CREA/CE

DATA: 08/05/2023  
 ARQUIVO:  
 2303PROJ-GEOM-REV\_01.dwg  
 TÍTULO:  
 ANEL VIÁRIO

PROJETO:  
 DATA:  
 REV. DESCRIÇÃO

A. EMISSÃO FINAL  
 REV. DESCRIÇÃO

DATA

DATA

DATA

DATA

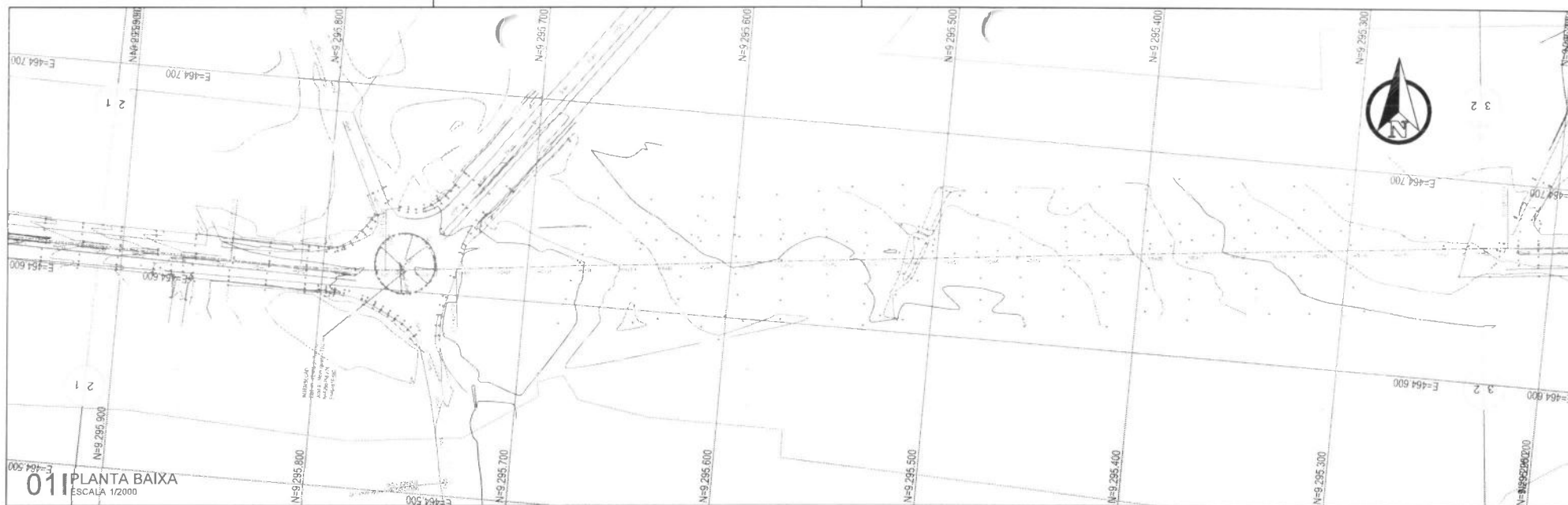
DATA

DATA

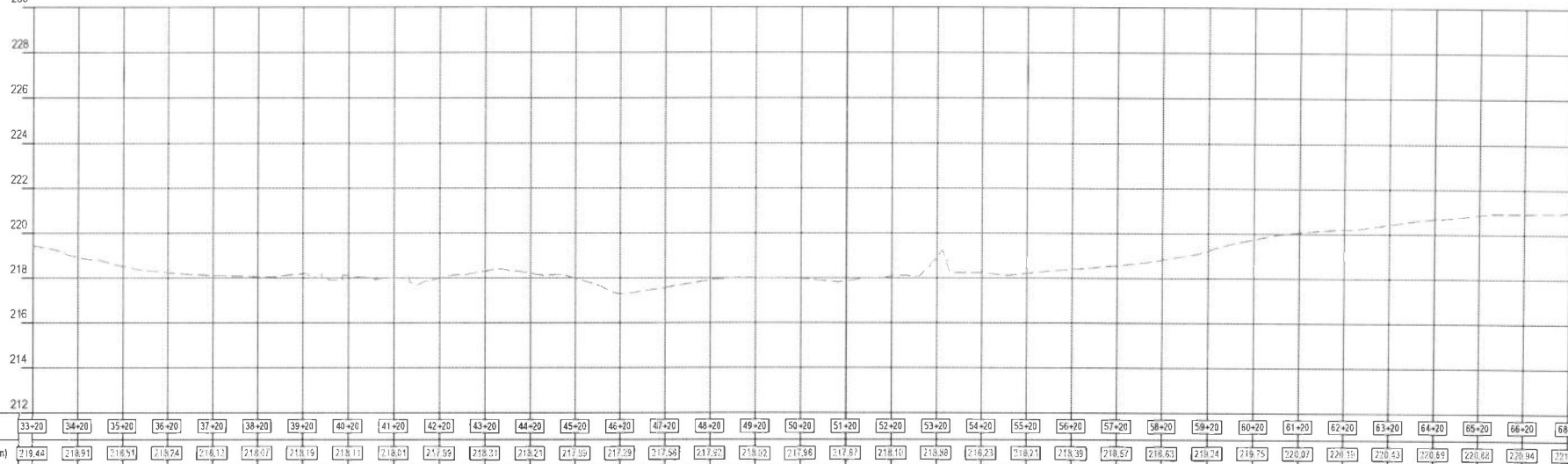
DATA

DATA

DATA



230 PERFIL - COHAB - NOVO ALTIPLANO - TRECHO 1



021 PERFIL LONGITUDINAL DO TERRENO  
ESCALA 1/2000

LEGENDA EM PLANTA:

Eixo de Projeto  
 Bordo da Plata  
 Cota Dena  
 Ponto Topográfico  
 Muro / Soleira  
 Curvas de Nível  
 Meio-Fio

Bueiro Projetado

Bueiro Existente

Cerca Existente

Boca de lobo

Poste

Árvore

Marco

Trilho

Talude de Corte

Talude de Aterro

LEGENDA EM PERFIL:

Terreno Natural  
 Greide Projetado  
 Corte  
 Aterro



PROJETO: PROJETO DE INFRAESTRUTURA E  
 SEGURANÇA VIÁRIA  
 OBRA: REQUALIFICAÇÃO URBANA ANEL VIÁRIO  
 DO IGUATU  
 TÍTULO: LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

ETAPA: PROJETO EXECUTIVO  
 CIDADANIA: LOCALIDADE:  
 IGUATU  
 ESCALA:  
 1:2000

COORDENAÇÃO DO CONTRATO:  
 DEODORATO DE FRANCA  
 RNP 08124773 - CREA/CE  
 COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO:  
 ANA BARBARA CAMPOS FREITAS  
 CREA/CE 306188-4  
 PROJETO DE PROJETO:  
 RICARDO VENTURA DE OLIVEIRA  
 RNP 0806188-4 - CREA/CE

DATA: MARÇO/2023  
 ARQUIVO:  
 2023-PROJETO-TOPO-1015-REV\_A.dwg  
 TAMBÉM:  
 A3 (420x297mm)

PROJETO:

| REV. | DESCRIÇÃO     | DATA       |
|------|---------------|------------|
| A    | EMISSÃO FINAL | 27/03/2023 |



PROJETO: LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO  
 CONTEÚDO:  
 ANEL VIÁRIO  
 PONTOS TOPOGRÁFICOS  
 CURVAS DE NÍVEL  
 PERFIL DO TERRENO

