

Ofício MLT 047/2012

Vitória, 17 de outubro de 2012

À  
Villa Azul Empreendimentos Imobiliários SPE2 LTDA

Ref.: EIA – RIMA Loteamento Terras Alphaville Resende 2

Prezados Senhores,

Vimos através desta, encaminhar uma retificação a uma informação apresentada no EIA – Estudo de Impacto Ambiental do Loteamento terras Alphaville Resende 2, bem como uma complementação ao mesmo, conforme apresentado a seguir:

**1. Retificação do subitem “Compatibilidade do Empreendimento com o Atual Zoneamento”**

No subitem em questão, que se apresenta nas páginas 218 a 221 do EIA, informou-se que o empreendimento Terras Alphaville Resende 2, encontra-se localizado em parte em área cujo zoneamento vigente determina como ZR – Zona Residencial e em menor proporção, em zona rural. No entanto, conforme se apresenta no **Anexo I**, em de 23 de julho de 2012 a Câmara Municipal de Resende, aprovou, e o Prefeito Municipal, sancionou, a Lei Nº 2.952 que transformou esta área em **Área Urbana (ZR1)**.

Desta forma, ressalta-se que a totalidade da área do loteamento Terras Alphaville Resende 2 encontra-se localizada na Zona Residencial 1 (ZR1), para a qual encontra-se prevista a seguinte ocupação do solo:

*A Zona Residencial 1 (ZR1) terá menor intensidade de ocupação e será composta de padrões habitacionais como a casa isolada no lote, ou geminada, e ainda sobrados ou vilas, todos com altura máxima de 2 pavimentos. Nessa zona, é permitida a implantação de usos não habitacionais de escala vicinal, no pavimento térreo, desde que não poluidores e não geradores de tráfego intensivo ou com efeitos de pico.*

2. **Complementação das informações apresentadas no subitem “4.3.1.6 Estudo Hidrológico para os Cursos D’água Existentes no Terreno com Tempo de Recorrência (TR) de 10, 20 e 50 anos”**

A Instrução Técnica CEAM Nº 10/2012 que teve como objetivo orientar a elaboração do EIA/RIMA do loteamento Terras Alphaville Resende 2, solicitou a elaboração de estudo hidrológico para os cursos d’água existentes no terreno com Tempo de Recorrência (TR) de 10, 20 e 50 anos.

Quando da elaboração do EIA dispunha-se de um estudo hidrológico da empresa Geansevita Engenharia e Meio Ambiente, no âmbito do estudo "**Elaboração de Estudo de Macrodrenagem e Projeto de Estruturas Hidráulicas para o Empreendimento Alphaville Resende – Fase 2**", o qual considerou Tempo de Recorrência de 100 anos como critério de projeto para determinação das vazões de pico dos cursos d’água existentes na área do empreendimento. Como o cálculo considerando TR de 100 anos é mais conservador, este estudo foi apresentado no EIA (citado na página 114 e apresentado na íntegra no Anexo IV).

Para atendimento ao previsto no Item 4.3.1.6 da IT 10/2012, foi elaborado novo estudo de macrodrenagem considerando-se Tempos de Recorrência de 10, 20 e 50 anos. Este estudo encontra-se apresentado no **Anexo II** da presente correspondência.

Sem mais para o momento, nos colocamos a disposição para os esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,



---

Helôisa Gomes Dias Guimarães  
Coordenadora do EIA/RIMA

## **ANEXO I**

**Lei Nº 2.952 de 23 de julho de 2012**

**Art. 3º** - Revogam-se as disposições em contrário.

**José Rechuan Junior**  
Prefeito Municipal

#### PORTARIA Nº 1433 DE 25 DE JULHO DE 2012.

O Prefeito Municipal de Resende, no exercício das atribuições, que lhe são conferidas pela Lei Orgânica do Município, em seu artigo 74, inciso XV,

#### RESOLVE:

**Art. 1º** - Nomear **Comissão de Inquérito Administrativo** para apurar os fatos contidos no processo nº 17448/2012, composta pelos seguintes membros:

**Presidente:** Kleber Luis de Sousa

**Membros:** Sandra Mara Palandi

Rita de Cássia Conceição Cruz

**Art. 2º** - Revogam-se as disposições em contrário.

**José Rechuan Junior**  
Prefeito Municipal

#### PORTARIA Nº 1434 DE 25 DE JULHO DE 2012.

O Prefeito Municipal de Resende, no exercício das atribuições, que lhe são conferidas pela Lei Orgânica do Município, em seu artigo 74, inciso XV,

#### RESOLVE:

**Art. 1º** - Nomear **Comissão de Inquérito Administrativo** para apurar os fatos contidos no processo nº 18212/2012, composta pelos seguintes membros:

**Presidente:** Sandra Mara Palandi

**Membros:** Rita de Cássia Conceição Cruz

Vânia Valkarengue Nunes

**Art. 2º** - Revogam-se as disposições em contrário.

**José Rechuan Junior**  
Prefeito Municipal

#### PORTARIA Nº 1435 DE 25 DE JULHO DE 2012.

O Prefeito Municipal de Resende, no exercício das atribuições, que lhe são conferidas pela Lei Orgânica do Município, em seu artigo 74, inciso XV,

#### RESOLVE:

**Art. 1º** - Nomear **Comissão de Inquérito Administrativo** para apurar os fatos contidos no processo nº 20082/2012, composta pelos seguintes membros:

**Presidente:** Sandra Mara Palandi

**Membros:** Rita de Cássia Conceição Cruz

Vânia Valkarengue Nunes

**Art. 2º** - Revogam-se as disposições em contrário.

**José Rechuan Junior**  
Prefeito Municipal

#### LEI Nº 2952, DE 23 DE JULHO DE 2012.

**EMENTA:** Introduz acréscimos nas Leis Municipais 2.668/09 e 1796/92, e alterações através de mudança do mapa de zoneamento constante do anexo I e II, para acrescentar nova área de uso misto, residencial e comercial, ao perímetro urbano, ao lado do Bairro Ipiranga.

O PREFEITO MUNICIPAL DE RESENDE:

A Câmara Municipal de Resende, no Estado do Rio de Janeiro, **APROVOU**, e o Prefeito Municipal, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pela Lei Orgânica do Município, sanciona a seguinte Lei:

**Art. 1º.** Fica transformada a Área de Expansão Urbana de 257,8333 ha em Área Urbana, conforme mapa e memorial descritivo constantes do ANEXO I, que fará parte dessa norma.

**Art. 2º.** Fica aprovada a complementação do Zoneamento Urbano do Município de Resende, em cumprimento ao Plano Diretor Físico de Resende, Lei Municipal 2.668/09 e Lei Municipal 1796/92 (ainda não revogada), das áreas definidas em planta e memorial descritivo, ANEXO II, que trazem definições das ZR1 - Zona Residencial 1 e ZC2 - Zona Central 2, nos termos da Lei do Estatuto das Cidades Lei Federal nº 10257/2001.

**Art. 3º.** Esta Lei entrará em vigor na data da sua publicação.

**Art. 4º.** Ficam revogadas todas as disposições em contrário.

**José Rechuan Junior**  
Prefeito Municipal

#### ANEXO I

##### MEMORIAL DESCRITIVO

Área de Expansão Urbana - Resende/RJ

Área ( ha): 257,8333 ha Perímetro 7.478,79 m  
Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice 59, de coordenadas N 7.512.561,600 m. e E 556.789,200 m.; deste, segue com

azimute de 250°41'53" e distância de 2.421,48 m., até o vértice 60, de coordenadas N 7.511.761,190 m. e E 554.503,830 m.; deste, segue com azimute de 314°24'26" e distância de 720,91 m., até o vértice 61, de coordenadas N 7.512.265,648 m. e E 553.988,826 m.; deste, segue com azimute de 28°24'26" e distância de 769,09 m., até o vértice 108, de coordenadas N 7.512.942,135 m. e E 554.354,713 m.; deste, segue com azimute de 67°26'43" e distância de 874,50 m., até o vértice 109, de coordenadas N 7.513.277,562 m. e E 555.162,321 m.; deste, segue com azimute de 74°42'42" e distância de 168,67 m., até o vértice 110, de coordenadas N 7.513.322,037 m. e E 555.325,023 m.; deste, segue com azimute de 87°48'49" e distância de 231,65 m., até o vértice 111, de coordenadas N 7.513.330,874 m. e E 555.556,506 m.; deste, segue com azimute de 105°40'08" e distância de 174,80 m., até o vértice 112, de coordenadas N 7.513.283,664 m. e E 555.724,810 m.; deste, segue com azimute de 123°23'21" e distância de 164,91 m., até o vértice 113, de coordenadas N 7.513.192,911 m. e E 555.862,501 m.; deste, segue com azimute de 92°25'04" e distância de 103,04 m., até o vértice 114, de coordenadas N 7.513.188,564 m. e E 555.965,448 m.; deste, segue com azimute de 163°38'21" e distância de 315,01 m., até o vértice 115, de coordenadas N 7.512.886,310 m. e E 556.054,180 m.; deste, segue com azimute de 71°13'18" e distância de 477,51 m., até o vértice 116, de coordenadas N 7.513.040,024 m. e E 556.506,269 m.; deste, segue com azimute de 132°05'00" e distância de 126,29 m., até o vértice 117, de coordenadas N 7.512.955,381 m. e E 556.600,000 m.; deste, segue com azimute de 35°13'46" e distância de 88,48 m., até o vértice 118, de coordenadas N 7.513.027,657 m. e E 556.651,041 m.; deste, segue com azimute de 27°45'26" e distância de 74,60 m., até o vértice 119, de coordenadas N 7.513.093,670 m. e E 556.685,782 m.; deste, segue com azimute de 0°42'31" e distância de 92,35 m., até o vértice 120, de coordenadas N 7.513.186,017 m. e E 556.686,924 m.; deste, segue com azimute de 39°07'14" e distância de 25,53 m., até o vértice 121, de coordenadas N 7.513.205,827 m. e E 556.703,036 m.; deste, segue com azimute de 172°22'55" e distância de 649,96 m., até o vértice 59, de coordenadas N 7.512.561,600 m. e E 556.789,200 m.; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todas as coordenadas aqui descritas estão representadas no Sistema UTM, referenciadas ao Meridiano Central 45° WGr, tendo como Datum Sirgas 2000. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM

Resp. Técnico:

#### ANEXO II

##### MEMORIAL DESCRITIVO

ZR1- Resende/RJ

Área ( ha): 425,9347 ha Perímetro 11.735,64 m

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice 92, de coordenadas N 7.514.903,486 m. e E 556.289,791 m.; deste, segue com azimute de 158°26'33" e distância de 43,11 m., até o vértice 93, de coordenadas N 7.514.863,392 m. e E 556.305,631 m.; deste, segue com azimute de 66°49'10" e distância de 64,33 m., até o vértice 94, de coordenadas N 7.514.888,714 m. e E 556.364,766 m.; deste, segue com azimute de 137°05'58" e distância de 20,17 m., até o vértice 95, de coordenadas N 7.514.873,941 m. e E 556.378,493 m.; deste, segue com azimute de 164°13'17" e distância de 29,42 m., até o vértice 96, de coordenadas N 7.514.845,629 m. e E 556.386,493 m.; deste, segue com azimute de 153°09'56" e distância de 73,51 m., até o vértice 97, de coordenadas N 7.514.780,037 m. e E 556.419,676 m.; deste,

segue com azimute de 150°34'59" e distância de 86,00 m., até o vértice 98, de coordenadas N 7.514.705,122 m. e E 556.461,917 m.; deste, segue com azimute de 159°08'46" e distância de 71,06 m., até o vértice 99, de coordenadas N 7.514.638,719 m. e E 556.487,213 m.; deste, segue com azimute de 179°57'25" e distância de 62,32 m., até o vértice 100, de coordenadas N 7.514.576,397 m. e E 556.487,260 m.; deste, segue com azimute de 199°24'00" e distância de 60,41 m., até o vértice 101, de coordenadas N 7.514.519,421 m. e E 556.467,195 m.; deste, segue com azimute de 180°00'00" e distância de 20,05 m., até o vértice 102, de coordenadas N 7.514.499,372 m. e E 556.467,195 m.; deste, segue com azimute de 147°04'19" e distância de 21,37 m., até o vértice 103, de coordenadas N 7.514.481,437 m. e E 556.478,811 m.; deste, segue com azimute de 102°43'01" e distância de 20,20 m., até o vértice 104, de coordenadas N 7.514.476,990 m. e E 556.498,518 m.; deste, segue com azimute de 203°54'26" e distância de 14,76 m., até o vértice 105, de coordenadas N 7.514.463,499 m. e E 556.492,538 m.; deste, segue com azimute de 221°04'35" e distância de 43,39 m., até o vértice 106, de coordenadas N 7.514.430,792 m. e E 556.464,029 m.; deste, segue com azimute de 196°42'36" e distância de 33,05 m., até o vértice 107, de coordenadas N 7.514.399,137 m. e E 556.454,526 m.; deste, segue com azimute de 146°04'31" e distância de 32,23 m., até o vértice 29, de coordenadas N 7.514.372,395 m. e E 556.472,512 m.; deste, segue com azimute de 311°13'42" e distância de 30,61 m., até o vértice 41, de coordenadas N 7.514.392,569 m. e E 556.449,491 m.; deste, segue com azimute de 266°38'10" e distância de 25,31 m., até o vértice 42, de coordenadas N 7.514.391,084 m. e E 556.424,229 m.; deste, segue com azimute de 249°14'34" e distância de 46,09 m., até o vértice 43, de coordenadas N 7.514.374,751 m. e E 556.381,135 m.; deste, segue com azimute de 208°09'37" e distância de 72,42 m., até o vértice 44, de coordenadas N 7.514.310,902 m. e E 556.346,956 m.; deste, segue com azimute de 175°00'42" e distância de 66,76 m., até o vértice 45, de coordenadas N 7.514.244,391 m. e E 556.352,762 m.; deste, segue com azimute de 175°25'20" e distância de 38,63 m., até o vértice 46, de coordenadas N 7.514.205,884 m. e E 556.355,845 m.; deste, segue com azimute de 182°51'54" e distância de 41,13 m., até o vértice 47, de coordenadas N 7.514.164,810 m. e E 556.353,790 m.; deste, segue com azimute de 168°01'29" e distância de 158,50 m., até o vértice 48, de coordenadas N 7.514.009,756 m. e E 556.386,678 m.; deste, segue com azimute de 174°48'04" e distância de 45,37 m., até o vértice 49, de coordenadas N 7.513.843,574 m. e E 556.390,789 m.; deste, segue com azimute de 220°09'14" e distância de 40,32 m., até o vértice 50, de coordenadas N 7.513.933,758 m. e E 556.364,789 m.; deste, segue com azimute de 239°45'51" e distância de 41,28 m., até o vértice 51, de coordenadas N 7.513.912,970 m. e E 556.329,123 m.; deste, segue com azimute de 240°25'02" e distância de 75,19 m., até o vértice 52, de coordenadas N 7.513.875,852 m. e E 556.263,738 m.; deste, segue com azimute de 230°50'46" e distância de 51,74 m., até o vértice 53, de coordenadas N 7.513.843,185 m. e E 556.223,618 m.; deste, segue com azimute de 219°57'35" e distância de 83,30 m., até o vértice 54, de coordenadas N 7.513.779,336 m. e E 556.170,119 m.; deste, segue com azimute de 192°23'47" e distância de 23,91 m., até o vértice 55, de coordenadas N 7.513.755,981 m. e E 556.164,986 m.; deste, segue com azimute de 238°13'25" e distância de 92,69 m., até o vértice 56, de coordenadas N 7.513.707,170 m. e E 556.086,189 m.; deste, segue com azimute de 128°09'42" e distância de 543,64 m., até o vértice 57, de coordenadas N 7.513.371,265 m. e E 556.513,635 m.; deste, segue com azimute de 100°50'31" e distância de 174,79 m., até o vértice 58, de coordenadas N

7.513.338,387 m. e E 556.685,306 m.; deste, segue com azimute de 172°22'55" e distância de 783,70 m., até o vértice 59, de coordenadas N 7.512.561,600 m. e E 556.789,200 m.; deste, segue com azimute de 250°41'53" e distância de 2.421,48 m., até o vértice 60, de coordenadas N 7.511.761,190 m. e E 554.503,830 m.; deste, segue com azimute de 314°24'26" e distância de 720,91 m., até o vértice 61, de coordenadas N 7.512.265,648 m. e E 553.988,826 m.; deste, segue com azimute de 28°24'26" e distância de 946,11 m., até o vértice 62, de coordenadas N 7.513.097,833 m. e E 554.438,924 m.; deste, segue com azimute de 69°48'48" e distância de 455,58 m., até o vértice 63, de coordenadas N 7.513.255,045 m. e E 554.866,521 m.; deste, segue com azimute de 329°10'50" e distância de 188,35 m., até o vértice 5, de coordenadas N 7.513.416,801 m. e E 554.770,021 m.; deste, segue com azimute de 38°01'18" e distância de 209,37 m., até o vértice 4, de coordenadas N 7.513.581,738 m. e E 554.898,984 m.; deste, segue com raio de 1.205,00 m e desenvolvimento de 237,45 m., até o vértice 3, de coordenadas N 7.513.753,224 m. e E 555.062,669 m.; deste, segue com azimute de 49°18'42" e distância de 266,37 m., até o vértice 2, de coordenadas N 7.513.926,882 m. e E 555.264,649 m.; deste, segue com azimute de 316°50'32" e distância de 343,19 m., até o vértice 64, de coordenadas N 7.514.177,226 m. e E 555.029,906 m.; deste, segue com azimute de 81°01'29" e distância de 79,75 m., até o vértice 65, de coordenadas N 7.514.189,668 m. e E 555.108,679 m.; deste, segue com azimute de 93°30'42" e distância de 101,77 m., até o vértice 66, de coordenadas N 7.514.183,434 m. e E 555.210,256 m.; deste, segue com azimute de 56°25'19" e distância de 80,13 m., até o vértice 67, de coordenadas N 7.514.227,753 m. e E 555.277,017 m.; deste, segue com azimute de 58°00'45" e distância de 42,05 m., até o vértice 68, de coordenadas N 7.514.250,026 m. e E 555.312,678 m.; deste, segue com azimute de 83°53'23" e distância de 41,85 m., até o vértice 69, de coordenadas N 7.514.254,481 m. e E 555.354,290 m.; deste, segue com azimute de 137°11'53" e distância de 135,59 m., até o vértice 70, de coordenadas N 7.514.154,996 m. e E 555.446,421 m.; deste, segue com azimute de 51°21'48" e distância de 28,54 m., até o vértice 71, de coordenadas N 7.514.172,814 m. e E 555.468,712 m.; deste, segue com azimute de 60°16'29" e distância de 143,69 m., até o vértice 72, de coordenadas N 7.514.244,060 m. e E 555.593,492 m.; deste, segue com azimute de 9°28'14" e distância de 83,45 m., até o vértice 73, de coordenadas N 7.514.326,376 m. e E 555.607,223 m.; deste, segue com azimute de 134°57'13" e distância de 602,73 m., até o vértice 74, de coordenadas N 7.513.900,523 m. e E 556.033,766 m.; deste, segue com azimute de 45°26'30" e distância de 187,88 m., até o vértice 75, de coordenadas N 7.514.032,344 m. e E 556.167,635 m.; deste, segue com azimute de 45°01'24" e distância de 76,79 m., até o vértice 76, de coordenadas N 7.514.086,622 m. e E 556.221,957 m.; deste, segue com azimute de 47°36'51" e distância de 17,05 m., até o vértice 77, de coordenadas N 7.514.098,113 m. e E 556.234,547 m.; deste, segue com azimute de 309°23'38" e distância de 146,84 m., até o vértice 78, de coordenadas N 7.514.191,303 m. e E 556.121,071 m.; deste, segue com azimute de 312°22'29" e distância de 120,81 m., até o vértice 79, de coordenadas N 7.514.272,724 m. e E 556.031,825 m.; deste, segue com azimute de 328°02'55" e distância de 163,46 m., até o vértice 80, de coordenadas N 7.514.411,420 m. e E 555.945,322 m.; deste, segue com azimute de 33°10'39" e distância de 66,01 m., até o vértice 81, de coordenadas N 7.514.466,665 m. e E 555.981,443 m.; deste, segue com azimute de 57°11'38" e distância de 38,95 m., até o vértice 82, de coordenadas N 7.514.487,768 m. e E 556.014,181 m.; deste, segue com azimute de 45°01'21" e distância de 43,29 m., até o

vértice 83, de coordenadas N 7.514.518,365 m. e E 556.044,802 m.; deste, segue com azimute de 18°46'33" e distância de 59,06 m., até o vértice 84, de coordenadas N 7.514.574,287 m. e E 556.063,813 m.; deste, segue com azimute de 336°47'00" e distância de 56,26 m., até o vértice 85, de coordenadas N 7.514.625,987 m. e E 556.041,636 m.; deste, segue com azimute de 335°02'26" e distância de 50,05 m., até o vértice 86, de coordenadas N 7.514.671,360 m. e E 556.020,518 m.; deste, segue com azimute de 53°51'43" e distância de 52,49 m., até o vértice 87, de coordenadas N 7.514.702,314 m. e E 556.062,908 m.; deste, segue com azimute de 12°51'48" e distância de 27,77 m., até o vértice 88, de coordenadas N 7.514.729,391 m. e E 556.069,091 m.; deste, segue com azimute de 27°25'26" e distância de 32,09 m., até o vértice 89, de coordenadas N 7.514.757,878 m. e E 556.083,873 m.; deste, segue com azimute de 90°22'27" e distância de 161,57 m., até o vértice 90, de coordenadas N 7.514.756,823 m. e E 556.245,442 m.; deste, segue com azimute de 3°28'11" e distância de 139,53 m., até o vértice 91, de coordenadas N 7.514.896,100 m. e E 556.253,886 m.; deste, segue com azimute de 78°22'31" e distância de 36,66 m., até o vértice 92, de coordenadas N 7.514.903,486 m. e E 556.289,791 m.; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todas as coordenadas aqui descritas estão representadas no Sistema UTM, referenciadas ao Meridiano Central 45° WGR, tendo como Datum Sirgas 2000. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM.

**ZR1 – Resende/RJ**

Área ( ha): 7,1805 ha Perímetro 1.216,69 m

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice 15, de coordenadas N 7.514.521,821 m. e E 556.745,815 m.; deste, segue com azimute de 91°18'03" e distância de 45,23 m., até o vértice 16, de coordenadas N 7.514.520,794 m. e E 556.791,036 m.; deste, segue com azimute de 115°15'30" e distância de 40,91 m., até o vértice 17, de coordenadas N 7.514.503,338 m. e E 556.828,035 m.; deste, segue com azimute de 150°37'14" e distância de 18,85 m., até o vértice 18, de coordenadas N 7.514.486,908 m. e E 556.837,285 m.; deste, segue com azimute de 230°59'21" e distância de 24,47 m., até o vértice 19, de coordenadas N 7.514.471,505 m. e E 556.818,271 m.; deste, segue com azimute de 194°18'13" e distância de 79,73 m., até o vértice 20, de coordenadas N 7.514.394,248 m. e E 556.798,573 m.; deste, segue com azimute de 184°51'35" e distância de 148,69 m., até o vértice 21, de coordenadas N 7.514.246,093 m. e E 556.785,977 m.; deste, segue com azimute de 264°57'43" e distância de 70,16 m., até o vértice 22, de coordenadas N 7.514.239,932 m. e E 556.716,090 m.; deste, segue com azimute de 255°12'56" e distância de 28,17 m., até o vértice 23, de coordenadas N 7.514.232,744 m. e E 556.688,854 m.; deste, segue com azimute de 267°00'58" e distância de 59,18 m., até o vértice 24, de coordenadas N 7.514.229,663 m. e E 556.629,759 m.; deste, segue com azimute de 277°20'46" e distância de 32,12 m., até o vértice 25, de coordenadas N 7.514.233,771 m. e E 556.597,898 m.; deste, segue com azimute de 302°45'41" e distância de 72,11 m., até o vértice 26, de coordenadas N 7.514.272,791 m. e E 556.537,261 m.; deste, segue com azimute de 307°32'39" e distância de 50,55 m., até o vértice 27, de coordenadas N 7.514.303,596 m. e E 556.497,179 m.; deste, segue com azimute de 347°53'42" e distância de 44,11 m., até o vértice 28, de coordenadas N 7.514.346,724 m. e E 556.487,929 m.; deste, segue com azimute de 329°00'50" e distância de 29,94 m., até o vértice 29, de coordenadas N 7.514.372,395 m. e E 556.472,512 m.; deste, segue com azimute de 47°30'57" e distância de 51,65 m., até o vértice 30, de coordenadas N 7.514.407,278 m. e E 556.510,601 m.; deste, segue com azimute de 33°33'28" e

distância de 112,35 m., até o vértice 31, de coordenadas N 7.514.500,899 m. e E 556.572,704 m.; deste, segue com azimute de 128°41'04" e distância de 21,65 m., até o vértice 32, de coordenadas N 7.514.487,364 m. e E 556.589,607 m.; deste, segue com azimute de 119°02'00" e distância de 36,52 m., até o vértice 33, de coordenadas N 7.514.469,638 m. e E 556.621,542 m.; deste, segue com azimute de 209°02'00" e distância de 21,35 m., até o vértice 34, de coordenadas N 7.514.450,968 m. e E 556.611,179 m.; deste, segue com azimute de 145°16'53" e distância de 32,48 m., até o vértice 35, de coordenadas N 7.514.424,270 m. e E 556.629,679 m.; deste, segue com azimute de 128°38'07" e distância de 26,31 m., até o vértice 36, de coordenadas N 7.514.407,841 m. e E 556.650,234 m.; deste, segue com azimute de 11°53'56" e distância de 19,94 m., até o vértice 37, de coordenadas N 7.514.427,351 m. e E 556.654,345 m.; deste, segue com azimute de 14°43'15" e distância de 42,47 m., até o vértice 38, de coordenadas N 7.514.468,425 m. e E 556.665,136 m.; deste, segue com azimute de 17°12'46" e distância de 22,57 m., até o vértice 39, de coordenadas N 7.514.489,989 m. e E 556.671,816 m.; deste, segue com azimute de 47°56'09" e distância de 42,92 m., até o vértice 40, de coordenadas N 7.514.518,740 m. e E 556.703,677 m.; deste, segue com azimute de 85°49'08" e distância de 42,25 m., até o vértice 15, de coordenadas N 7.514.521,821 m. e E 556.745,815 m.; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todas as coordenadas aqui descritas estão representadas no Sistema UTM, referenciadas ao Meridiano Central 45° WGR, tendo como Datum Sirgas 2000. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM

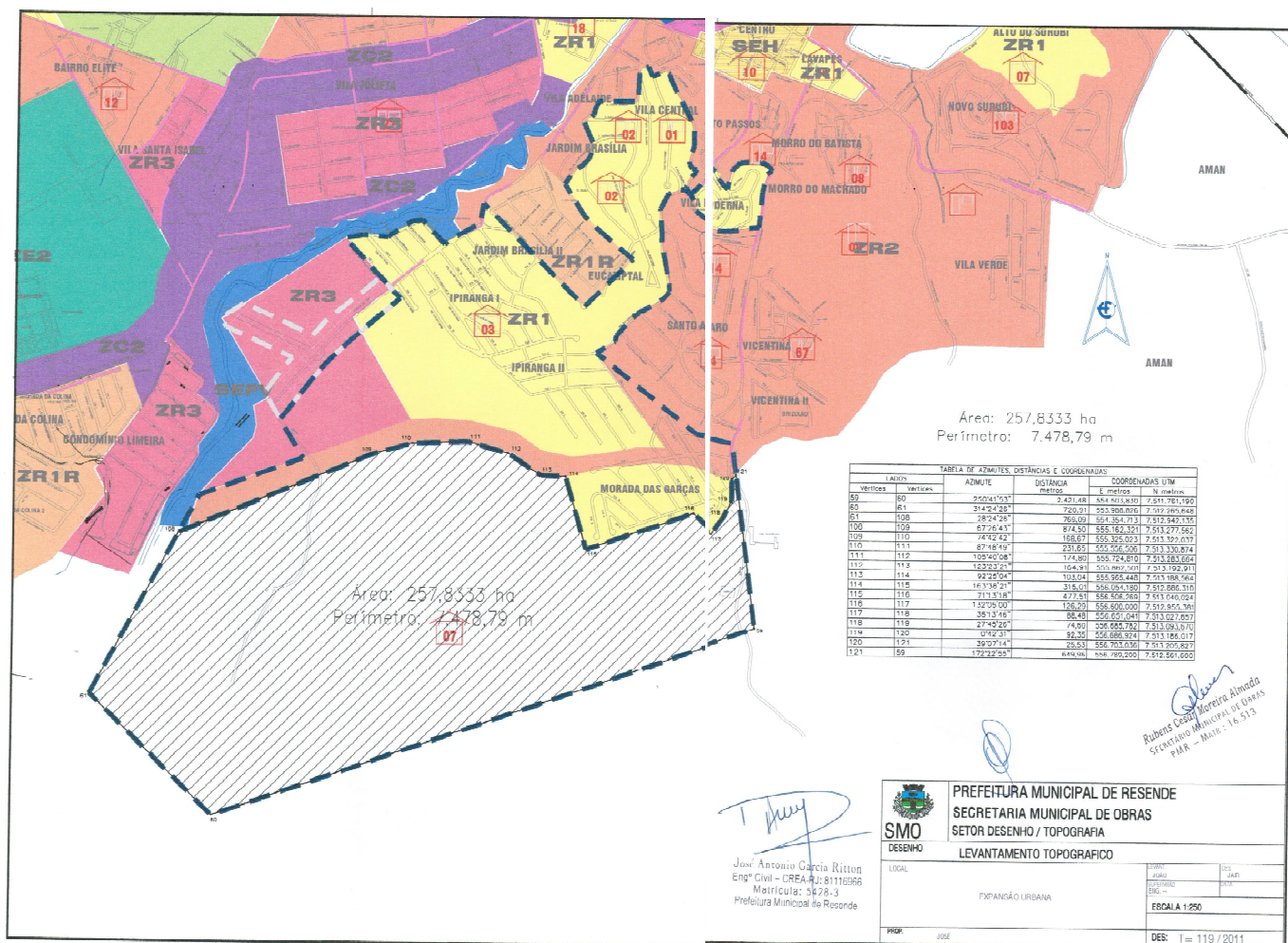
**ZC2 – Resende/RJ**

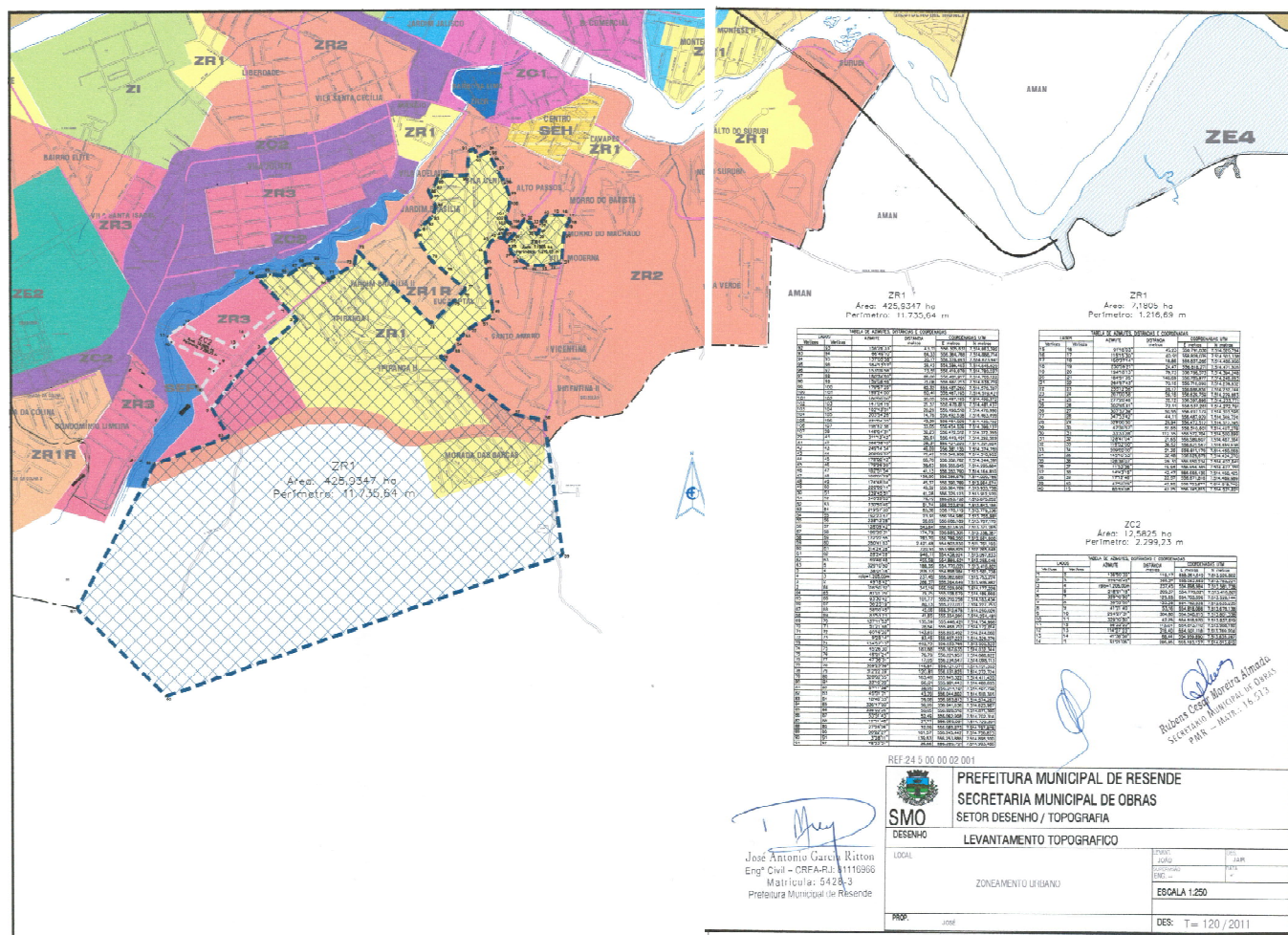
Área ( ha): 12,5825 ha Perímetro 2.299,23 m

Inicia-se a descrição deste perímetro no vértice 1, de coordenadas N 7.514.013,812 m. e E 555.183,137 m.; deste, segue com azimute de 136°50'32" e distância de 119,17 m., até o vértice 2, de coordenadas N 7.513.926,882 m. e E 555.264,649 m.; deste, segue com azimute de 229°18'42" e distância de 266,37 m., até o vértice 3, de coordenadas N 7.513.753,224 m. e E 555.062,669 m.; deste, segue com raio de 1.205,00 m e desenvolvimento de 237,45 m., até o vértice 4, de coordenadas N 7.513.581,738 m. e E 554.898,984 m.; deste, segue com azimute de 218°01'18" e distância de 209,37 m., até o vértice 5, de coordenadas N 7.513.416,801 m. e E 554.770,021 m.; deste, segue com azimute de 329°10'50" e distância de 129,65 m., até o vértice 7, de coordenadas N 7.513.528,144 m. e E 554.703,596 m.; deste, segue com azimute de 36°32'00" e distância de 133,28 m., até o vértice 8, de coordenadas N 7.513.635,235 m. e E 554.782,935 m.; deste, segue com azimute de 41°21'40" e distância de 53,16 m., até o vértice 9, de coordenadas N 7.513.675,138 m. e E 554.818,066 m.; deste, segue com azimute de 294°27'31" e distância de 304,80 m., até o vértice 10, de coordenadas N 7.513.801,338 m. e E 554.540,615 m.; deste, segue com azimute de 329°10'50" e distância de 42,25 m., até o vértice 11, de coordenadas N 7.513.837,619 m. e E 554.518,970 m.; deste, segue com azimute de 56°23'20" e distância de 113,04 m., até o vértice 12, de coordenadas N 7.513.900,192 m. e E 554.613,110 m.; deste, segue com azimute de 114°27'23" e distância de 316,40 m., até o vértice 13, de coordenadas N 7.513.769,204 m. e E 554.901,118 m.; deste, segue com azimute de 41°38'56" e distância de 88,44 m., até o vértice 14, de coordenadas N 7.513.835,287 m. e E 554.959,890 m.; deste, segue com azimute de 51°21'05" e distância de 285,85 m., até o vértice 1, de coordenadas N 7.514.013,812 m. e E 555.183,137 m.; ponto inicial da descrição deste perímetro. Todas as coordenadas aqui descritas estão representadas no Sistema UTM, referenciadas ao Meridiano Central 45° WGR, tendo como Datum Sirgas 2000. Todos os azimutes e distâncias, áreas e perímetros foram calculados no plano de projeção UTM.

Resp. Técnico:







## **ANEXO II**

### **Estudo Macrodrenagem e Projeto de Estruturas Hidráulicas para o Empreendimento Alphaville Resende 2 – TR 10, 20, 50 e 100 anos**



<b>Assunto:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 40px;">         Elaboração de Estudo Macrodrenagem e Projeto de Estruturas Hidráulicas para o Empreendimento Alphaville Resende – Fase 2       </div>		<b>Folhas:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">39</div>
<b>Empreendimento:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 30px;">Terras Alpha Resende – Fase 2</div>	<b>Endereço:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 60px;">         Av. Nações Unidas, 8501          Alto de Pinheiros - São Paulo – SP       </div>	<b>Revisão:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">A</div>
<b>Código do Projeto:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 30px;">RET2-PI-IDR-PE-RE-903-A</div>		<b>Data:</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 30px;">28/09/2012</div>

 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <b>ALPHAVILLE</b>  <b>URBANISMO S.A.</b>          Um mundo melhor para você       </div> <div style="font-size: small; margin-top: 10px;">         Av. Nações Unidas, 8501          Pinheiros, São Paulo - SP          CEP: 05425-070          Tel: (11) 3030-5100       </div>	<b>Fornecedor:</b>  <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <b>GEASANEVITA</b>          ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE       </div> <div style="margin-top: 10px;"> <b>GEASANEVITA Engenharia Ltda.</b>          Av. Brig. Faria Lima, 2894 - cj. 113          01451-938 São Paulo, SP          (11) 3071-1680       </div>
---	--

<b>Assinaturas:</b>	
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-bottom: 10px;"></div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; width: 100%;"/>       Proprietário     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">       CNPJ:     </div>	<div style="text-align: center;">   <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; width: 100%;"/>       Beatriz V B Cotas        Engenheiro Responsável – Geasanevita        CREA: 0587935     </div>

<b>Observações:</b>

<b>Quadro de Revisões:</b>	<b>Documentos de Referência:</b>																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 10%;">F</td><td style="width: 70%;"></td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>E</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A</td><td>Emissão Inicial</td><td>10/02/12</td></tr> <tr> <td>REV</td> <td>DESCRIÇÃO</td> <td>DATA</td> </tr> </table>	F			E			D			C			B			A	Emissão Inicial	10/02/12	REV	DESCRIÇÃO	DATA	<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>
F																						
E																						
D																						
C																						
B																						
A	Emissão Inicial	10/02/12																				
REV	DESCRIÇÃO	DATA																				



GEASANEVITA



Terras Alpha

**ELABORAÇÃO DE ESTUDO  
MACRODRENAGEM E PROJETO DE  
ESTRUTURAS HIDRÁULICAS PARA O  
EMPREENDIMENTO ALPHAVILLE  
RESENDE – FASE 2**

**ESTUDO DA CAPACIDADE DAS  
ESTRUTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES**

**RET2-PI-IDR-EX-RE-903-A**

**GE-12-013-RT-005-R0**

**Setembro/12**

Terras Alpha

**ELABORAÇÃO DE ESTUDO  
MACRODRENAGEM E  
PROJETO DE  
ESTRUTURAS HIDRÁULICAS  
PARA O  
EMPREENHIMENTO  
ALPHAVILLE  
RESENDE – FASE 2**

**ESTUDO DA CAPACIDADE DAS  
ESTRUTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES**

**RET2-PI-IDR-EX-RE-903-A**

**GE-12-013-RT-005-R0**

**Setembro/12**



Título do Trabalho <b>Elaboração de Estudo de Macrodrenagem e Projeto de Estruturas Hidráulicas para o Empreendimento Alphaville Resende- Fase 2</b>				Nº do Trabalho GE-12-013		
Título do documento <b>ESTUDO DA CAPACIDADE DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES</b>				Código do documento GE-12-013-RT-005		
Revisão	Data	Nome do Arquivo	<b>GE-12-013-RT-005-R0.doc</b>			
R0	28/09/12	Descrição	Emissão inicial			
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome	OSS	WDH	RLM	BVBC
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição	Revisão Geral			
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				
Revisão	Data	Nome do Arquivo				
		Descrição				
			Projeto	Verificação	Aprovação	Responsável Técnico
		Nome				
		Assinatura				

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>9</b>
4.1	MUNICÍPIO DE RESENDE.....	9
4.2	POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO .....	11
4.3	EMPREENDIMENTO TERRAS ALPHA RESENDE FASE 2.....	11
<b>5</b>	<b>CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO .....</b>	<b>13</b>
5.1	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	13
5.2	TEMPO DE RETORNO .....	14
5.3	EQUAÇÃO DE CHUVAS .....	14
5.4	VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS.....	14
5.5	ÍNDICE CN .....	17
5.6	RELAÇÃO CHUVA-DEFLÚVIO .....	18
5.7	ROUTING DO RESERVATÓRIO .....	19
<b>6</b>	<b>ESTUDO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>21</b>
6.1	BACIAS DE DRENAGEM.....	22
6.2	PERFIS LONGITUDINAIS.....	23
6.3	INTENSIDADE DAS CHUVAS CRÍTICAS.....	25
6.4	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	26
6.5	ÍNDICE CN .....	26
6.6	CÁLCULO DAS VAZÕES DE PICO .....	27
6.7	VAZÃO DE PICO NA SEÇÃO DE JUSANTE .....	29
<b>7</b>	<b>ESTUDOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>34</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>



## 1 APRESENTAÇÃO

---

O presente relatório é parte integrante do Projeto de Engenharia do Sistema de Macrodrenagem do Empreendimento Terras Alpha Resende – Fase 2, em desenvolvimento pela Geasanevita, conforme contrato firmado com a Alphaville Urbanismo.

O corpo principal do relatório é organizado da seguinte forma:

- **Caracterização do Empreendimento** - localização geográfica, acessos ao local, densidade demográfica da cidade em que será implantado o empreendimento;
- **Critérios e Parâmetros de Projeto** – apresentação dos parâmetros utilizados ao longo do relatório, como tempo de retorno, equação de chuva do município de estudo, tempo de concentração e cálculos das vazões de projeto (Método SCS e Routing);
- **Estudo Hidrológico do Empreendimento** – definição das áreas de contribuição, caracterização do uso e ocupação do solo, intensidade de chuvas, tempo de concentração e vazão de projeto pré e pós-implantação do empreendimento, vazão de pico para a área urbana;
- **Estudos Hidráulicos**– análise da capacidade de escoamento das estruturas existentes, proposição para escoar a vazão de pico.
- **Conclusões** – verificação do atendimento dos objetivos.

## 2 OBJETIVO

---

Apresenta-se neste relatório o estudo de Macro drenagem do empreendimento Terras Alpha Resende – Fase 2, a ser implantado no Município de Resende – RJ, sob a coordenação da Alphaville Urbanismo.

O objetivo deste estudo é apresentar os estudos hidrológicos e análise da capacidade das estruturas de drenagem na área urbanizada a jusante do empreendimento e, caso as mesmas não atendam a vazão de pico, apresentar-se-á uma solução. Foi analisada a capacidade das estruturas em escoar as águas pluviais para tempos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

### 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

---

A seguir são apresentados os documentos de referência.

CHIN, D. A. *Water-Resources Engineering*. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem. Ministério dos Transportes, 2005.

\_\_\_\_\_ Manual de drenagem de rodovias. Ministério dos Transportes, 2006.

MCCUEN, R. H. *Hydrologic Analysis and Design*, 2ª ed. New Jersey: Prentice-Hall, ISBN 0-13-134958-9, 1998.

PCRJ – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Instruções técnicas para elaboração de estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana. Secretaria Municipal de Obras, 2010.

Projeto Urbanístico Paisagístico, arquivo digital “031\_pup01\_rev02\_070212.dwg”, de 07 de fevereiro de 2012.

Projeto de Terraplenagem, arquivo digital “ACAD\_3\_TER\_TERRAS\_ALPHA\_RESENDE\_F2\_CURVAS\_PROJ\_GERAL\_270212.dwg”, de 27 de fevereiro de 2012.

Projeto de Microdrenagem, arquivo digital “ACAD\_1\_DRE\_CONCEPCAO\_TERRAS\_ALPHA\_RESENDE\_FASE\_2\_270212.dwg”, de 27 de fevereiro de 2012.

RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recursos Hídricos, 1 ed. Ed. EDUSP, São Carlos, 1998.

TUCCI, C. E.M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1995.

## 4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

---

Neste item estão apresentadas a localização e a ocupação da área do empreendimento Terras Alpha Resende Fase 2 e os dados da população do município de Resende.

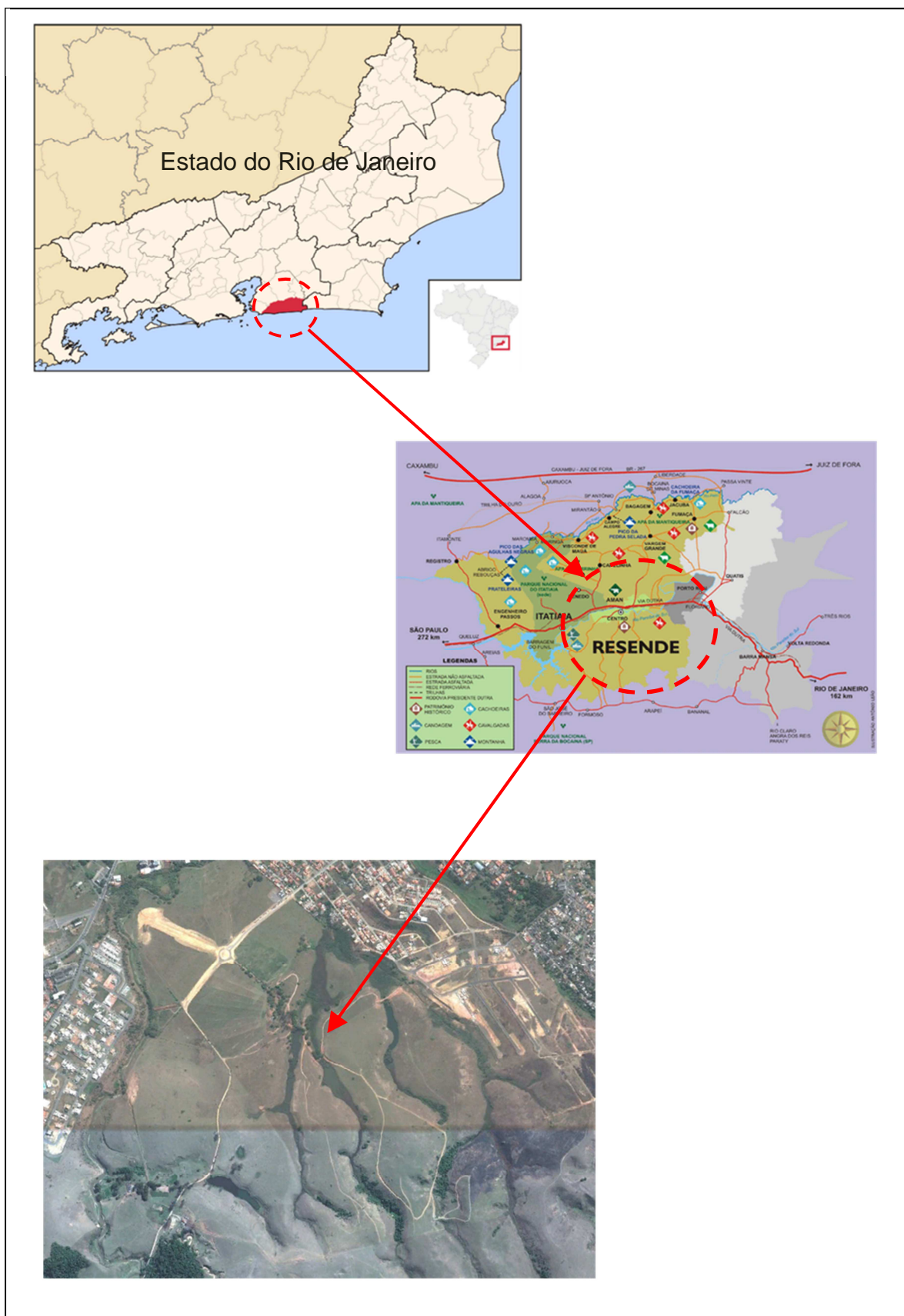
### 4.1 MUNICÍPIO DE RESENDE

O empreendimento Terras Alpha Resende Fase 2 localiza-se no município de Resende, Estado do Rio de Janeiro. Está localizado na Região das Agulhas Negras (Sul Fluminense), e dista 162 km da capital Rio de Janeiro. A cidade possui uma área de cerca de 1.101 km<sup>2</sup> e os principais acessos ao município se dão pelas Rodovia Presidente Dutra/ BR-116 (São Paulo - Rio de Janeiro); BR-101, que liga a cidade do Rio de Janeiro a Santos-SP; Rodovia Lúcio Meira/ BR-393 (acesso a Minas Gerais, Espírito Santo, Região Norte, Nordeste e Central do país); Rodovia Presidente Vargas/ RJ-155 (acesso a Angra dos Reis e Porto de Sepetiba); BR 354 (circuito das águas); RJ-161 (acesso a São José do Barreiro, Formoso, Arapeí, Bananal, Bocaína de Minas); e RJ-163 (acesso a Visconde de Mauá, Maringá e Maromba).

Resende possui como municípios limítrofes:

- Norte: no Estado de Minas Gerais – Itamonte, Bocaína de Minas;
- Sul: no Estado de São Paulo – São José do Barreiro, Formoso, Arapeí, Bananal;
- Oeste: no Estado de São Paulo – Queluz, Areias; e
- Leste: no Estado do Rio de Janeiro – Barra Mansa, Porto Real e Quatis.

A Figura 4.1 apresenta a localização do município de Resende com destaque para a área do empreendimento.



**Figura 4.1 - Localização do empreendimento**



## 4.2 POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

A população do município, segundo estimativa de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), atingiu 119.769 habitantes, conforme apresentado no Quadro 4.1. A densidade demográfica em 2010 era de 109,35 hab/km².

**Quadro 4.1 – Dados de população do município de Resende.**

<b>Dados Censitários (ano)</b>	<b>2000</b>	<b>2007</b>	<b>2010</b>
População total	104.549	118.547	119.769

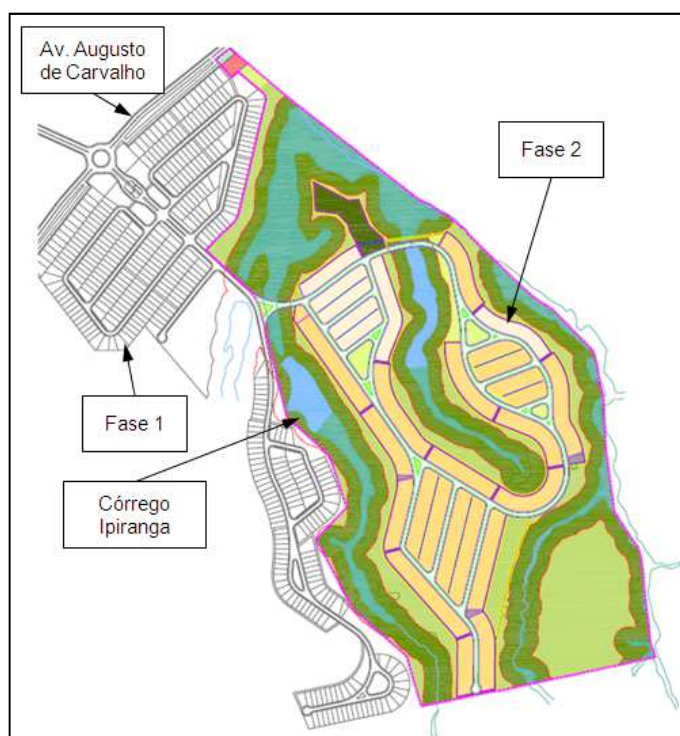
Fonte: IBGE - <http://www.ibge.gov.br>

## 4.3 EMPREENDIMENTO TERRAS ALPHA RESENDE FASE 2

O empreendimento Terras Alpha Resende Fase 2 será composto por área residencial, comercial e para clube de lazer, resultando em uma área líquida vendável de 171.184,94 m². As coordenadas de referência do empreendimento são: N = 7.513.376 m e E = 555.334 m. O Quadro 4.2 e a Figura 4.2 apresentam em detalhe as áreas do empreendimento.

**Quadro 4.2 – Quadro de áreas do empreendimento.**

	<b>Especificação</b>	<b>Área(m²)</b>
<b>1</b>	<b>Área Total Privada</b>	<b>181.783,00</b>
1.1	Lote de apoio portaria	1.051,24
1.2	Área do clube	9.546,80
1.3	Área do residencial (lotes mínimos de 330 m²)	32.680,91
1.4	Área do residencial (lotes mínimos de 485 m²)	136.922,53
1.5	Área comercial (lotes mínimos de 490 m²)	1.581,52
<b>2</b>	<b>Total de Áreas Públicas</b>	<b>540.135,31</b>
2.1	Sistema Viário	69.844,10
2.1.1	Ruas	51.763,25
2.1.2	Vielas/ vias para pedestres	18.050,85
<b>2.2</b>	<b>Equipamento Comunitário e Áreas de Uso Público</b>	<b>468.361,51</b>
2.2.1	Equipamento Comunitário de Lazer	46.802,88
2.2.2	Áreas verdes	94.475,96
2.2.3	Espaços Livres	14.329,50
2.2.4	Área de Preservação Permanente	312.753,17
<b>2.3</b>	<b>Área para equipamentos de Infraestrutura</b>	<b>1.929,70</b>
<b>3</b>	<b>Área Total Loteada</b>	<b>721.918,31</b>
<b>4</b>	<b>Total da Gleba</b>	<b>721.918,31</b>



**Figura 4.2 – Implantação do empreendimento.**

## 5 CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

Para os estudos hidrológicos e hidráulicos foram adotados os parâmetros e critérios de projeto a seguir apresentados.

- Tempo de retorno: 10, 20, 50 e 100 anos;
- Equação de chuvas para Resende (Ponte do Souza);
- Cálculo da vazão de projeto pelo Método do SCS; e
- Cálculo da vazão afluente e efluente nos barramentos pelo Método de Routing.

### 5.1 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua, ao mesmo tempo, para a seção de jusante (seção de estudo). Apresenta-se a seguir a equação de Kirpich (PCRJ, 2010) para se determinar o tempo de concentração:

$$tc = 57 \cdot \left( \frac{L^2}{leq} \right)^{0,385}$$

Sendo:

$tc$  = tempo de concentração (min);

$L$  = comprimento do talvegue (km); e

$leq$  = declividade equivalente (m/km).

A declividade equivalente é calculada da seguinte forma:

$$S = \left( \frac{\sum L}{\frac{L_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{S_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{S_3}} + \dots} \right)^2$$

Sendo:

$L$  = Comprimento total do talvegue (km);

$L_n$  = Comprimento de cada trecho (km); e

$S_n$  = Declividade de cada trecho (m/km).

## 5.2 TEMPO DE RETORNO

Tempo de retorno ( $T_r$ ) é o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez.

Os estudos foram realizados para tempos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos para a verificação da segurança das estruturas dos barramentos.

## 5.3 EQUAÇÃO DE CHUVAS

Utilizou-se para o presente projeto a equação de chuvas do município de Resende (Estação pluviométrica Ponte do Souza), apresentada a seguir:

$$I = \frac{1714,392 \cdot TR^{0,168}}{(tc + 19,987)^{0,767}}$$

Sendo:

$I$  = intensidade da chuva (mm/hora);

$tc$  = tempo de concentração (min); e

$TR$  = tempo de retorno (anos).

## 5.4 VAZÃO DE PROJETO PELO MÉTODO DO SCS

O método do SCS (*Soil Conservation Service*), atual NRCS (*National Resources Conservation Service*), estabelece relações entre a precipitação, o deflúvio superficial, grau de vegetação e tipo e ocupação do solo. Segundo o DNIT (2005), é indicado para bacias com áreas entre 3 e 250 km<sup>2</sup>.

O método baseia-se no conceito de hidrograma unitário, que pode ser definido como o hidrograma resultante de uma precipitação efetiva de 1 cm de uma chuva com uma determinada duração.

Na prática, para se obter o hidrograma unitário é necessária a análise das precipitações e vazões da bacia em estudo. Quando não se dispõe desses dados, utilizam-se fórmulas empíricas, obtendo-se, assim, um hidrograma sintético.

O hidrograma é o gráfico das vazões ao longo do tempo decorrentes de um hietograma. Como consequência, a área desta curva é o volume de escoamento superficial direto (Vesd) causado por uma chuva excedente (he) sobre toda a área de drenagem(A).

Um hidrograma é caracterizado pelo seu volume (Vesd ) e pela sua forma, que em conjunto,determinam o valor da vazão de pico (Qp). O hidrograma é, em última análise, um determinado hietograma de chuva excedente, modificado pelas características de escoamento da bacia.

A forma do hidrograma é usualmente determinada em função de alguns parâmetros de tempo, como se indica na Figura 5.1. Esta figura apresenta um hidrograma causado por um bloco único de chuva excedente (he) com duração D e intensidade constante. O tempo decorrido desde o início da chuva excedente até o pico do hidrograma (Qp) é chamado tempo de ascensão (ta), enquanto a duração total do escoamento superficial direto é chamada de tempo base (tb).

Tempo de retardamento (tp) ou simplesmente retardamento é o tempo que vai do centro de massa do hietograma de chuva excedente até o pico do hidrograma. Portanto:

$$ta = tp + \frac{D}{2}$$

*Sendo:*

*ta= tempo de ascensão ou seja o tempo base do hidrograma unitário; e*

*D= duração da chuva unitária.*

O tempo de concentração (tc) é indicado na Figura 5.1 como o tempo decorrido desde o término da chuva até o ponto de inflexão situado no trecho descendente do hidrograma. Esta inflexão representa o instante em que a contribuição do ponto mais distante da bacia passa pela seção de controle. A partir deste ponto passará por esta secção somente a água que esta temporariamente armazenada nas superfícies e canais da bacia.

O SCS propõe a seguinte relação entre estes parâmetros:

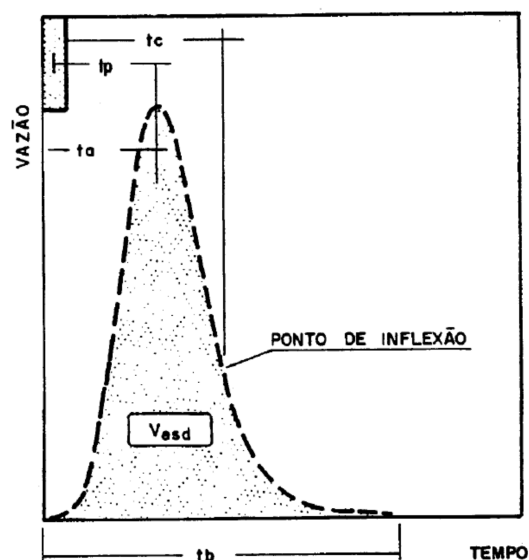


$$t_p = 0,6. t_c$$

Logo,

$$t_a = 0,6. t_c + \frac{D}{2}$$

As características do hidrograma unitário estão na Figura 5.1 onde se pode visualizar as variáveis  $t_a$ ,  $t_b$ ,  $t_p$ ,  $t_c$  e  $V_{esd}$ .



**Figura 5.1 – Características do hidrograma unitário. Fonte: Righetto (1998).**

A vazão de pico ( $Q_p$ ) é definida pelo SCS como:

$$Q_p = 2,08. \frac{A}{t_a}$$

Sendo:

$Q_p$ = vazão de pico ( $m^3/s$ );

$A$ = área da bacia ( $km^2$ ); e

$t_a$ = tempo de ascensão ( horas), que vai do início da chuva até a vazão de pico do hidrograma.

Nota: o valor 2,08 é usado pelo SCS como uma média geral.

O hidrograma em questão corresponde a uma chuva unitária de duração:

$$D = 0,133. t_c$$

## 5.5 ÍNDICE CN

O índice CN (*curve number*), adimensional com valor máximo de 100, é um índice desenvolvido pelo SCS associado à vegetação existente, tipo e ocupação do solo.

O Quadro 5.1 apresenta alguns valores de CN em função do tipo, vegetação e ocupação do solo.

**Quadro 5.1 – Alguns valores de CN para bacias de drenagem, segundo Tucci *et al.* (1995).**

Uso e ocupação do solo		Grupos de solo			
		A	B	C	D
<b>Bosques ou zonas com cobertura ruim</b>		45	66	77	83
<b>Floresta com boa cobertura</b>		25	55	70	77
<b>Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfes, cemitérios, boas condições</b>					
Com relva em mais de 75% da área		39	61	74	80
Com relva de 50% a 75% da área		49	69	79	84
<b>Zonas comerciais e de escritórios</b>					
		89	92	94	95
<b>Zonas residenciais</b>					
Lotes de (m <sup>2</sup> )	% média impermeável				
<500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
<b>Arruamentos e estradas</b>					
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais		98	98	98	98
Paralelepípedos		76	85	89	91
Terra		72	82	87	89

*Observação:* Os tipos de solo seguem a seguinte classificação: grupo A – solos arenosos profundos com baixo teor de argila; grupo B – solos arenosos rasos com baixo teor de argila; grupo C – solos barrentos com teor de argila entre 20 e 30%; e grupo D – solos argilosos.

Para áreas urbanizadas, em que sempre há uma parcela do solo que é impermeável, o índice CN deve ser corrigido em função da área impermeabilizada. O coeficiente final CN<sub>w</sub> composto é a soma composta do coeficiente da área permeável e da área impermeável com o peso correspondente da fração da área impermeável da seguinte forma, conforme (McCuen, 1998).

A equação abaixo é válida quando a porcentagem total da área impermeabilizada é maior que 30% (trinta por cento) da área total.

$$CN_w = CN_p(1 - f) + 98.f$$

*Sendo:*

$CN_w$  = número CN composto da área urbana em estudo;

$CN_p$  = número CN da área permeável da bacia em estudo; e

$f$  = fração da área impermeável da bacia em estudo.

## 5.6 RELAÇÃO CHUVA-DEFLÚVIO

A infiltração de parte da chuva e sua retenção nas depressões do solo são os principais fatores que afetam a relação chuva-deflúvio, determinando a porção escoada como deflúvio superficial, também designada como precipitação efetiva (DNIT, 2005).

O coeficiente de deflúvio é definido pela relação entre a precipitação efetiva e a chuva vertida, dependendo da permeabilidade do solo, da sua cobertura vegetal e da umidade antecedente do solo, no início da chuva considerada. A expressão de Mockus apresenta essa relação através da seguinte equação (DNIT, 2005):

$$d = \frac{(P - 0,2.S)^2}{P + 0,8.S}$$

*Sendo:*

$d$  = deflúvio (mm);

$P$  = precipitação (mm); e

$S$  = capacidade de infiltração máxima no solo (mm).

O índice de capacidade de infiltração máxima no solo ( $S$ ) relaciona-se ao índice CN pela seguinte relação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

*Sendo:*

$S$  = capacidade de infiltração máxima no solo (mm); e

$CN$  = valor da curva número.

## 5.7 ROUTING DO RESERVATÓRIO

*Routing, flow routing ou flood routing*, é o processo que determina espacialmente e no tempo as variações de vazões ao longo de um curso d'água (Chin, 2000).

Como a finalidade do presente relatório é o estudo de dimensionamento de reservatórios de retenção, adotou-se o método de armazenamento, ou seja, o método modificado de Pulz, elaborado em 1928.

Para o dimensionamento de um reservatório de retenção, temos como conhecida a hidrógrafa da vazão de entrada calculada, pelo método SCS e as curvas das estruturas de controle (vertedores retangulares ou/e orifícios).

No Método Modificado de Pulz, a equação de continuidade, ou a equação de *routing* de armazenamento, é apresentada a seguir:

$$I - Q = \frac{dS}{dt}$$

Sendo:

$I$  = vazão de entrada;

$Q$  = vazão de saída;

$S$  = volume armazenado; e

$t$  = tempo.

Aproximadamente temos, que:

$$\frac{dS}{dt} \approx \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Portanto:

$$I \cdot \Delta t - Q \cdot \Delta t = \Delta S$$

Se os subscritos 1 e 2 são usados para o tempo  $t$  e  $t + \Delta t$ , respectivamente, então tem-se

$$\frac{(I_1 + I_2)}{2} \Delta t - \frac{(Q_1 + Q_2)}{2} \Delta t = S_2 - S_1$$

E

$$\frac{(I_1 + I_2)}{2} \Delta t + S_1 - \frac{Q_1}{2} \Delta t = S_2 + \frac{Q_2}{2} \Delta t$$

Multiplicando-se os dois membros da equação por 2, tem-se que:

$$(I_1 + I_2) \Delta t + 2S_1 - Q_1 \Delta t = 2S_2 + Q_2 \Delta t$$

Dividindo-se por  $\Delta t$ :

$$(I_1 + I_2) + \frac{2S_1}{\Delta t} - Q_1 = \frac{2S_2}{\Delta t} + Q_2$$

*Sendo:*

$I_1$  = vazão no início do período de tempo;

$I_2$  = vazão no fim do período de tempo;

$Q_1$  = vazão de saída no início do período de tempo;

$Q_2$  = vazão de saída no fim do período de tempo;

$\Delta t$  = duração do período de tempo;

$S_1$  = volume no início do período de tempo; e

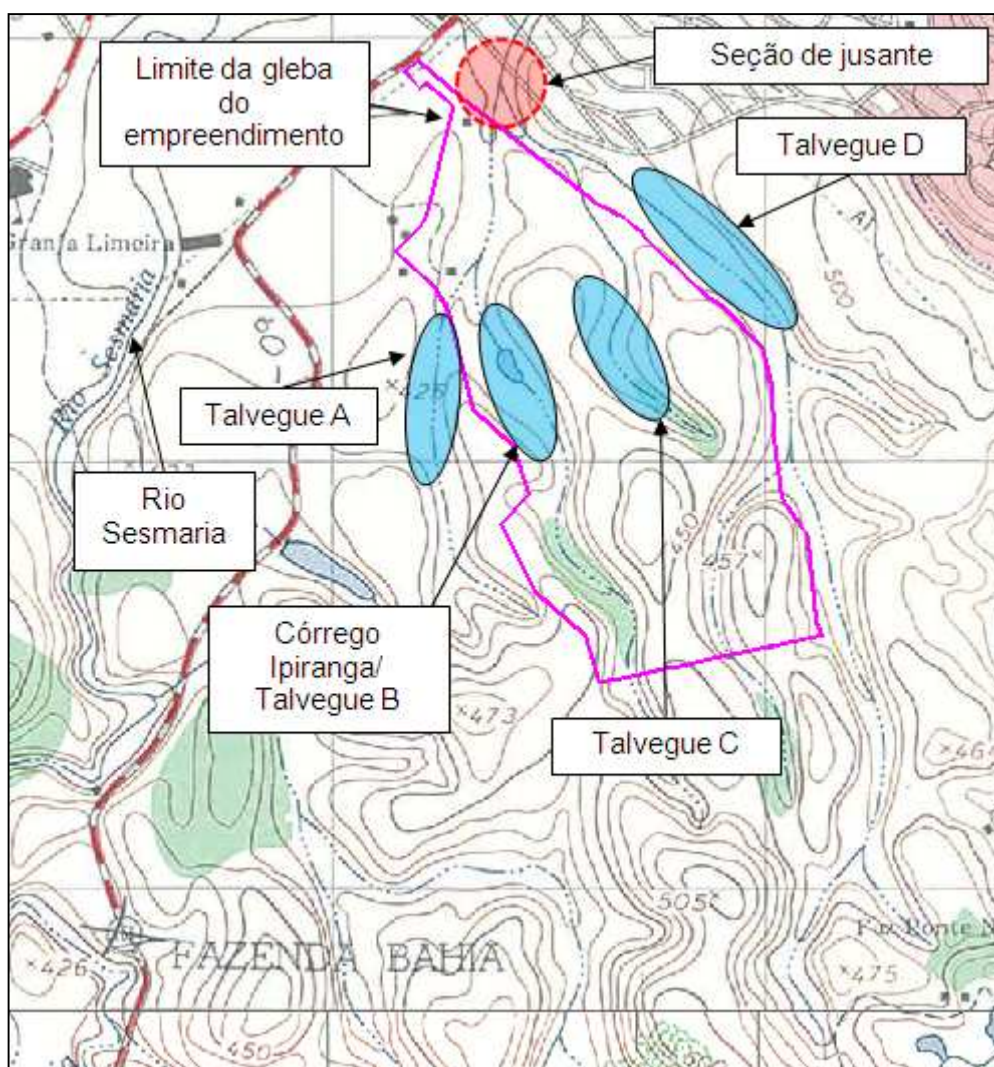
$S_2$  = volume no fim do período de tempo.



## 6 ESTUDO HIDROLÓGICO

O objetivo do Estudo Hidrológico é o processamento de dados pluviométricos de maneira a possibilitar a determinação da vazão de pico com tempos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos na seção de jusante ao empreendimento.

Os cursos d'água analisados no presente estudo encontram-se indicados na Figura 6.1. Apesar de o talvegue D não fazer parte dos barramentos, o mesmo foi considerado para se analisar as vazões de pico na seção de jusante (indicada na Figura 6.1) antes e após a implantação do empreendimento.



**Figura 6.1 – Indicação (em azul) dos cursos d'água em estudo e indicação (em vermelho) da seção de jusante dos barramentos utilizada como referência nos estudos. O talvegue A foi contemplado durante estudos da Fase 1 do Terras Alpha Resende.**

## 6.1 BACIAS DE DRENAGEM

Considerando-se a seção de jusante dos barramentos, têm-se quatro bacias contribuintes: A, B, C e D. A bacia A foi estudada para a Fase 1 do empreendimento Terras Alpha Resende. As bacias B e C correspondem aos barramentos B e C, respectivamente. E a bacia D corresponde à área de drenagem restante que contribui para a seção de jusante.

As bacias de drenagem foram determinadas com base nas cartas topográficas a seguir, na escala 1:25.000:

- SF-23-Z-A-II-3-SO – Resende, do DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército do Brasil); e
- SF-23-Z-A-V-1-NO – Rio São João, do DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército do Brasil).

Determinaram-se as bacias de drenagem para antes e após a implantação do empreendimento, sendo que para este último cenário foi levado em consideração o projeto de microdrenagem do residencial Terras Alpha Resende 2.

O Quadro 6.1 apresenta os dados de área e declividade da região de estudo.

**Quadro 6.1 – Áreas de drenagem, extensão e declividade das bacias.**

Bacia	Área de drenagem Pré-empreen. (m²)	Área de drenagem Pós-empreen. (m²)	Extensão do curso d'água (km)	Cota (m)		Desní-vel (m)	Declividade média (m/m)
				Máx.	Mín.		
A	243.421,58	287.827,08	1,266	460	403	5	0,0442
B	353.221,70	290.767,50	1,582	505	409	96	0,0606
C	147.999,40	195.925,20	0,646	445	413	32	0,0496
D	1.328.666,89	1.298.789,85	2,782	505	399	106	0,0381

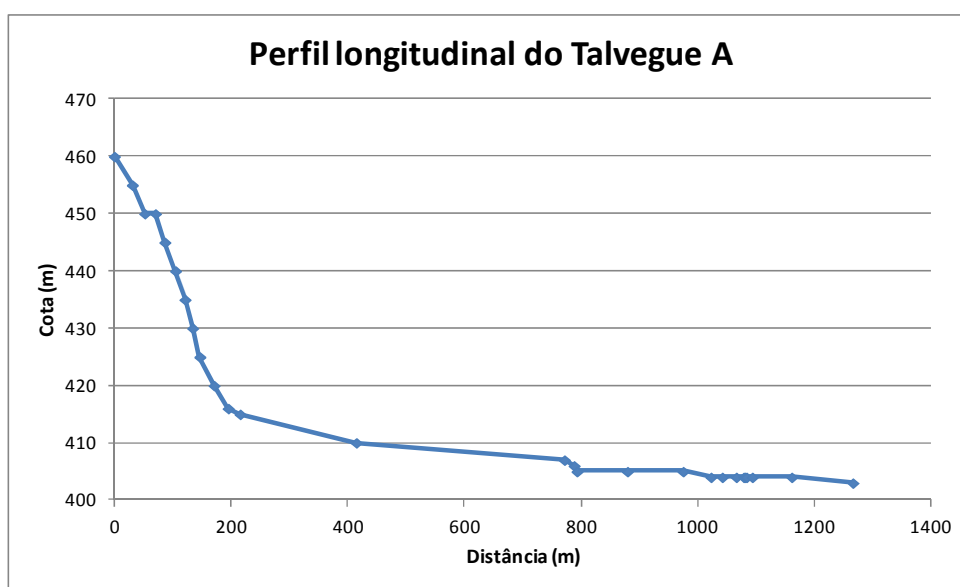
A área de drenagem da Bacia B ficou menor, com relação a situação pré-implantação do empreendimento, em função da drenagem interna do

empreendimento, que desviou parte do seu escoamento das águas pluviais para o córrego da Bacia C.

Parte das águas pluviais do empreendimento será lançada na bacia D e sua área ficou menor por causa do aumento das bacias C e A (esta estudada na Fase 1 do empreendimento).

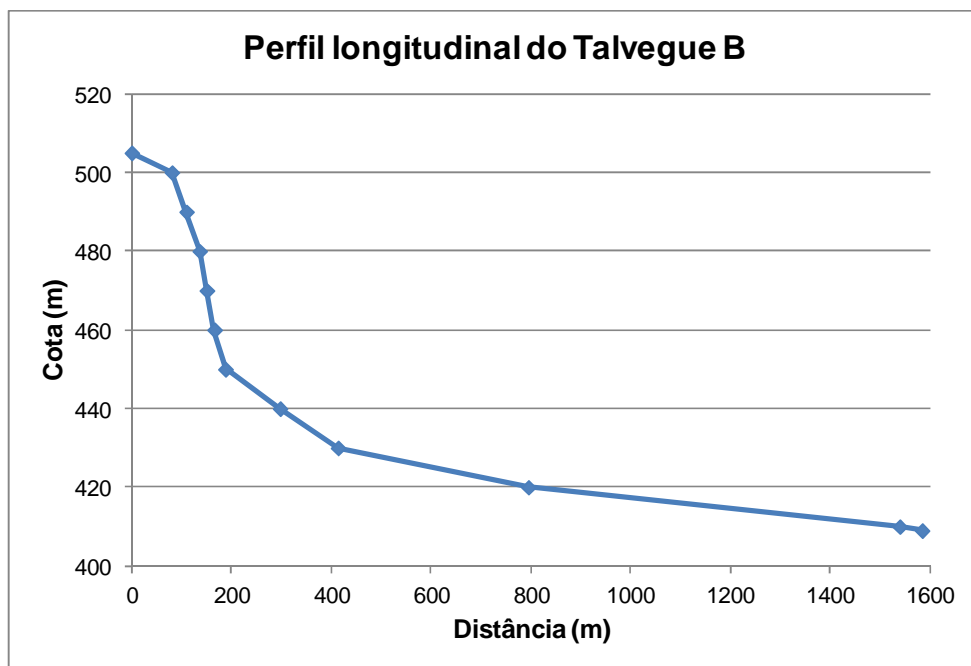
## 6.2 PERFIS LONGITUDINAIS

A partir dos mapas do DSG e do software AutoCAD foram levantados os perfis longitudinais dos talvegues B, C e D do ponto mais distante até a seção de interesse. As Figuras 6.2 a 6.5 apresentam os perfis obtidos para os cursos d'água considerados.



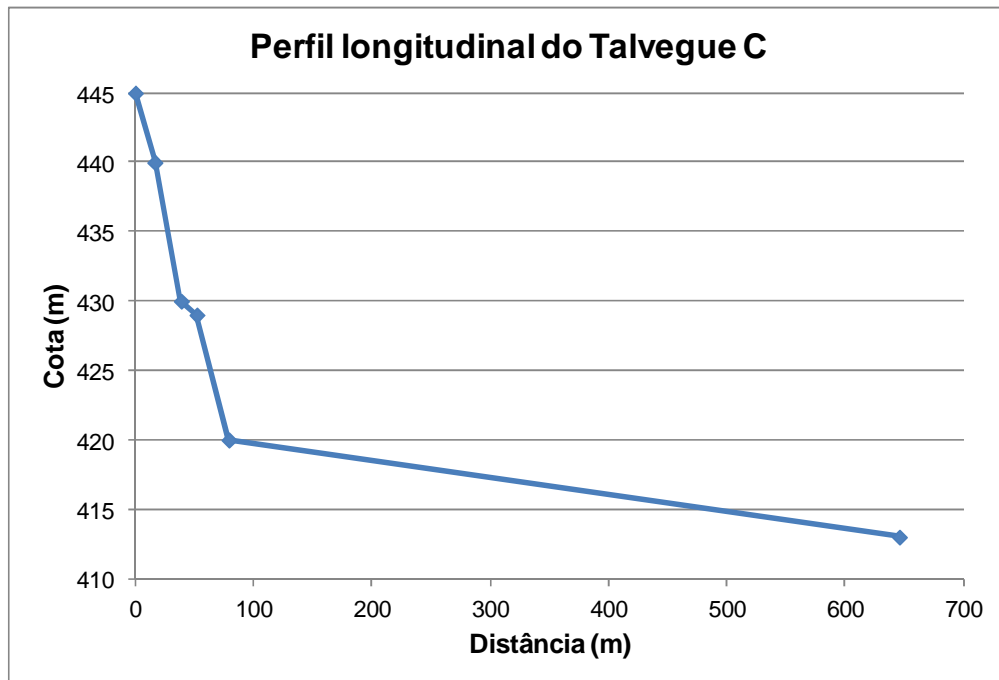
**Figura 6.2 - Perfil longitudinal do talvegue A**

A declividade média do talvegue A, desde seu ponto mais distante até a seção de estudo é de 0,0450 m/m.



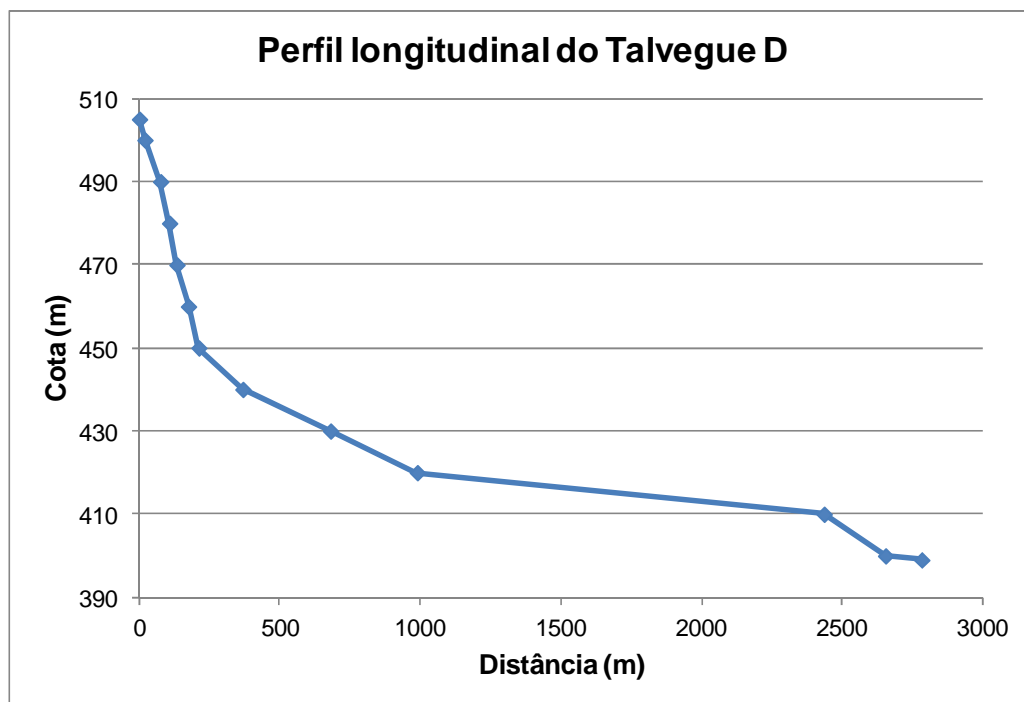
**Figura 6.3 – Perfil longitudinal do talvegue B.**

A declividade média do talvegue B, desde seu ponto mais distante até a seção de estudo é de 0,0606 m/m.



**Figura 6.4 – Perfil longitudinal do talvegue C.**

Obteve-se para o talvegue C declividade média de 0,0496 m/m.



**Figura 6.5 – Perfil longitudinal do talvegue D.**

Obteve-se para o talvegue D declividade média de 0,0381 m/m.

### 6.3 INTENSIDADE DAS CHUVAS CRÍTICAS

Os estudos hidrológicos foram baseados na equação de chuvas intensas para a cidade de Resende. O Quadro 6.2 apresenta alguns valores de intensidade de precipitação fornecidos pela equação de chuvas intensas para diferentes valores de duração da chuva e tempo de retorno.

**Quadro 6.2 – Intensidades de precipitação (mm/h) conforme o tempo de duração da chuva e tempo de retorno.**

<b>Duração</b> <b>(min)</b>	<b>Tempo de Retorno (anos)</b>				
	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	165,47	185,91	208,87	243,63	273,72
<b>15</b>	147,01	165,17	185,57	216,45	243,18
<b>30</b>	111,82	125,63	141,14	164,63	184,96
<b>60</b>	77,97	87,60	98,42	114,79	128,97
<b>120</b>	50,76	57,02	64,07	74,73	83,96
<b>180</b>	38,61	43,38	48,73	56,84	63,86
<b>360</b>	23,60	26,51	29,79	34,74	39,03
<b>720</b>	14,15	15,90	17,86	20,84	23,41
<b>1080</b>	10,44	11,73	13,18	15,37	17,27

## 6.4 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O Quadro 6.3 apresenta o tempo de concentração de cada bacia, obtidos pela fórmula de Kirpich.

**Quadro 6.3 – Tempo de concentração de cada bacia.**

<b>Bacias</b>	<b>Extensão do talvegue (m)</b>	<b>Cota máxima (m)</b>	<b>Cota mínima (m)</b>	<b>Declividade equivalente (m/km)</b>	<b>Tempo de concentração (min)</b>
A	1.266,0	460	403	31,88	18,02
B	1.582,90	505	409	23,58	24,05
C	645,6	445	413	15,10	14,31
D	2.782,20	505	399	13,03	46,64

## 6.5 ÍNDICE CN

Devido às condições da área do empreendimento, adotou-se, conforme o Quadro 6.4, índice CN igual a 60, considerando-se o uso do solo como campo permanente normal pertencente ao grupo B. No entanto, devido às impermeabilizações do empreendimento, estimadas em 50% da área total, obteve-se o CN composto (CNw).



**Quadro 6.4 – Determinação do índice CN composto (CNw) de cada bacia para antes e após a implantação do empreendimento.**

Bacia	Área (m²)	Área impermeável	CN	CNw Pré	Área (m²)	Área impermeável	CNw Pós
	Pré-empregoimento				Pós-empregoimento		
A	243.421,58	15%	60,0	65,7	287.827,08	50%	79,0
B	353.221,70	15%	60,0	65,7	290.767,47	50%	79,0
C	147.999,40	15%	60,0	65,7	195.925,17	50%	79,0
D	1.328.666,89	15%	60,0	65,7	1.298.789,85	20%	67,6
Total	2.073.309,57	15%	60,0	65,7	2.073.309,57	31%	71,9

Vale destacar o aumento da área impermeável na bacia D, de 15 para 20%. Esse aumento se deu em função das áreas do empreendimento que lançarão suas águas pluviais, por meio de três pontos, no talvegue D.

## 6.6 CÁLCULO DAS VAZÕES DE PICO

Para a obtenção das vazões de pico das bacias B, C e D para antes e após a implantação do empreendimento, utilizou-se o Método do SCS. Apresentam-se abaixo os resultados obtidos para se estimar as vazões de pico para cada cenário avaliado.

### Cenários de pré-implantação:

1. Bacia A e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos;
2. Bacia B e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos;
3. Bacia C e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos; e
4. Bacia D e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

### Cenários de pós-implantação:

5. Bacia A e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos;
6. Bacia B e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos;
7. Bacia C e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos; e
8. Bacia D e tempo de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

O Quadro 6.5 apresenta um resumo dos dados apresentados nos Anexos para se obter a vazão de pico para cada um dos cenários avaliados.

**Quadro 6.5 – Resumo dos Anexos referentes à obtenção da vazão de pico para cada cenário.**

Anexo	Descrição	Cenários
1	Hidrograma unitário curvilíneo	1 a 8
2	Hidrogramas Bacia A	5
3	Hidrogramas Bacia B	6
4	Hidrogramas Bacia C	7

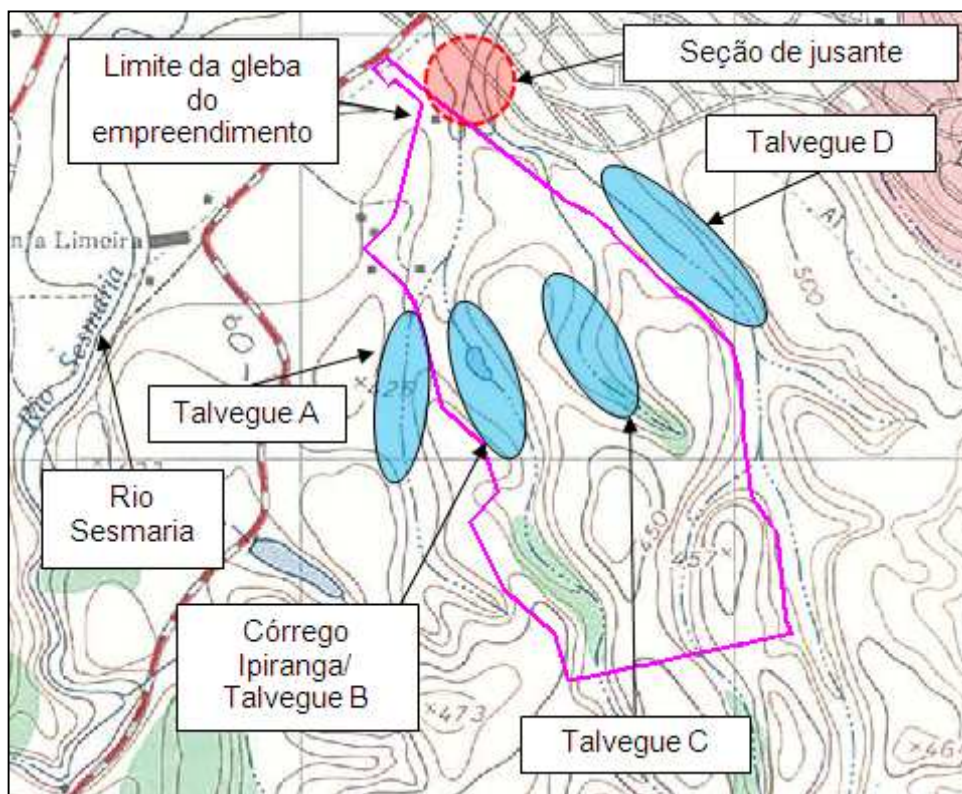
O Quadro 6.6 apresenta as vazões de pico obtidas de acordo com a bacia.

**Quadro 6.6 – Vazões de pico obtidas pelo Método do SCS para as situações avaliadas e respectivos tempos de retorno.**

Bacia / Situação		TR 10	TR 20	TR 50	TR 100
A	Pré	0,65	1,03	1,75	3,19
A	Pós	3,14	4,09	5,65	6,75
B	Pré	1,39	2,03	3,18	4,32
B	Pós	3,52	4,47	6,02	7,45
C	Pré	0,23	0,42	0,79	1,19
C	Pós	1,85	2,47	3,52	4,50
D	Pré	2,86	4,19	6,56	8,90
D	Pós	3,41	4,86	7,38	9,85
TOTAL	Pré	5,13	7,67	12,28	17,6
	Pós	11,92	15,89	22,57	28,55

## 6.7 VAZÃO DE PICO NA SEÇÃO DE JUSANTE

A seção de jusante na área urbana receberá a vazão de pico conforme as vazões sejam liberadas pelas estruturas hidráulicas dimensionadas para os barramentos A, B e C. A Figura 6.5 apresenta a localização da seção de jusante e dos talvegues cujas vazões contribuem a ela.



**Figura 6.6 – Indicação (em azul) dos cursos d'água em estudo e indicação (em vermelho) da seção de jusante dos barramentos utilizada como referência nos estudos. O talvegue A foi contemplado durante estudos da Fase 1 do Terras Alpha Resende.**

A seguir apresentam-se as estruturas hidráulicas previstas para cada talvegue:

- Talvegue A: tubo de Ø 0,8 m;
- Talvegue B: tubo de Ø 1,0 m; e
- Talvegue C: tubo de Ø 0,8 m.

Apresentam-se no Quadro 6.7 as vazões de pico para as bacias de cada barramento sem e com a instalação da estrutura hidráulica.

**Quadro 6.7 – Vazões de pico para as bacias A, B e C para pré e pós-implantação do empreendimento (sem e com estrutura hidráulica para extravasamento da vazão) – tempos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.**

Bacia / Situação		TR 10	TR 20	TR 50	TR 100
A	Pré	0,65	1,03	1,75	3,19
A	Pós	0,17	0,16	0,26	0,92
B	Pré	1,39	2,03	3,18	4,32
B	Pós	0,00	0,01	0,52	1,18
C	Pré	0,23	0,42	0,79	1,19
C	Pós	0,04	0,07	0,13	0,13

Assim, considerando a bacia D, que não contribui para que qualquer barramento do empreendimento tem-se as vazões de pico apresentadas no Quadro 6.8.

**Quadro 6.8 – Comparativo entre as vazões de pico nas bacias com a implantação do empreendimento e após a adoção de estrutura hidráulica.**

Bacia / Situação		TR 10	TR 20	TR 50	TR 100
A	Pós implantação	3,14	4,09	5,65	6,75
A	Com Estruturas	0,11	0,16	0,26	0,92
B	Pós implantação	3,52	4,47	6,02	7,45
B	Com Estruturas	0,00	0,01	0,52	1,18
C	Pós implantação	1,85	2,47	3,52	4,50
C	Com Estruturas	0,04	0,07	0,13	0,13
D	Pós Implantação	3,41	4,86	7,38	9,85
<b>TOTAL</b>	Pós Implantação	11,92	15,89	22,57	28,55
	Com Estruturas	<b>3,56</b>	<b>5,10</b>	<b>8,29</b>	<b>12,08</b>

No Quadro 6.9, tem-se um comparativo das vazões de pico para as situações de pré e pós-implantação do empreendimento e com a adoção das estruturas hidráulicas.

**Quadro 6.9 – Comparativo entre as vazões de pico nas bacias com a implantação do empreendimento e após a adoção de estrutura hidráulica.**

Bacia / Situação		TR 10	TR 20	TR 50	TR 100
<b>TOTAL</b>	Pré implantação	5,13	7,67	12,28	17,6
	Pós implantação	11,92	15,89	22,57	28,55
	Com Estruturas	<b>3,56</b>	<b>5,10</b>	<b>8,29</b>	<b>12,08</b>

## 7 ESTUDOS HIDRÁULICOS

Os estudos hidráulicos dos barramentos são realizados utilizando-se o software HydroCAD da HydroCAD software Solutions LLC. O HydroCAD é um sistema de projeto CAD para modelação hidrológica e hidráulica de escoamentos. É largamente baseado nas técnicas hidrológicas desenvolvidas pelo Soil Conservation Service (SCS/NRCS), combinadas com outros cálculos hidrológicos e hidráulicos. Para um dado evento de chuva, essas ferramentas são utilizadas para gerar hidrogramas através da bacia hidrográfica. Os quadros 7.1, 7.2 e 7.3 mostram os hidrogramas gerados para as Bacias A, B e C para a situação após a implantação do empreendimento, para os Tempos de Retorno (TR) de 10, 20 e 50 anos.

**Quadro 7.1 – Hidrogramas, TR 10 – 50 anos, Bacia A, Pós-implantação.**

Tempos (horas)	TR 10		TR 20		TR 50	
	Hidrog. Afl (m³/s)	Hidrog. Efl (m³/s)	Hidrog. Afl (m³/s)	Hidrog. Efl (m³/s)	Hidrog. Afl (m³/s)	Hidrog. Efl (m³/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
0.09	0.09	0.00	0.13	0.00	0.20	0.00
0.12	0.34	0.00	0.47	0.00	0.69	0.00
0.15	0.81	0.00	1.09	0.00	1.57	0.00
0.18	1.47	0.00	1.96	0.00	2.80	0.00
0.21	2.22	0.00	2.94	0.01	4.14	0.01
0.24	2.81	0.01	3.70	0.01	5.15	0.03
0.27	3.10	0.02	4.05	0.03	5.61	0.05
0.30	3.10	0.03	4.03	0.05	5.55	0.09
0.33	2.89	0.04	3.75	0.07	5.16	0.12
0.36	2.54	0.06	3.28	0.09	4.50	0.16
0.39	2.09	0.07	2.70	0.11	3.69	0.19
0.42	1.61	0.08	2.08	0.13	2.85	0.21
0.45	1.24	0.09	1.60	0.14	2.18	0.23
0.48	0.95	0.10	1.23	0.15	1.67	0.24
0.51	0.67	0.10	0.86	0.15	1.17	0.25
0.54	0.43	0.10	0.54	0.16	0.74	0.26
0.57	0.26	0.11	0.33	0.16	0.45	0.26
0.60	0.17	0.11	0.21	0.16	0.28	0.26
0.63	0.10	0.11	0.13	0.16	0.18	0.26
0.66	0.07	0.11	0.08	0.16	0.11	0.26

**Quadro 7.2 – Hidrogramas, TR 10 – 50 anos, Bacia B, Pós-implantação.**

Tempos (horas)	TR 10		TR 20		TR 50	
	Hidrog. Afl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Efl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Afl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Efl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Afl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Efl (m <sup>3</sup> /s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	0.08	0.00	0.01	0.00	0.18	0.00
0.12	0.35	0.00	0.32	0.00	0.82	0.00
0.15	0.65	0.00	0.79	0.00	1.63	0.00
0.18	0.94	0.00	1.28	0.00	2.43	0.00
0.21	1.18	0.00	1.72	0.00	3.11	0.00
0.24	1.34	0.00	2.06	0.00	3.60	0.00
0.27	1.42	0.00	2.28	0.00	3.87	0.00
0.30	1.45	0.00	2.37	0.00	3.95	0.00
0.33	1.43	0.00	2.37	0.00	3.88	0.00
0.36	1.38	0.00	2.29	0.00	3.70	0.00
0.39	1.31	0.00	2.17	0.00	3.45	0.00
0.42	1.22	0.00	2.03	0.00	3.17	0.00
0.45	1.12	0.00	1.87	0.00	2.89	0.00
0.48	1.02	0.00	1.70	0.00	2.61	0.01
0.51	0.92	0.00	1.54	0.00	2.33	0.06
0.54	0.82	0.00	1.37	0.00	2.06	0.13
0.57	0.74	0.00	1.21	0.00	1.81	0.21
0.60	0.66	0.00	1.07	0.00	1.58	0.28
0.63	0.59	0.00	0.95	0.00	1.38	0.34
0.66	0.53	0.00	0.84	0.00	1.21	0.39
0.69	0.48	0.00	0.74	0.00	1.06	0.43
0.72	0.43	0.00	0.66	0.00	0.93	0.46

**Quadro 7.3 – Hidrogramas, TR 10 – 50 anos, Bacia C, Pós-implantação.**

Tempos (horas)	TR 10		TR 20		TR 50	
	Hidrog. Afl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Efl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Afl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Efl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Afl (m <sup>3</sup> /s)	Hidrog. Efl (m <sup>3</sup> /s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.01	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00
0.09	0.13	0.00	0.19	0.00	0.30	0.00
0.12	0.43	0.00	0.59	0.00	0.88	0.00
0.15	0.89	0.00	1.23	0.00	1.81	0.00
0.18	1.44	0.00	1.95	0.00	2.81	0.01
0.21	1.77	0.00	2.37	0.01	3.39	0.02
0.24	1.84	0.01	2.45	0.02	3.48	0.03
0.27	1.70	0.02	2.26	0.03	3.20	0.05
0.30	1.44	0.02	1.91	0.04	2.69	0.07
0.33	1.10	0.03	1.45	0.05	2.04	0.09
0.36	0.79	0.03	1.05	0.06	1.47	0.11
0.39	0.58	0.04	0.76	0.06	1.06	0.12
0.42	0.38	0.04	0.49	0.07	0.68	0.12
0.45	0.21	0.04	0.27	0.07	0.37	0.13
0.48	0.12	0.04	0.15	0.07	0.21	0.13
0.51	0.07	0.04	0.08	0.07	0.12	0.13
0.54	0.04	0.04	0.05	0.07	0.06	0.13
0.57	0.02	0.04	0.02	0.07	0.03	0.13
0.60	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.13
0.63	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.13
0.66	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.12
0.69	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.12
0.72	0.00	0.04	0.00	0.07	0.00	0.12



## 8 CONCLUSÕES

---

Pode-se concluir que, adotando-se os barramentos na bacia A na Fase 1, e nas bacias B e C na Fase 2 do Terras Alpha Resende, as vazões de pico resultantes a jusante após a implantação do empreendimento serão menores que as vazões existentes atualmente no ponto de jusante, para os tempos de retorno (TR) de 10, 20, 50 e 100 anos.

## ANEXOS

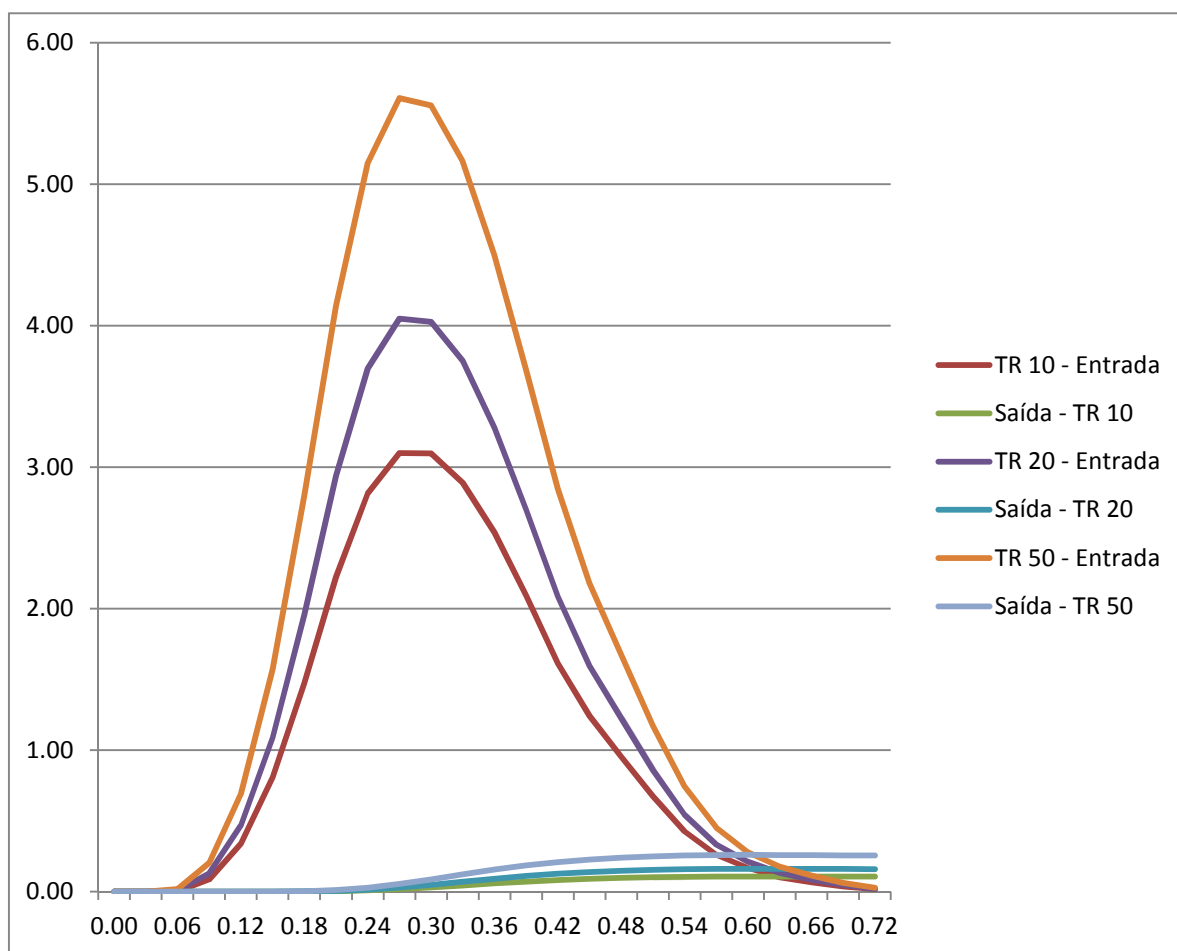
---

## ANEXO 1 – Hidrograma unitário curvilíneo.

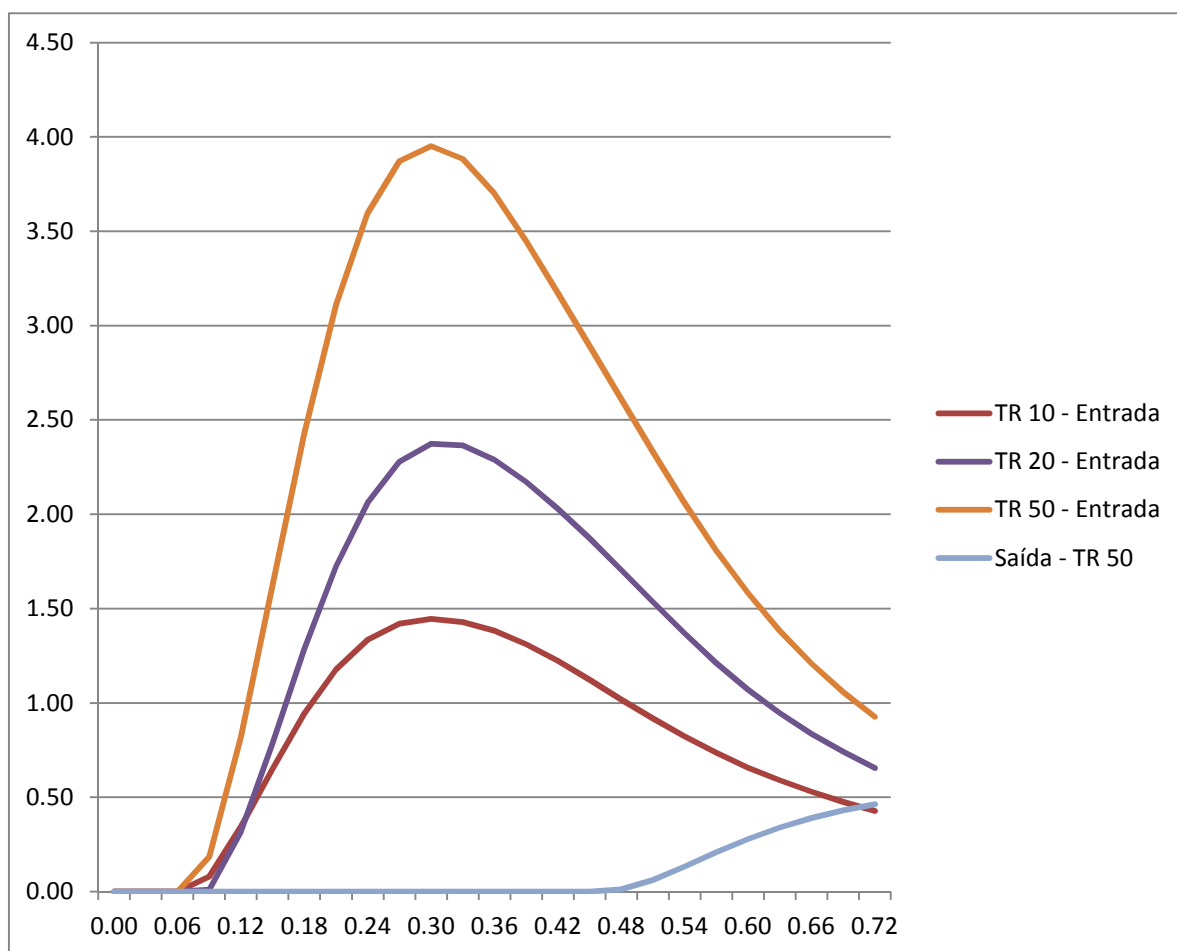
Apresenta-se a seguir o hidrograma unitário curvilíneo para todas as condições avaliadas neste estudo.

Hidrograma unitário curvilíneo		Pré-implantação								Pós-implantação							
		Bacia A		Bacia B		Bacia C		Bacia D		Bacia A		Bacia B		Bacia C		Bacia D	
		Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)	Tempo (min)	Vazão (m³/s)
t/tp	Q/qp																
0.0	0.000	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	0.00	0.00	0.00
0.1	0.030	1.23	0.01	1.64	0.01	0.98	0.01	3.00	0.02	1.23	0.01	1.64	0.01	0.98	0.01	3.00	0.02
0.2	0.100	2.46	0.02	3.29	0.03	1.96	0.02	6.00	0.06	2.46	0.03	3.29	0.02	1.96	0.02	6.00	0.05
0.3	0.190	3.69	0.05	4.93	0.05	2.93	0.04	9.00	0.11	3.69	0.06	4.93	0.04	2.93	0.05	9.00	0.10
0.4	0.310	4.92	0.08	6.57	0.08	3.91	0.06	12.00	0.17	4.92	0.09	6.57	0.07	3.91	0.08	12.00	0.17
0.5	0.470	6.16	0.12	8.22	0.13	4.89	0.09	14.99	0.26	6.16	0.14	8.22	0.10	4.89	0.12	14.99	0.25
0.6	0.660	7.39	0.16	9.86	0.18	5.87	0.12	17.99	0.36	7.39	0.19	9.86	0.15	5.87	0.16	17.99	0.36
0.7	0.820	8.62	0.20	11.50	0.22	6.85	0.15	20.99	0.45	8.62	0.24	11.50	0.18	6.85	0.20	20.99	0.44
0.8	0.930	9.85	0.23	13.15	0.25	7.82	0.18	23.99	0.51	9.85	0.27	13.15	0.21	7.82	0.23	23.99	0.50
0.9	0.990	11.08	0.24	14.79	0.27	8.80	0.19	26.99	0.55	11.08	0.29	14.79	0.22	8.80	0.25	26.99	0.54
1.0	1.000	12.31	0.25	16.44	0.27	9.78	0.19	29.99	0.55	12.31	0.29	16.44	0.22	9.78	0.25	29.99	0.54
1.1	0.990	13.54	0.24	18.08	0.27	10.76	0.19	32.99	0.55	13.54	0.29	18.08	0.22	10.76	0.25	32.99	0.54
1.2	0.930	14.77	0.23	19.72	0.25	11.74	0.18	35.99	0.51	14.77	0.27	19.72	0.21	11.74	0.23	35.99	0.50
1.3	0.860	16.01	0.21	21.37	0.23	12.72	0.16	38.99	0.48	16.01	0.25	21.37	0.19	12.72	0.21	38.99	0.46
1.4	0.780	17.24	0.19	23.01	0.21	13.69	0.15	41.98	0.43	17.24	0.23	23.01	0.17	13.69	0.19	41.98	0.42
1.5	0.680	18.47	0.17	24.65	0.18	14.67	0.13	44.98	0.38	18.47	0.20	24.65	0.15	14.67	0.17	44.98	0.37
1.6	0.560	19.70	0.14	26.30	0.15	15.65	0.11	47.98	0.31	19.70	0.16	26.30	0.12	15.65	0.14	47.98	0.30
1.7	0.460	20.93	0.11	27.94	0.12	16.63	0.09	50.98	0.25	20.93	0.13	27.94	0.10	16.63	0.11	50.98	0.25
1.8	0.390	22.16	0.10	29.58	0.10	17.61	0.07	53.98	0.22	22.16	0.11	29.58	0.09	17.61	0.10	53.98	0.21
1.9	0.330	23.39	0.08	31.23	0.09	18.58	0.06	56.98	0.18	23.39	0.10	31.23	0.07	18.58	0.08	56.98	0.18
2.0	0.280	24.62	0.07	32.87	0.08	19.56	0.05	59.98	0.15	24.62	0.08	32.87	0.06	19.56	0.07	59.98	0.15
2.2	0.207	27.09	0.05	36.16	0.06	21.52	0.04	65.98	0.11	27.09	0.06	36.16	0.05	21.52	0.05	65.98	0.11
2.4	0.147	29.55	0.04	39.44	0.04	23.47	0.03	71.97	0.08	29.55	0.04	39.44	0.03	23.47	0.04	71.97	0.08
2.6	0.107	32.01	0.03	42.73	0.03	25.43	0.02	77.97	0.06	32.01	0.03	42.73	0.02	25.43	0.03	77.97	0.06
2.8	0.077	34.47	0.02	46.02	0.02	27.39	0.01	83.97	0.04	34.47	0.02	46.02	0.02	27.39	0.02	83.97	0.04
3.0	0.055	36.94	0.01	49.31	0.01	29.34	0.01	89.97	0.03	36.94	0.02	49.31	0.01	29.34	0.01	89.97	0.03
3.2	0.040	39.40	0.01	52.59	0.01	31.30	0.01	95.96	0.02	39.40	0.01	52.59	0.01	31.30	0.01	95.96	0.02
3.4	0.029	41.86	0.01	55.88	0.01	33.26	0.01	101.96	0.02	41.86	0.01	55.88	0.01	33.26	0.01	101.96	0.02
3.6	0.021	44.32	0.01	59.17	0.01	35.21	0.00	107.96	0.01	44.32	0.01	59.17	0.00	35.21	0.01	107.96	0.01
3.8	0.015	46.79	0.00	62.45	0.00	37.17	0.00	113.96	0.01	46.79	0.00	62.45	0.00	37.17	0.00	113.96	0.01
4.0	0.011	49.25	0.00	65.74	0.00	39.12	0.00	119.96	0.01	49.25	0.00	65.74	0.00	39.12	0.00	119.96	0.01
4.5	0.005	55.40	0.00	73.96	0.00	44.01	0.00	134.95	0.00	55.40	0.00	73.96	0.00	44.01	0.00	134.95	0.00
5.0	0.000	61.56	0.00	82.18	0.00	48.91	0.00	149.95	0.00	61.56	0.00	82.18	0.00	48.91	0.00	149.95	0.00

## ANEXO 2 – Hidrogramas Bacia A.



## ANEXO 3 – Hidrogramas Bacia B.



## ANEXO 4 – Hidrogramas Bacia C.

