



Faculdade de Ciências e Tecnologia

Rui Miguel Cândido Pomares

**Diminuição do Pico de Cheia na Rede de Drenagem de Águas Pluviais
através do Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva**

**Diminuição do Pico de Cheia na Rede de Drenagem de Águas Pluviais através do
Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva**

Rui Miguel Cândido Pomares
Licenciado em Engenharia Civil
pela Escola Superior de Tecnologia do Barreiro
do Instituto Politécnico de Setúbal

Dissertação realizada sob a supervisão da
Professora Doutora Amélia Carvalho Dill
do Departamento da Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade do Algarve

Dissertação apresentada na Universidade do Algarve
Para obtenção do Grau Mestre no Ramo de
Engenharia de Recursos Hídricos

Faro, Dezembro de 2010

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade do Algarve, como instituição de acolhimento, aos docentes do curso de Mestrado de Recursos Hídricos, os quais partilharam o seu conhecimento e a sua experiência com os mestrandos.

A todos os meus colegas de curso que pela união e perseverança que demonstraram diariamente na conclusão da parte curricular do Mestrado de Recursos Hídricos.

À minha orientadora, Professora Doutora Amélia Carvalho Dill, por ter aceite este desafio ao seu empenho, acompanhamento, na criação de condições que permitiram a apresentação desta dissertação.

À Professora Doutora Celestina Pedras, pelo interesse demonstrado, contribuindo assim para a apresentação desta dissertação.

Ao Professor e Mestre Rui Lança, pelo tempo dispensado e empenho no desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus amigos Marcos Afonso e Ivo Pólvora pelo apoio e tempo dispensado, expresso a minha gratidão no desenvolvimento desta tese.

Aos meus pais, irmã, por toda a compreensão, amizade, amor e paciência demonstrada.

Um agradecimento especial à minha namorada e companheira, Patrícia Sofia Guerreiro a qual sempre me apoiou e incentivou na realização desta dissertação.

ABSTRACT

Water has become a major resource, not only due to population growth, but ultimately, economic development in our lifestyle. Potable Water is now a resource to preserve that heritage and the community well, has become over the past decades in economic good.

According to the forecasts of the World Water Council, 23 countries will face absolute water scarcity by 2025 and between 46 and 52 countries (totaling about 3,000 million people) may suffer from water stress at that time (A. Afonso Silva, 2008).

Based on these forecasts and increasing environmental awareness, water efficiency is based on the concept of 4R in products and buildings, being in Consumption Reduction, Water Reuse, Recycle and demand to alternative sources of the Resource.

The use of rainwater is one of the alternative sources to combat water scarcity. This alternative is gaining notoriety, through the emergence of Rain Water Harvesting Systems, that seeks the reuse of rainwater for various purposes, which otherwise it would be targeted directly to collectors of rainwater drainage, or water lines, thereby reducing the consumption of potable water in buildings. There is however that care must be taken so that water used by these systems meets quality standards so that risks do not occur in its use.

The use of Rain Water Harvesting Systems in Portugal is still small, but there are already some cases of its applicability with success. In Portugal there must be careful in the project of the system because the rainfall is not uniform in all country.

The dissertation discusses several issues of Rain Water Harvesting Systems such as hydrology, components of the rain water harvesting systems, water quality parameters, however, the study focuses on the phenomenon of the reduction of the flood peak with the use of Rain Water Harvesting Systems connected to the storm water drainage, in Urbanization Vales do Algoz.

It is known that the floods are among the natural disasters throughout the ages having caused property damage and loss of life throughout the world, Portugal is no exception. With the proper design of various hydraulic-based studies can mitigate extreme events.

In Algarve region, the use of Rain Water Harvesting Systems is ancient, existing methods since the time of the Arabs up to modern times, as for example in the use of reservoir in places and castles such as the use of flat roofs (called Açoteias) to capture water for them.

RESUMO

A água tem-se tornado um recurso da maior importância, devido não só ao crescimento demográfico, mas fundamentalmente, ao desenvolvimento económico e ao nosso estilo de vida. A água potável é hoje um recurso a preservar que de bem comunitário e patrimonial, se transformou ao longo das últimas décadas num bem económico.

De acordo com as previsões do World Water Council, 23 países estarão a enfrentar uma escassez absoluta de água no ano de 2025 e entre 46 e 52 países (totalizando cerca de 3.000 milhões de pessoas), poderão sofrer de stress hídrico nessa data (Afonso S., 2008).

Com base nestas previsões e no aumento da consciencialização ambiental, a eficiência hídrica é baseada no conceito dos 4R, em produtos e nos edifícios, estando na Redução de Consumo, Reutilização da Água, sua Reciclagem e procura do Recurso a origens alternativas.

O aproveitamento de água da chuva é uma das fontes alternativas para combater a escassez da água. Esta alternativa está ganhando notoriedade, através do aparecimento dos Sistemas de Aproveitamento de Água da Chuva, que procuram reutilizar a água da chuva para fins diversos, o que de outra forma a mesma iria ser direccionada directamente para colectores de drenagem de águas pluviais, ou para as linhas de água, reduzindo assim o consumo de água potável nos edifícios. Existe contudo cuidados que precisam de ser tidos para que água utilizada por estes sistemas cumpra parâmetros de qualidade de modo a que não ocorram riscos na sua utilização.

O uso dos sistemas de aproveitamento de água da chuva em Portugal ainda é diminuto, mas já existem alguns casos da sua aplicabilidade com sucesso. Porém tem que haver o cuidado no dimensionamento destes sistemas uma vez que o regime pluviométrico não é uniforme em todo o País.

A dissertação realizada aborda os vários temas relacionados com os sistemas de aproveitamento de água da chuva, hidrologia, componentes dos sistemas de aproveitamento de água da chuva, parâmetros de qualidade de água, todavia o estudo incide sobre o fenómeno na diminuição do pico de cheia com a utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva na rede de drenagem de águas pluviais, da Urbanização Vales do Algoz.

Sabe-se que as cheias estão entre as catástrofes naturais que ao longo dos tempos, têm provocado danos materiais e perdas de vidas humanas por todo o mundo, não sendo Portugal excepção. Com o correcto dimensionamento de diversas obras hidráulicas baseados em estudos é possível mitigar os fenómenos extremos.

Na Região do Algarve, a utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva é ancestral, existindo métodos desde o tempo dos Árabes até aos tempos de hoje, como a título de exemplo na utilização de cisternas em Castelos como em habitações e no uso de açoteias para captação de água para as mesmas.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	iv
ABSTRACT.....	vi
RESUMO.....	viii
LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS.....	xx
1. Introdução	1
1.1. Objectivo.....	4
1.2. Estrutura da Dissertação	5
2. Breve Revisão Bibliográfica	8
3. Conceitos Hidrológicos	15
3.1. Ciclo Hidrológico	15
3.2. Classificação dos Cursos de Água e Tipos de Drenagem.....	17
3.3. Evapotranspiração.....	17
3.4. Infiltração.....	18
3.5. Escoamento Superficial	18
3.6. Formas das Bacias Hidrográficas.....	19
3.7. Tipos de Chuvas.....	20
3.7.1. Medição da Precipitação	20
4. Qualidade da Água	22
4.1. Qualidade das Águas Balneares.....	23
4.2. Qualidade de Águas destinadas à Rega	24
4.3. Tratamento	26
4.3.1. Dispositivos Comerciais de Tratamento de Água	28
5. Componentes de um Sistema de Aproveitamento de Água das Chuvas.....	29
5.1. Reservatório	29
5.2. Caleiras	36
5.3. Dispositivos de Rejeição de Água do Telhado	36
5.4. Sistema de Bombagem.....	40
5.4.1. Dimensionamento da Instalação Elevatória	41
6. Características Físicas das Bacias em Estudo	42
6.1. Cenário 1.....	42
6.1.1. Coeficiente de Compacidade.....	44
6.1.2. Factor de Forma	45
6.1.3. Densidade de Drenagem.....	46
6.1.4. Declive médio	47
6.1.5. Tipo de Relevo	47
6.1.6. Zonas Impermeabilizadas.....	48
6.1.7. Caracterização do Solo.....	50
6.2. Cenário 2.....	55

6.2.1.	Coeficiente de Compacidade.....	56
6.2.2.	Factor de Forma	57
6.2.3.	Densidade de Drenagem.....	57
6.2.4.	Declive médio	58
6.2.5.	Tipo de Relevo	59
6.2.6.	Caracterização do Solo.....	60
7.	Precipitação	61
8.	Hidrograma Unitário.....	65
8.1.	Tempo de Concentração	65
8.2.	Hidrograma Unitário Triangular	67
8.2.1.	Cenário 1	68
8.2.1.1.	Precipitação Resultante do Cenário 1.....	70
8.2.2.	Cenário 2	72
8.2.2.1.	Precipitação Resultante do Cenário 2.....	75
8.3.	Hidrogramas Unitários do Cenário 1 e Cenário 2.....	77
9.	Dimensionamento do Reservatório de Aproveitamento de Água da Chuva	78
9.1.	Afluências	78
9.2.	Série de Precipitações	78
9.3.	Coeficiente de Escoamento	79
9.5.	Método de Rippl.....	81
10.	Modelo Simulação HEC - HMS	84
10.1.	Métodos por perdas de infiltração	86
10.2.	Equações de Infiltração.....	90
10.2.1.	Método do Número de Escoamento do Soil Conservation Service.....	90
10.2.2.	Green-Ampt.....	91
10.3.	Modelos determinísticos Agregados.....	92
10.3.1.	Modelo Geral de um sistema hidrológico agregado.....	92
10.3.2.	Modelo de um sistema hidrológico linear	93
10.3.3.	Hidrograma Unitário Sintético	96
10.3.4.	Hidrograma Unitário Sintético de Snyder	96
10.3.5.	Hidrograma Adimensional do Soil Conservation Service.....	99
10.3.6.	Método de Muskingum	100
10.3.7.	Método de Muskingum-Cuge.....	102
10.3.8.	Reservatórios Lineares em Série	103
10.3.9.	Método de ModClark	105
10.3.10.	Método da Onda Cinemática.....	105

10.3.11.	Método Lag	107
10.3.12.	Método de Puls modificado.....	108
10.4.	Cenário 1	109
10.5.	Cenário 2	119
10.6.	Fórmula de Loureiro.....	133
10.7.	Discussão de Resultados	134
11.	Storm Water Management Model (SWMM)	137
11.1.	Capacidades do Modelo	138
11.1.1.	Hidrologia.....	138
11.1.2.	Hidráulica	138
11.1.3.	Qualidade da Água	139
11.2.	Métodos Computacionais	139
11.2.1.	Escoamento Superficial.....	139
11.2.2.	Infiltração	140
11.2.3.	Escoamento no subsolo	141
11.2.4.	Escoamento na rede de drenagem	142
11.3.	Principais Aplicações.....	142
11.4.	Simulações	143
11.4.1.	Simulações adoptadas	143
11.4.2.	Pré-definição de opções	144
11.4.3.	Erros	147
11.4.4.	Instabilidade no cálculo hidráulico.....	148
11.5.	Caracterização dos Sistemas	148
11.6.	Dados	151
11.6.1.	Dados relativos aos nós	151
11.6.2.	Dados relativos aos troços.....	153
11.7.	Cálculo Dinâmico (SWMM)	155
11.7.1.	Caracterização das bacias.....	155
11.7.2.	Série Temporal de Precipitação.....	159
11.8.	Hidrogramas.....	162
12.	Conclusões	165
13.	Referências Bibliográficas	167
14.	ANEXOS	170
14.1.	ANEXO 1	171
14.2.	ANEXO 2	173
14.3.	ANEXO 3	177
14.4.	ANEXO 4	181
14.5.	ANEXO 5	185
14.6.	ANEXO 6	208

Índice de Figuras

Figura 1 - Aljibes de armazenamento de água da chuva – Espanha (Andaluzia)	8
Figura 2 - Corte Esquemático do <i>huarohuaros</i>	9
Figura 3 - Exemplo de Comluvium e Impluvium	10
Figura 4 - Castelo de Sesimbra – Três Cisternas.....	11
Figura 5 - Cisterna Poço de Silves	11
Figura 6 - Açoteias de Olhão.....	12
Figura 7 - Cisterna no Nordeste do Brasil.....	13
Figura 8 - Sistema predial de aproveitamento de águas pluviais utilizado na Alemanha	14
Figura 9 - Ciclo Hidrológico	16
Figura 10 – Sistema de Tratamento de Águas Cinzentas.....	28
Figura 11 – Reservatório em Ferrocimento.....	29
Figura 12 – Reservatório em Fibra de Vidro.....	29
Figura 13 – Reservatórios em PEAD	30
Figura 14 – Reservatório em Aço Galvanizado	30
Figura 15 – Reservatórios em Aço	30
Figura 16 – Reservatório em Madeira.....	31
Figura 17 - Gráfico do Resultado das Regressões obtidas para os 4 Reservatórios (Bertolo - 2006)	31
Figura 18 – Exemplo de Sistema de recolha de Aproveitamento de Água da Chuva em Cobertura Verde	33
Figura 19– 1ª Etapa de Depuração	34
Figura 20 - 2ª Etapa de Depuração.....	34
Figura 21 - 3ª Etapa de Depuração.....	35
Figura 22 - 4ª Etapa de Depuração.....	35
Figura 23 – Dispositivo de Primeira Lavagem.....	37
Figura 24 – Dispositivo de Primeira Lavagem utilizado na Austrália	37
Figura 25 – Filtro FGC1 de Grande Capacidade.....	38
Figura 26 – Filtro FGC6 para Grandes Instalações.....	38
Figura 27 – Reservatório de Água da Chuva com Reservatório para Rejeição de Água de Limpeza do telhado do tipo “tonel”	39
Figura 28 – Reservatório de auto-limpeza com válvula de flutuador	40
Figura 29 – Esquema de um Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva	41
Figura 30 – Bacia 1 e Bacia 2	42
Figura 31 – Ribeira do Meirinho.....	43
Figura 32 – Linhas de Água da Bacia 1 e 2.....	44
Figura 33 – Urbanização Vales do Algoz inserido entre as duas bacias	48
Figura 34 – Urbanização Vales do Algoz	49
Figura 35 – Áreas Impermeabilizadas.....	49
Figura 36 – Ábaco Triangular de Classificação Textural (SCS).....	51
Figura 37 – Ábaco Triangular Modificado (SCS).....	51
Figura 38 – Litologia.....	53
Figura 39 – Bacia 1´, Bacia 2´ e Bacia 3´ e respectivas linhas de água	55
Figura 40 - Localização dos 42 pontos de precipitação em Portugal Continental	61

Figura 41 - Mapa de precipitação total anual de Portugal Continental (1956/60 – 1990/01)	62
Figura 42 – Gráfico da média da precipitação anual de Portugal Continental (1979 – 2009)	62
Figura 43 – Regiões Pluviométricas Decreto Regulamento n.º. 23/95	63
Figura 44 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 1	68
Figura 45 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 2	69
Figura 46 – Gráfico do Hietograma para a Chuvada Total de 100 anos da Bacia 1 e Bacia 2....	71
Figura 47 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 1´	73
Figura 48 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 2´	73
Figura 49 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 3´	73
Figura 50 - Hietograma para a Chuvada Total de 100 anos da Bacia 1´, Bacia 2´ e Bacia 3´	76
Figura 51 – Hidrogramas Unitários Triangulares com ordenadas para múltiplos da chuvada unitária das Bacias 1 e 2.....	77
Figura 52 – Hidrograma Unitário Triangular com ordenadas para múltiplos da chuvada unitária da Bacia 1´, Bacia 2´ e Bacia 3´	77
Figura 53 – Fluxograma do processo de modelagem hidrológica utilizado no HEC-HMS.....	85
Figura 54 – Resposta de um Reservatório Linear a um impulso unitário	94
Figura 55 – Resposta de um Reservatório Linear a dois impulsos.....	95
Figura 56 – Funções de entrada de volume para um reservatório inicial com $k=3h$	95
Figura 57 – Hidrograma Unitário de Snyder.....	99
Figura 58 – Hidrograma Unitário Sintético SCS.....	100
Figura 59 – Armazenamento Volumético da Cunha e do Prisma	100
Figura 60 – Reservatórios Lineares em Série.....	104
Figura 61 – Modelo traçado para o Cenário 1	109
Figura 62 - Dados genéricos da bacia 1 e selecção do método de perdas	109
Figura 63 - Dados genéricos da bacia 2 e selecção do método de perdas	110
Figura 64 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 1	110
Figura 65 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 2.....	111
Figura 66 – T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 1.....	111
Figura 67 - T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 2	111
Figura 68 – Estação Met1 atribuída à bacia 1 e Estação Met 2 atribuída à bacia 2 no módulo meteorológico.....	112
Figura 69 - Módulo de controlo da duração da simulação do Cenário 1	112
Figura 70 - Definição da chuvada na Estação Met 1.....	113
Figura 71 - Definição da chuvada na Estação Met 2.....	113
Figura 72 – Hidrograma da Bacia 1	114
Figura 73 – Resumo dos Resultados da Bacia 1 (mm).....	114
Figura 74 – Resumo dos Resultados da Bacia 1 (m^3)	115
Figura 75 – Hidrograma da Bacia 2	115
Figura 76 – Resumo dos Resultados da Bacia 2 (mm).....	116
Figura 77 – Resumo dos Resultados da Bacia 2 (m^3)	116
Figura 78 – Hidrograma Comparativo da Bacia 1 e 2 com o Hidrograma da “Junção” das duas Bacias	117
Figura 79 – Resumo dos Resultados da “Junção” das duas bacias (mm)	117
Figura 80 – Resumo dos Resultados da “Junção” das duas bacias (m^3)	118
Figura 81 – Resumo dos Resultados do Cenário 1 (Volume - mm).....	118

Figura 82 – Resumo dos Resultados do Cenário 1 (Volume - m ³)	118
Figura 83 – Modelo traçado para o Cenário 2.....	119
Figura 84 – Dados genéricos da bacia 1´ e selecção do método de perdas	119
Figura 85 - Dados genéricos da bacia 2´ e selecção do método de perdas.....	120
Figura 86 - Dados genéricos da bacia 3´ e selecção do método de perdas.....	120
Figura 87 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 1´.....	121
Figura 88 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 2´.....	121
Figura 89 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 3´.....	122
Figura 90 – T _{lag} corresponde a 0.6 x Tc da Bacia 1´	122
Figura 91 – T _{lag} corresponde a 0.6 x Tc da Bacia 2´	123
Figura 92 – T _{lag} corresponde a 0.6 x Tc da Bacia 3´	123
Figura 93 – Estação Met atribuída à bacia 1´, Estação Met 2 atribuída à bacia 2´ em Estação Met3 atribuída à bacia 3´ no modelo meteorológico.....	124
Figura 94 - Módulo de controlo da duração da simulação do Cenário 2	124
Figura 95 – Definição da chuvada na Estação Met.....	125
Figura 96 - Definição da chuvada na Estação Met 2.....	125
Figura 97 - Definição da chuvada na Estação Met 3.....	126
Figura 98 – Hidrograma da Bacia 1´	126
Figura 99 – Resumo dos Resultados da Bacia 1´ (mm)	127
Figura 100 – Resumo dos Resultados da Bacia 1´ (m ³).....	127
Figura 101 – Hidrograma da Bacia 2´.....	128
Figura 102 – Resumo dos Resultados da Bacia 2´ (mm)	128
Figura 103 – Resumo dos Resultados da Bacia 2´ (m ³).....	129
Figura 104 – Hidrograma da Bacia 3´	129
Figura 105 – Resumo dos Resultados da Bacia 3´ (mm)	130
Figura 106 – Resumo dos Resultados da Bacia 3´ (m ³).....	130
Figura 107 – Hidrograma Comparativo da Bacia 1´, 2´ e 3´ com o Hidrograma da “Junção” das três Bacias	131
Figura 108 – Resumo dos Resultados da “Junção” das Três Bacias (mm).....	131
Figura 109 – Resumo dos Resultados da “Junção” das três bacias (m ³).....	132
Figura 110 – Resumo dos Resultados do Cenário 2 (Volume - mm).....	132
Figura 111 – Resumo dos Resultados do Cenário 2 (Volume - m ³)	132
Figura 112 – Resumo de Resultados obtidos no Hidrograma do Cenário 1	134
Figura 113 – Resumo de Resultados obtidos no Hidrograma do Cenário 2	135
Figura 114 – Comparação de Resultados obtidos nos Hidrogramas dos Cenários 1 e 2	136
Figura 115 – Escoamento Superficial	140
Figura 116 – Escoamento no Subsolo	141
Figura 117 – Opções de Simulação (Geral)	144
Figura 118 – Opções de Simulação (datas).....	145
Figura 119 – Opções de Simulação (intervalos de tempo).....	145
Figura 120 – Opções de Simulação (ficheiros)	146
Figura 121 – Opções de Simulação (onda dinâmica).....	146
Figura 122 – Modelo de Simulação SWMM da rede de drenagem de águas pluviais para os Cenários 3.1 e 3.3.....	149

Figura 123 – Modelo de Simulação SWMM da rede de drenagem de águas pluviais para os Cenários 3.2 e 3.4.....	150
Figura 124 – Modelo de Simulação SWMM na rede de drenagem de águas pluviais entre as Caixas de Visitas nº 12 e a Descarga para o Cenário 3.3	153
Figura 125 – Modelo de Simulação SWMM na rede de drenagem de águas pluviais entre o Reservatório R5 e a Descarga para o Cenário 3.4.....	155
Figura 126 – Modelo de hietograma de projecto em Portugal (Matos)	160
Figura 127 – Série temporal de Precipitação de “Matos”	161
Figura 128 – Hidrogramas obtidos pela série de precipitação do método do hidrograma unitário triangular	163
Figura 129 – Hidrogramas obtidos pela série temporal de Precipitação de “Matos”	164

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Países com maior disponibilidade hídrica.....	2
Tabela 2 - Países com menor disponibilidade hídrica.....	2
Tabela 3 – Consumo de Água e Recursos Hídricos.....	3
Tabela 4 - Disponibilidade de Água na Terra.....	3
Tabela 5 – Qualidade águas balneares segundo o Decreto-Lei nº246/98.....	23
Tabela 6 – Qualidade de Águas destinadas à rega segundo o Decreto-Lei nº 236/98.....	24
Tabela 7 – Distância mínima entre limite da zona regada e zonas com ocupação permanente (NP 4434, IPQ 2005).....	25
Tabela 8 - Valores máximos admissíveis para os parâmetros de qualidade microbiológica das águas residuais tratadas para a reutilização em rega e esquemas de tratamento adequados (NP 4434, IPQ 2005).....	25
Tabela 9 – Técnicas de Tratamento de água da chuva.....	27
Tabela 10 – Perímetro e Áreas das Bacias 1 e 2.....	43
Tabela 11 – Extensão das Linhas de Água.....	44
Tabela 12 – Coeficiente de Compacidade do Cenário 1.....	45
Tabela 13 – Factor de Forma do Cenário 1.....	46
Tabela 14 – Densidade de Drenagem do Cenário 1.....	47
Tabela 15 – Declive médio do Cenário 1.....	47
Tabela 16 – Tipo de Relevo.....	48
Tabela 17 – Urbanização Vales do Algoz.....	49
Tabela 18 – Áreas Impermeabilizadas na Bacia 1 e 2.....	50
Tabela 19 – Valores de CN (SCS) para Regiões Rurais.....	52
Tabela 20 – Valores de CN (SCS) para regiões urbanas e suburbanas.....	52
Tabela 21 – Litologia e CN da Bacia 1.....	53
Tabela 22 – Litologia e CN da Bacia 2.....	54
Tabela 23 – CN III (SCS) da Bacia 1.....	54
Tabela 24 – CN III (SCS) da Bacia 2.....	55
Tabela 25 – Perímetro e Áreas das Bacias 1', 2' e 3'.....	55
Tabela 26 – Extensão das Linhas de Água.....	56
Tabela 27 – Coeficiente de Compacidade do Cenário 2.....	56
Tabela 28 – Factor de Forma do Cenário 2.....	57
Tabela 29 – Densidade de Drenagem do Cenário 2.....	58
Tabela 30 – Declive médio do Cenário 1.....	59
Tabela 31 – Tipo de Relevo.....	59
Tabela 32 – CN III (SCS) da Bacia 1'.....	60
Tabela 33 – CN III (SCS) da Bacia 2'.....	60
Tabela 34 – CN III (SCS) da Bacia 3'.....	60
Tabela 35 – Período de Retorno – Anexo IX Decreto Regulamentar 23/95.....	64
Tabela 36 – Tempo de Concentração (Kirpich) para o Cenário 1.....	66
Tabela 37 – Tempo de Concentração (Kirpich) para o Cenário 2.....	66
Tabela 38 – Dados para os Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 1 e Bacia 2.....	68
Tabela 39 – Caudais HUT da Bacia 1 e Bacia 2 para múltiplos da chuvada unitária.....	69

Tabela 40 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para $Tr = 100$ anos da Bacia 1.....	70
Tabela 41 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para $Tr = 100$ anos da Bacia 2.....	71
Tabela 42 – Dados para o Hidrograma Unitário Triangular das Bacia 1', Bacia2' e Bacia 3' ...	72
Tabela 43 – Caudais HUT das Bacia 1', Bacia 2' e Bacia 3' para múltiplos da chuvada unitária	74
Tabela 44 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para $Tr = 100$ anos da Bacia 1'.....	75
Tabela 45 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para $Tr = 100$ anos da Bacia 2'.....	75
Tabela 46 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para $Tr = 100$ anos da Bacia 3'.....	76
Tabela 47 – Precipitação média anual de 1979 a 2009	79
Tabela 48 – Coeficiente de Escoamento	79
Tabela 49 – Consumo de Água em Habitações.....	80
Tabela 50 – Consumo de Água para Jardim.....	80
Tabela 51 – Consumo de Água Total.....	81
Tabela 52 – Dimensionamento do Reservatório pelo Método de Rippl	82
Tabela 53 – Métodos por perdas de infiltração	86
Tabela 54 – Classificação de modelos matemáticos no HEC-HMS	87
Tabela 55 – Vantagens e Desvantagens dos métodos de perdas por Infiltração	89
Tabela 56 – Parâmetros dos Modelos utilizados no HEC-HMS	92
Tabela 57 – Caudais Loureiro para a Condição 1	133
Tabela 58 – Caudais Loureiro para a Condição 2	133
Tabela 59 – Propriedades dos nós para os Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.....	151
Tabela 60 – Propriedades dos Reservatórios para os Cenários 3.2 e 3.4	152
Tabela 61 – Propriedades para os Troços para os Cenários 3.1 e 3.3	153
Tabela 62 – Propriedades para os Troços para os Cenários 3.2 e 3.4	154
Tabela 63 – Dados Gerais das Sub-Bacias para os Cenários 3.1 e 3.3.....	156
Tabela 64 – Dados Gerais das Sub-Bacias para os Cenários 3.2 e 3.4.....	157
Tabela 65 – Parâmetros de Infiltração das Sub-Bacias para os Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.....	158
Tabela 66 – Parâmetros de Infiltração das Sub-Bacias para os Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4.....	159
Tabela 67 – Valores de construção do hietograma de “Matos”	161
Tabela 68 – Valores de construção do hietograma para o Cenário 3.1 para uma Chuvada Unitária.....	162
Tabela 69 – Valores de construção do hietograma para o Cenário 3.1 para uma Chuvada Unitária.....	162

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

A – Área da Bacia Hidrográfica

a – Constante que depende do período de retorno

A – Superfície de recolha de água da chuva em projecção horizontal

ABMAC – Associação Brasileira de Manejo de Água da Chuva

AMC – Condição antecedente de humidade de solo – “Antecedent Moisture Coindition”

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

ARD – Águas Residuais Domésticas

ASCE – Associação Americana de Engenheiros Civis

b – Constante que depende do período de retorno

B – Largura superficial do escoamento na secção considerada

c – Coeficiente de escoamento

C – Parâmetro em função do período de retorno considerado

C_1 – Constante de 0.75

C_2 – constante igual a 2.75

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

C_k – Celeridade da onda cinemática

CN – Número do Escoamento do método SCS

C_p – coeficiente determinado por comparação com bacias instrumentadas com as mesmas características

C_t – Coeficiente determinado por comparação com os hidrogramas de estações instrumentadas com as mesmas características

C_w – constante igual a 1.22 para 75% e 2.44 para 50% do caudal de ponta

d – Altura de água acima da Sub-Bacia

D – Altura máxima de retenção superficial do terreno

D – Densidade de drenagem

D – Duração da Chuva Unitária

D – Nível de água baixando

d_{cell} – Distância percorrida da célula mais distante da saída

Dm – Declive médio

E – Água que escoo pela descarga de superfície

E – Comprimento da linha de água principal

E – Evaporação

E.U.A. – Estados Unidos da América

ETP – Evapotranspiração Potencial

F(t) – Infiltração Acumulada

f_{EL} – Evapotranspiração da zona mais profunda

f_{EU} – Evapotranspiração proveniente da zona superficial

f_G – Escoamento lateral do subsolo que interage com o do sistema de drenagem

f_I – Infiltração proveniente da superfície

f_L – Percolação da zona mais profunda para o escoamento mais profundo do subsolo

f_U – Percolação proveniente da zona superficial para a zona mais profunda

G – Escoamento Subterrâneo

HEC-HMS – Hydrologic Modeling System

h_i – Altura de precipitação diária, no dia i

H_{man} – Altura manométrica

I – Caudal a entrar no troço do leito

I – Caudal de entrada no sistema

I – Intensidade média de Precipitação

I_a – Perda inicial

IDF – Intensidade, Duração, Frequência

INAG – Instituto Nacional da Água

IPQ – Instituto Português da Qualidade

K – Conductividade hidráulica

K – Constante de proporcionalidade

k – Constante do sistema

K_c – Coeficiente de compacidade

K_f – Factor de forma

L – Comprimento da linha de água principal

L – Comprimento de uma linha recta que une os dois mais afastados da bacia

L – Comprimento do canal principal

L_c – Distância desde a secção de controlo até ao ponto localizado na linha de água principal mais próximo do centro de gravidade da bacia

N – Número de Manning para a área impermeável (asfalto), e para a área permeável (erva rasteira)

n – Número de Períodos

NP – Norma Portuguesa

NRCS – Natural Resources Conservations Services

NY – Nova York

ONU – Organização das Nações Unidas

\bar{O}_t – Média de vazão rio abaixo durante o mesmo período

O_t – Ordenada do hidrograma

P – Perímetro da Bacia

P – Potência

P – Precipitação

P – Precipitação que atinge o solo

P – Precipitação total

P_e – Precipitação efectiva

PEAD – Polietileno

PRFV – Fibra de Vidro

Q – Caudal a sair do troço do leito

Q – Caudal Bombeado

Q – Caudal de Cheia

Q – Caudal de saída do sistema

Q – Caudal na secção considerada

Q – Escoamento Superficial

Q_{HUT} – Caudal para uma Chuvada Unitária

q_p – caudal de pico por unidade de área da bacia hidrográfica e por centímetro de precipitação efectiva

Q_p – Caudal de Pico Unitário

R – Escoamento Superficial

S – Nível de água subindo

S – Retenção máxima por infiltração ou estagnação em pequenas depressões no solo~

S – Volume armazenado

S_0 – Declividade do fundo

S_3 – Declividade equivalente constante da linha de água principal

SCS – Soil Conservation Service

S_f – Energia do gradiente (ou declividade do fundo)

SWMM – Storm Water Manegement Model

T – Tempo

t – Tempo de concentração

T – Transpiração das Plantas

T_b – Tempo de Base

T_c – Tempo de concentração

t_c – Tempo de concentração da bacia hidrográfica

t_{cell} – Tempo de concentração de cada célula

T_p – Tempo de Ascensão

t_p – Tempo de Duração da Chuva

t_p – Tempo de retardamento da Chuva

t_r – Duração da chuva unitária

T_r – Tempo de Recessão

U.S. – United States (Estados Unidos)

U.V. – Ultra Violeta

V – Velocidade

V_{anual} – Volume anual de água da chuva

V_{Cunha} – Volume da Cunha

VMA – Valor máximo admissível

VMR – Valor máximo recomendado

V_{prisma} – Volume do Prisma

W – Largura do hidrograma unitário para 75% e 50% do caudal de ponta

WEF – Fórum Económico Mundial

x – Distância ao longo do escoamento

X – Factor de ponderação

y – Profundidade hidráulica

Z – Parâmetro em função da região onde se localiza a bacia hidrográfica

$Z_{\text{máx}}$ – Altura máxima da linha de água principal

Z_{min} – Altura mínima da linha de água principal

Δs – Variação no Armazenamento nas várias formas de Retenção

ΔSt – Mudança de volume no rio durante o período

Δt – Intervalo de Tempo

$\Delta \theta$ – Variação volumétrica do teor de humidade do solo na passagem da frente de humedecimento

η – Rendimento da Bomba

$\bar{I}t$ – Média de vazão rio acima durante um período Δt

τ – Constante de integração que representa o instante em que ocorre a entrada de volume unitário no sistema unitário

ψ - Potencial Matricial

1. Introdução

A água está entre os recursos mais utilizados e necessários para a sobrevivência de qualquer organismo, sendo considerada fundamental para a existência e manutenção de vida. Por isso a sua qualidade e quantidade devem ser conservadas no ambiente (BRAGA, 2002).

A água é essencial para todos os seres vivos incluindo para o Homem. Cerca de $\frac{3}{4}$ da terra está coberta por água, mas menos de 1% encontram-se em rios, lagos e pântanos (VILLIERS, 2002), estando assim em condições mais favoráveis de ser captada para consumo humano.

Cerca de $\frac{2}{3}$ da superfície do planeta Terra, são dominados por oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilómetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume é de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Cerca de 2,5% é de água doce, localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos e glaciares. Assim, e de acordo com VILLIERS, 2002, menos de 1% de água doce encontra-se em rios, lagos e pântanos, estando em condições mais favoráveis de ser captada para consumo humano.

A água constitui parte integrante do organismo humano, representando cerca de 70% da sua composição, indispensável ao desempenho de funções fisiológicas fundamentais (BRANCO, 1991).

A utilização da água da chuva advém de mais de 2.000 anos onde a população já captava a água para utilização na agricultura, para os seus animais e para fins domésticos (TOMAZ, 2003).

Na tabela 1 encontra-se listado os Países com maior disponibilidade hídrica do Mundo:

País	Quantidade de Água (m ³ /hab/ano)
Guiana Francesa	812.121
Islândia	609.319
Suriname	292.566
Congo	275.679
Brasil	48.314

Tabela 1 - Países com maior disponibilidade hídrica

Fonte: Unesco – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (2003)

Na tabela 2 encontra-se listado os países com menor disponibilidade hídrica do Mundo:

País	Quantidade de Água (m ³ /hab/ano)
Ilhas Bahamas	66
Emirados Árabes Unidos	58
Faixa de Gaza	52
Kuwait	10

Tabela 2 - Países com menor disponibilidade hídrica

Fonte: Unesco – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (2003)

A ONU (Organização das Nações Unidas), considera que o volume de água suficiente para a vida em comunidade a exercício das actividades humanas, sociais e económicas, é de 2.500 metros cúbicos de água/habitante/ano. Em regiões onde a disponibilidade de água/habitante/ano está abaixo de 1.500 metros cúbicos, a situação é considerada crítica (KELMANN, 2004).

Cresce assim a necessidade da utilização de novas técnicas de modo a melhorar o aproveitamento da água. Para uso não potável com relativa facilidade pode-se suprir uma parte da demanda das necessidades da População, utilizando métodos ou sistemas de aproveitamento de água da chuva.

A água captada através destes sistemas, pode ser utilizada por exemplo para rega de um jardim, descargas de aparelhos sanitários, lavagem de roupas (inclui-se maquina de lavar roupa), lavagem de espaços exteriores e viaturas, entre outros.

Segundo Guerrero (2009), o Consumo de Água e a exploração de Recursos Hídricos na região do Algarve está catalogado da seguinte forma:

Médias Anuais	Área (ha)	Nº Hab. Equiv., 10 ³	Consumo, 10 ⁶ m ³	Origem, 10 ⁶ m ³	Potencial, 10 ⁶ m ³
Agricultura Regada	20000	-	190	-	-
Golfes e Zonas Verdes	2000	-	20	-	-
População Fixa	-	400	30	-	-
População Flutuante	-	400	30	-	-
Barragens	-	-	-	80	170
Aquífero	-	-	-	190	200
Efluentes Urbanos (Água Tratada em ETAR's)	-	-	-	-	50
Algarve	500000	800	270	270	420

Tabela 3 – Consumo de Água e Recursos Hídricos

A água encontra-se no ar como na chuva, gelo, vapor ou no nevoeiro. Está ainda nos lagos, nos riachos, nos rios, nos mares e nas calotes polares. A tabela 2 apresenta a disponibilidade de água na Terra.

Localização	Volume (m ³)
Oceanos	1.350 x 10 ¹⁵
Glaciares	25 x 10 ¹⁵
Águas Subterrâneas	8,4 x 10 ¹⁵
Rios e Lagos	0,2 x 10 ¹⁵
Biosfera	0,0006 x 10 ¹⁵
Atmosfera	0,0130 x 10 ¹⁵

Tabela 4 - Disponibilidade de Água na Terra

Fonte: J.P.Peixoto e A.H. OORT (1999), citado por TUCCI (1993).

Vem-se assistindo à desflorestação e à diminuição da capacidade de infiltração, factores que têm consequências graves ao nível da degradação do solo podendo provocar inundações a jusante, visto que ocorre o aumento do volume de água e da velocidade do escoamento superficial e respectivos caudais de ponta.

Segundo ASCE e WEF (1992), a percentagem de áreas impermeáveis numa bacia urbana oscila, em regra entre 10 a 100%, estando compreendida entre 10 a 30% em locais de baixa densidade residencial, entre 30 a 60% em zonas de baixa de densidade residencial elevada e entre 80 a 100% em zonas centrais e comerciais de aglomerados urbanos.

A instalação da recolha de água da chuva é preferencialmente captada através do telhado dos edifícios. O sistema consiste em direccionar as águas para caleiras e armazená-la em reservatórios. Na recolha da mesma é importante a existência de alguns dispositivos que permitam a recolha de água com uma qualidade superior. Esta recolha potencia a diminuição de efluentes que são correntemente encaminhados para as redes de drenagem de águas pluviais e hipoteticamente diminuem o fenómeno do pico de cheia, situação que irá ser estudada nesta dissertação.

A construção em leitos de cheia, sem medidas que atenuem os impactos nestes locais leva a que ocorram inundações, umas meramente locais e outras com impactos a níveis regionais.

Os acréscimos sucessivos nas redes de drenagem de águas pluviais geram subdimensionamento nos sistemas, o que por sua vez criam-se entupimentos em fenómenos de pluviosidades intensos, perdendo a capacidade de drenar todas as águas e por consequência provocam inundações e possíveis fontes de poluição.

1.1.Objectivo

Para a realização do presente estudo é necessário o conhecimento da distribuição temporal das precipitações intensas, visto que, na maioria dos casos, as cheias não correspondem aos eventos que se pretendem considerar para efeitos de dimensionamento.

Deste modo:

1. A precipitação é descrita pela forma (líquida ou sólida), intensidade, duração e distribuição espacial e temporal.
2. Os elementos geométricos da bacia hidrográfica incluem a área de drenagem, forma (bacia alongada, ramificada, etc.), relevo, orientação e densidade de drenagem, enquanto os factores físicos são descritos pelo uso e tipo de solo, cobertura vegetal, condições geológicas e rede hidrográfica.

3. Para contabilizar-se o caudal é também necessário, determinar a intensidade de precipitação, para uma dada duração e frequência de ocorrência, e respectiva distribuição temporal.

Assim, no dimensionamento de sistemas de drenagem de águas pluviais urbanos demanda o conhecimento dos valores da intensidade de precipitação os quais encontram-se relacionados com curtas durações, ou seja, de minutos a horas.

As definições das precipitações intensas consideradas são efectuadas a partir das curvas de intensidade-duração-frequência (IDF). Destas, obtém-se a intensidade de precipitação referente a uma dada duração e a um dado período de retorno. Em Portugal é usual a utilização das curvas IDF elaboradas por Matos (1986).

Para se conseguir a distribuição temporal de precipitação utilizam-se modelos que se baseiam nas curvas IDF, como por exemplo, o método dos blocos alternados (Chow et al., 1988).

A partir da distribuição temporal de precipitação recorre-se a programas de modelação, inserindo-se todas as condicionantes presentes nas bacias hidrográficas e da urbanização, obtendo-se assim os caudais resultantes das mesmas. Seguidamente traça-se os hidrogramas resultantes dos estudos efectuados e compara-se os mesmos, verificando o impacto na diminuição do pico de cheia com a utilização de reservatórios de aproveitamento de água da chuva da Urbanização do Vales do Algoz, situada na Freguesia do Algoz, Concelho de Silves, Distrito de Faro.

1.2. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é constituída por 14 capítulos.

No Capítulo 1 é abordado a temática do uso da água a nível Global e local, estando ainda incluídos no mesmo, o objectivo do trabalho e a estrutura da dissertação.

No Capítulo 2 apresenta-se uma breve revisão bibliográfica sobre o tema de aproveitamento de água da chuva, explicando as origens, a evolução e usos correntes no mundo moderno.

No Capítulo 3 são referenciados vários conceitos hidrológicos que irão permitir a uma melhor compreensão de vários temas que serão abordados nos capítulos seguintes.

No Capítulo 4 é abordado o tema da qualidade de água nas suas várias vertentes, onde se indica inclusive vários tipos de tratamento para a mesma, visto ser um tema fulcral para a reutilização de qualquer tipo de água seja para rega, uso doméstico, entre outros.

No Capítulo 5 encontram-se descritos os componentes dos Sistemas de Aproveitamento de Água da Chuva, os vários tipos de reservatórios, tipos de áreas de captação/coberturas, caleiras, dispositivos de rejeição de água do telhado, filtros e sistemas de bombagens.

No Capítulo 6 apresentam-se as características físicas das bacias, tendo sido delineados logo no seu início três tipos de situações para o estudo da dissertação. Neste capítulo foram apresentadas as características físicas das bacias, de duas das três situações propostas.

No Capítulo 7 são feitas breves notas introdutórias em relação à precipitação onde consta por exemplo, um gráfico com a média anual da precipitação média mensal no Algoz entre os anos de 1979-2009 e dados relativos à região e parâmetros agregados à mesma.

No Capítulo 8 é referenciado o hidrograma unitário, onde constam vários parâmetros agregados ao mesmo, tendo sido elaborados no final deste tema os hidrogramas unitários e hidrogramas unitários triangulares para as primeiras duas situações apontadas no capítulo 6.

No Capítulo 9 é realizado o dimensionamento do Reservatório de Aproveitamento de Água da Chuva para toda a urbanização e depois subdividida para cada uma das habitações do loteamento.

No Capítulo 10 descreve-se a modelação realizada através do programa HEC-HMS, tendo sido descritos ainda o modo de funcionamento do programa, as várias equações de infiltração existentes e modelos determinísticos agregados. Foram inseridos duas simulações distintas que reflectem as primeiras duas situações de simulação referenciadas no capítulo 6. No final deste capítulo é feita a fórmula de loureiro, e seguidamente a explicação dos resultados obtidos.

No Capítulo 11 apresenta-se os modelos de simulação realizados através do programa SWMM, estando apenas referenciada a terceira situação proposta no capítulo 6. Verificou-se, entretanto, que no decorrer da simulação, para a comparação de resultados existiu a necessidade de se criar duas novas situações e assim simulou-se um total de 4 cenários (Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4), foram assim comparados os vários hidrogramas. Foi ainda explicado em breves notas o funcionamento do programa.

No Capítulo 12 são feitas as considerações finais do trabalho e as comparações dos valores obtidos através dos vários métodos.

No Capítulo 13 encontra-se as referências bibliográficas que serviram de base à realização deste trabalho.

No Capítulo 14 seguem-se os Anexos que estão referenciados em Anexos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. No Anexo 1 está reportada uma tabela com os dados da precipitação mensal na estação metrológica do Algoz entre os anos de 1979 a 1980 e respectiva média mensal a qual serviu de base para execução do gráfico que consta no capítulo 7. No Anexo 2 estão descritos os dados extraídos do programa HEC-HMS do hidrograma no Cenário 1. Seguidamente o Anexo 3 onde se encontram os dados extraídos do programa HEC-HMS do hidrograma no Cenário 2. No Anexo 4 apresentam-se os dados da precipitação de Matos, para os cenários 3.3 e 3.4 no programa SWMM, para um período de pluviosidade de 4 horas, com passo temporal de 30 segundos. Relativamente ao Anexo 5 foram extraídos os dados do programa SWMM relativo ao hidrograma do Cenário 3.3, para um período de pluviosidade de 4 horas, com passo de temporal de 30 segundos. Por fim tem-se no Anexo 6 os dados extraídos do programa SWMM relativo ao hidrograma do Cenário 3.4, para um período de pluviosidade de 4 horas, com passo temporal de 30 segundos.

2. Breve Revisão Bibliográfica

A prática da utilização de água da chuva pelo Homem para a produção de alimentos, criação de animais e consumo humano já tem milhares de anos.

Existem exemplos da utilização de água da chuva por toda a parte, conforme é comprovável nas civilizações Maia, Inca, Azteca, Grega, Egípcia, Romana, etc.

Na civilização Egípcia, a água da chuva era recolhida em áreas desérticas e armazenada em cavidades no solo por razões tático-militares de modo a permitir ao exército ter vantagem sobre exércitos invasores.

Há 2650 a.C., na Mesopotâmia, também se utilizava água da chuva (Tomaz, 2003).

Os árabes também utilizaram estes sistemas, presentes no sul de Espanha, nomeadamente na Andaluzia, onde se pode encontrar os Aljibes, designação Árabe do local onde era armazenada a água da chuva.

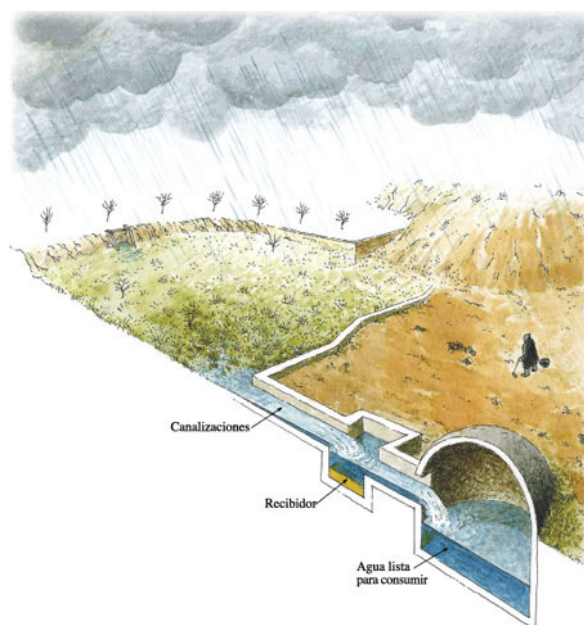


Figura 1 - Aljibes de armazenamento de água da chuva – Espanha (Andaluzia)

Fonte: Manual sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial – ANQUIP (2008)

Os Maias, na América do Sul construía em alguns edifícios os *Chutlunes*, locais onde armazenavam a água da chuva. Em Ruta Puuc, na Península de Yucatan existem cerca de 70 cisternas de água da chuva.

Os Aztecas tinham necessidades de água diferentes do interior para o litoral, desenvolveram também práticas para aproveitar a água da chuva. As *Cochas*, sulcos artificiais, eram executadas nas encostas para armazenar a água da chuva. As *Cochas* eram circulares (até 50m de diâmetro), e os produtos agrícolas eram semeados nas extremidades. O sistema de *Cochas* estava interligado por um sistema de canais para que não se desperdiçasse nenhuma água.

No litoral o problema era a ausência de chuva e para aproveitar toda a pluviosidade e para drenarem e conterem a água da chuva elevavam o terreno. Esta técnica era designada por *huarohuaros* ou *huachos* (et al. ANQUIP, 2008).

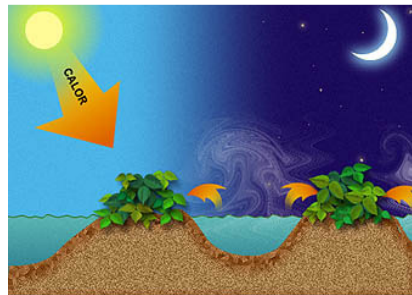


Figura 2 - Corte Esquemático do *huarohuaros*

Fonte: <http://pt.wikipedia.org>

Para os Romanos, a água interligava o seu espaço civilizacional e o desenvolvimento hidráulico e o saneamento faziam parte do desenvolvimento das cidades e dos edifícios. A *Domus* romanas aproveitam a água da chuva através dos *Compluvium*. Nos pátios interiores o *compluvium* permitia a entrada de luz solar e quando chovia toda a água dos telhados interiores escoava para o *Impluvium*, local decantação dos detritos que pudessem estar nas coberturas. Este lago encontrava-se ligado a uma cisterna ou poço de onde era retirada a água da chuva (et al. ANQUIP, 2008).

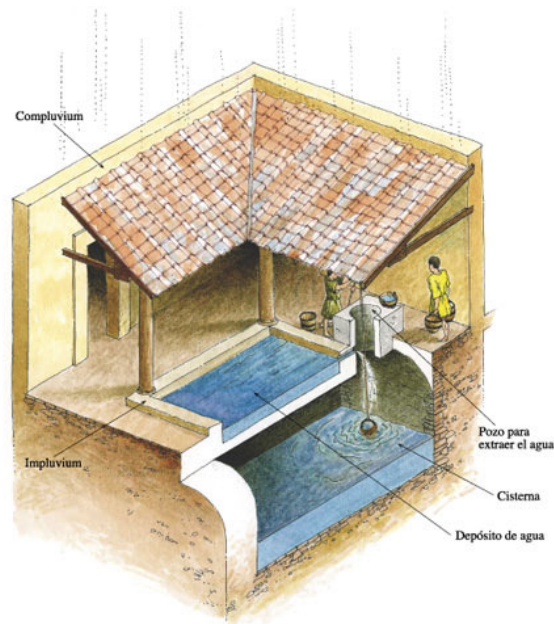


Figura 3 - Exemplo de Comluvium e Impluvium

Fonte: Manual sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial – ANQUIP (2008)

A água da chuva sempre foi aproveitada em locais áridos ou semi-áridos e é ainda hoje fonte de abastecimento de populações na Jordânia ou nas ilhas Virgens, onde a única fonte de água doce é a água da chuva.

Foram encontrados vestígios arqueológicos de cisternas que datam da idade do Bronze e na cidade de Java é um perfeito exemplo de desenvolvimento de sistemas de aproveitamento de água pluvial desse período.

Em Israel e a fortaleza de Massada, tem 10 reservatórios anteriores a 3000 a.C. que aproveitam a água da chuva para consumo humano.

Em Portugal existe uma série de exemplos de aproveitamento de água da chuva. No entanto não se pode estabelecer, uma data que nos permita identificar essa prática, mas pode-se dizer que as cisternas que são construídas nos edifícios resultam das influências árabes e romanas que a Península Ibérica sofreu no passado.

Nos castelos, conventos e na construção tradicional está sempre presente a cisterna e o poço, mais tarde a água é trazida pelo aqueduto.

As cisternas dos castelos armazenavam a água da chuva e era consumida no seu interior. Este tipo de sistema permitia também que, em caso de cerco, existisse a

possibilidade de resistir mais tempo, facto que não seria possível se não existisse água.

Os castelos erguidos em sítios estratégicos e muitas vezes altos, não tinham forma de serem abastecidos de água, por isso, a única solução seria recolher a água da chuva para a(s) cisterna(s) (et al. ANQUIP, 2008).



Figura 4 - Castelo de Sesimbra – Três Cisternas



Figura 5 - Cisterna Poço de Silves

Fonte: Câmara Municipal de Silves

No Algarve, o aproveitamento da água da chuva era realizado por Açoteias, exemplos que ainda hoje se encontram presentes, embora tenha sido uma prática abandonada. As açoteias são áreas de captação de água que abastecem cisternas.



Figura 6 - Açoteias de Olhão

Nos Estados Unidos, Alemanha e Japão o processo de captação de água da chuva começou visando a retenção das águas pluviais como medida de prevenção de combate a enchentes urbanas. Todavia estes sistemas têm vindo a ser utilizados para fazer face à escassez de água e para promover a recarga dos solos (Group RainDrops, 2002).

No III Fórum Mundial da Água, o qual se deu lugar no ano de 2003 na cidade de Kyoto, Japão, especialistas da ONU pediram que outros países sigam o exemplo da China, país que construiu recentemente tanques de aprovisionamento de água da chuva, que abastece água potável para cerca de 15 milhões de pessoas, para além de ser utilizado à anos a água da chuva para plantações.

No Brasil existem vários exemplos de sistemas de aproveitamento de água da chuva, nomeadamente em, Aeroportos, Estádios, Escolas, Hotéis, Centros Comerciais, Lavandarias, Igrejas, Condomínios privados, Casas particulares são alguns dos sistemas onde se instalaram sistemas de aproveitamento de água pluvial.

A ABMAC, Associação Brasileira para o Manejo de Água da chuva, foi a Impulsionadora da construção de 1000 cisternas para o nordeste Brasileiro.



Figura 7 - Cisterna no Nordeste do Brasil

Fonte: Construindo a Solidariedade no Semi-Árido – Manual de Cisternas de Placas – Cáritas Brasileira

A Índia assume uma preocupação com os objectivos do *Millennium goal development* de levar água a toda a sua população. A dificuldade é abastecer uma população de 1,3 biliões de pessoas. Cidades populosas e estruturas de abastecimento deficitárias e insuficientes levaram ao desenvolvimento de políticas de aproveitamento de água da chuva.

Na Austrália a necessidade de água levou a este país procurar todas as soluções possíveis para resolver a questão, procurando convergir interesses que sejam aplicáveis ao nível interestadual e aproveitando o resultado das boas práticas desenvolvidas por alguns estados europeus, asiáticos e sul-americanos. Um dos exemplos de aproveitamento de água da chuva foi realizado no Estádio Australiano ANZ, para os Jogos Olímpicos de 2000.

Em França o uso de sistemas de aproveitamento de água da chuva também já é utilizado, realizou-se o projecto De Mauberge Toulouse, na fábrica da firma Renault, onde se implantou um sistema com capacidade de recolha de cisterna de 320000m³ de água pluvial recolhidos de 39 hectares, onde está incluída a cobertura entre 35 a 40% das necessidades de produção da fábrica.

Na Alemanha tem-se como exemplo o “Sony Center e Potsdam Platz” em Berlim, com capacidade total de armazenamento de água da chuva de 900m³. Assim a construção do Postdam Platz desenvolveu uma parceria entre a Câmara de Berlim e a Universidade Técnica tendo-se implementado um conjunto de

soluções para a gestão da água da chuva, o que levou a que os 19 edifícios construídos, ao uso de várias soluções na gestão da água pluvial. Sendo necessário solucionar os 23000m³ de água da chuva que aquela nova área iria gerar, e desta forma 40% das coberturas dos edifícios são coberturas verdes. Essas coberturas permitem a evaporação da água da chuva através das plantas instaladas, também como a reflexão solar dando origem à diminuição dos gastos energéticos dos edifícios (ANQIP, 2008).

Na figura 8 apresenta-se um esquema simplificado de um sistema predial de aproveitamento de água da chuva, utilizado em edifícios, na Alemanha.

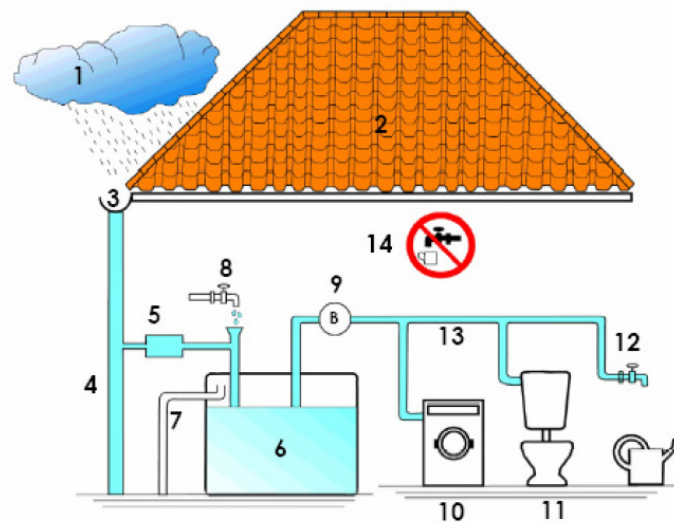


Figura 8 - Sistema predial de aproveitamento de águas pluviais utilizado na Alemanha

Fonte: Meemken (1994)

Legenda:

- 1 – Precipitação;
- 2 – Superfície de recolha (telhado da habitação);
- 3 – Calceiras;
- 4 – Tubos de Queda;
- 5 – Equipamento de Auto-limpeza;
- 6 – Reservatório de Armazenamento;
- 7 – Descarga de Superfície;
- 8 – Entrada de água potável;
- 9 – Equipamento de bombagem;
- 10 – Máquina de lavar roupa;
- 11 – Descarga de autoclismo de bacia de retrete;
- 12 – Torneira de utilização restrita para rega de jardim;
- 13 – Sinalização de água não potável.

3. Conceitos Hidrológicos

3.1.Ciclo Hidrológico

De acordo com Sperling (1996), o ciclo hidrológico ocorre através de 4 fases:

- Precipitação;
- Escoamento Superficial;
- Infiltração;
- Evapotranspiração.

A água é a única substância que existe, em circunstâncias normais, em todos os três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso), na natureza. A coexistência destes três estados implica que existam transferências contínuas de água de um estado para o outro. Esta sequência fechada de eventos pelos quais a água passa no Planeta Terra para a atmosfera é designado por ciclo hidrológico.

A água da evapotranspiração (vapor de água obtido através da transpiração e evaporação), atinge um certo nível da atmosfera condensando-se e formando nuvens. Nas nuvens, o vapor de água condensa-se formando gotículas, que permanecem em suspensão na atmosfera. Estas gotículas, sob certas condições, agregando-se e formando gotas maiores, precipitando-se ou seja chovendo. A chuva segue dois caminhos, infiltra-se e atinge/forma um aquífero ou lençol freático ou escoam superficialmente até chegar a um rio, lago ou oceano, onde o ciclo se repete.

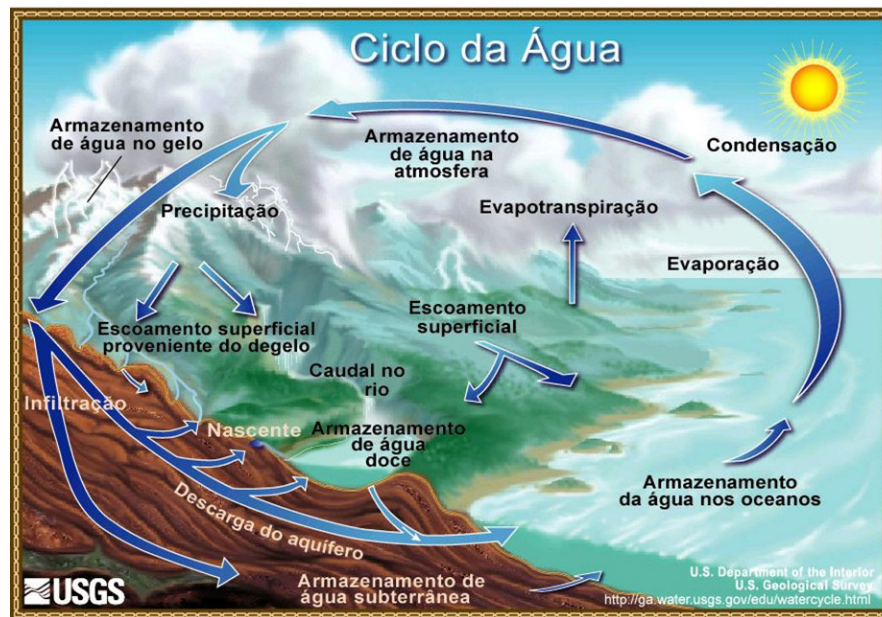


Figura 9 - Ciclo Hidrológico

Fonte: <http://pt.wikipedia.org>

Para uma dada região pode sintetizar-se o ciclo hidrológico total assim:

$$P - (R + G + E + T) = \Delta s$$

Sendo:

- P – Precipitação que atinge o solo;
- R – Escoamento Superficial;
- G – Escoamento Subterrâneo;
- E – Evaporação;
- T – Transpiração das Plantas;
- Δs – Variação no Armazenamento nas várias formas de retenção;

3.2. Classificação dos Cursos de Água e Tipos de Drenagem

De acordo com Lança e Costa (2001) a constância do caudal dos cursos de água classificam-se em:

- Perenes – A existência de um lençol subterrâneo mantém um caudal contínuo e o nível de água nunca desce abaixo do respectivo leito;
- Intermitentes – Só apresentam caudal durante a ocorrência de chuvas porque o lençol subterrâneo de água mantém-se acima do leito fluvial o que não ocorre na época de estiagem.
- Efémeros – Só transportam escoamento superficial. A superfície freática encontra-se sempre a um nível inferior ao leito fluvial não havendo a possibilidade de escoamento do fluxo subterrâneo. Os rios efémeros são normalmente muito pequenos.

A água captada por uma baixa hidrográfica e que se escoar para o rio pode ter o seguinte destino:

- Drenagem Exorreica – Ter o mar ou um rio grande como desaguador;
- Drenagem Endorreica – A água perde-se em lagos ou depressões interiores;
- Drenagem Criptorreica – A água some-se através de sumidouros, cavernas ou fendas.

3.3. Evapotranspiração

A Evapotranspiração é o resultado da soma da Evaporação com a Transpiração.

A Evaporação começa a dar-se mesmo durante a precipitação ou seja a água que chega ao solo começa a ser imediatamente evaporada, porque mesmo durante uma tempestade não se encontra 100% saturada. Existe trocas contínuas das moléculas de água entre a água líquida e o vapor de água atmosférico. Existe evaporação sempre que o número de moléculas que passam para o estado de vapor excede o número de moléculas que passam para o estado líquido. Para cada grama de água evaporada, a passagem do estado líquido para o estado de vapor absorve 590cal de calor da superfície evaporada. A evaporação

prossegirá até o ar se tornar saturado de água. A taxa de evaporação depende de diversos factores, tais como:

- Temperatura da água;
- Temperatura e humidade absoluta da camada de ar adjacente à superfície livre de água;
- O Vento, por um lado transporta o vapor da superfície livre das águas e mantém a humidade absoluta baixa. Por outro lado, ao provocar distúrbios na superfície livre da água, este vento aumenta nesta taxa de difusão molecular.

A radiação solar é a força energética que origina a evaporação (Dill, 2009).

A Transpiração tem o mesmo efeito que a evaporação, tendo apenas origem nas plantas, e reduzindo o perfil de humidade do solo. As raízes das plantas têm a capacidade de extrair água da zona não saturada e mesmo saturada (quando está próxima).

A evapotranspiração potencial (ETP), representa o poder evaporante da atmosfera e será igual ao que observaria sobre um solo com cobertura vegetal óptima e com água disponível em abundância.

3.4. Infiltração

Infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo e se move para baixo, em direcção ao nível freático, devido à acção da gravidade e ao potencial capilar. O solo pode absorver a água da chuva até um certo valor de intensidade, acima do qual se dá o escoamento superficial (et al. Lança e Costa, 2001). A capacidade de infiltração exprime-se em mm/h.

3.5. Escoamento Superficial

O escoamento superficial permite a determinação do pico de vazão e a obtenção dos volumes e formas do hidrograma para um determinado período de retorno. Sendo assim, uma peça fundamental para um projecto de dimensionamento de uma rede de drenagem urbana. Qualquer erro na sua determinação e análise

poderá induzir a erros e consequências graves como ao desenvolvimento de obras subdimensionados.

Porém, é necessário ter sempre em atenção, que os resultados obtidos no cálculo são aproximados devido às incertezas hidrológicas, simplificações dos métodos disponíveis e aos critérios adoptados. Deverá haver no entanto rigor no tratamento dos dados de forma cuidada e científica, para que a probabilidade de ocorrência de erros seja menor.

Sempre que seja possível a melhor forma para obter o escoamento superficial, será o estudo hidrológico de toda a bacia, mesmo quando o projecto em estudo se refira a apenas a uma parte da mesma. Assim, deverá-se ter em atenção:

- A ocupação futura da bacia, nomeadamente em relação às taxas de impermeabilização e outras intervenções humanas que possam por exemplo diminuir o tempo de concentração da bacia ou levar à ocupação de áreas inadequadas;
- Efeitos causados pelas obras em estudo, a montante e a jusante do local da intervenção.

3.6. Formas das Bacias Hidrográficas

A bacia hidrográfica de uma dada secção de um curso de água é a área que drena para essa mesma secção, ou seja, qualquer água precipitada nessa área acaba por passar por essa secção.

O valor do caudal afluente é influenciado pela forma planimétrica da bacia hidrográfica.

Apesar de não ser possível generalizar a forma das bacias hidrográficas, as mais comuns aproximam-se da forma elíptica, sendo possível sistematizá-las em três tipos: alongada, arredondada e circular. No entanto, podem apresentar outras formas menos habituais de que é exemplo a bacia ramificada.

3.7. Tipos de Chuvas

Existem três tipos de chuvas diferentes de acordo com movimento vertical do ar:

- Chuvas ciclónicas ou frontais;
 - Resulta do encontro de duas massas de ar com características diferentes de temperatura e unidade. Desse encontro a massa de ar quente sobe e o ar arrefece atingindo um ponto de saturação, conseqüentemente, forma-se nuvens, dando origem à precipitação (MAY, 2004).
- Chuvas convectivas ou de convecção;
 - Formadas por ascensão de massas de ar quente da superfície e carregadas de vapor de água. Ao subir, o ar resfria provocando a condensação do vapor de água e conseqüentemente, ocorre a precipitação. Esta chuva manifesta-se de forma intensa e é de curta duração. (MAY, 2004).
 - Incidem em áreas pequenas ($<100\text{km}^2$), motivo pelo qual é a preocupação dominante em projectos efectuados em bacias pequenas (et al. Lança e Costa, 2001).
- Chuvas orográficas;
 - Resulta da subida forçada de ar devido à existência de um relevo. São chuvas localizadas intermitentes e possuem intensidade bastante elevada (MAY, 2004).

3.7.1. Medição da Precipitação

Os aparelhos que medem a precipitação chamam-se udómetros ou pluviómetros. Qualquer superfície que retenha a chuva pode, em princípio, servir de udómetro (et al. Lencastre e Franco, 2010).

As leituras nos aparelhos de medição são feitas em intervalos de 24 horas (et al. Lança e Costa, 2001).

As grandezas utilizadas são:

- Altura pluviométrica – medido em mm ou l/m^2 ;

- Intensidade de Precipitação – é a relação entre a altura pluviométrica e a duração da precipitação expressa em mm/h ou mm/minuto;
- Duração – registado em horas ou minutos.

4. Qualidade da Água

Estabelecer um quadro legal é um passo fundamental para o desenvolvimento e aceitação social da reutilização de águas residuais e, por sua vez água das chuvas, uma vez que segundo a legislação portuguesa é tratada como tal.

Os decisores políticos precisam de normas claras e viáveis para promover os projectos de reutilização, que são preferidas com base nas experiências e nos regulamentos internacionais.

Os regulamentos têm uma influência muito significativa na escolha das tecnologias de tratamento e conseqüentemente, no custo dos projectos de reutilização de águas residuais.

Em 2005, através de publicações do Instituto Português da Qualidade, surge a primeira Norma Portuguesa referente à “Reutilização de Águas Residuais Tratadas na Rega” – NP 4434 (IPQ, 2005).

Em termos de legislação nacional, há que referir o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, referente a normas, critérios e objectivos de qualidade da água, para proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, nomeadamente, para a rega e qualidade das águas balneares.

Não havendo legislação nacional específica referente à “reutilização de águas tratadas para recarga de aquíferos”, importa fazer referência aos dois Decretos-Lei que mais se “aproximam” desta finalidade, são o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, referente a normas de qualidade da água e o Decreto-Lei nº 152/97, de 19 de Junho, relativo ao tratamento de águas residuais urbanas.

A lei da água (Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro) que enquadra a gestão sustentável das águas superficiais e subterrâneas, estabelece no artigo 30º programas de medidas (requisitos mínimos a cumprir) que compreendem.

4.1. Qualidade das Águas Balneares

A qualidade das águas doces superficiais destinadas a fins balneares é regulada pelo Decreto de Lei nº236/1998 de 1 de Agosto.

Para controlar a qualidade das águas balneares são analisados parâmetros microbiológicos, físico-químicos, e outras substâncias consideradas como indicadores de poluição nos quais se encontram presentes no “Anexo XV” do Decreto de Lei nº236/1998 de 1 de Agosto.

Os parâmetros microbiológicos são os Coliformes totais, Coliformes fecais, *Streptococos fecais*, *Salmonelas* e *Enterovírus*.

Relativamente aos parâmetros físico-químicos são o PH, Cor, Óleos minerais, Substâncias tensoactivas (que reagem com o azul metileno), Fenóis (Índice de Fenóis), Transparência, Oxigénio dissolvido, Resíduos de alcatrão, Matérias flutuantes (tais como madeiras, plásticos, garrafas, recipientes de vidro, de plástico, de borracha ou de outro material, detritos ou fragmentos), Azoto amoniacal e Azoto Kjeldahl.

Outras substâncias consideradas como indicadores de poluição são os Pesticidas, Cianetos, Nitratos, Fosfatos e Metais pesados (Arsénio, Cádmio, Crómio, Chumbo e Mercúrio).

O quadro seguinte sintetiza alguns critérios presentes no Anexo XV , tendo estes servido para a classificação das águas balneares, após recolha ao longo da época balnear.

Parâmetros	Valor Máximo Admissível (VMA)	Valor Máximo Recomendado (VMR)
Coliformes totais /100ml	10000	500
Coliformes fecais /100ml	2000	100
Óleos Minerais	Ausência de manchas ou cheiro	Menos de 0,3mg/l de C ₆ H ₅ OH
Substâncias tensoactivas mg/l	Ausência de espuma persistente	Menos de 0,3mg/l
Fenóis mg/l	Ausência de cheiro específico	Menos de 0,005mg/l

Tabela 5 – Qualidade águas balneares segundo o Decreto-Lei nº246/98

4.2. Qualidade de Águas destinadas à Rega

Os critérios e objectivos da qualidade para águas destinadas à rega, independentemente da sua origem, incluindo, portanto, as águas residuais para a rega de jardins públicos estão definidos no Decreto de Lei nº236/1998 de 1 de Agosto.

Deste modo, sintetizou-se alguns parâmetros presentes no “Anexo XVI” do Decreto de Lei nº236/1998 de 1 de Agosto, tendo em conta a origem da água e o tipo de tratamento previsto.

QUALIDADE ÁGUAS PARÂMETROS	UNIDADES	VMR	VMA	OBSERVAÇÕES
Salinidade-(CE)	dS/m	1	---	Depende muito da resistência das culturas à salinidade, bem como do clima, método de rega e textura do solo.
Alumínio	mg/L	5,0	20	Risco de improdutividade em solos com pH»7, o risco de toxicidade é eliminado por precipitar o alumínio.
Cádmio	mg/L	0,01	0,05	Recomenda limites mais restritivos, dado este não se acumular nas plantas e no solo podendo prejudicar o ser humano.
Chumbo	mg/L	5,0	20	As concentrações muito elevadas podem inibir o desenvolvimento celular das culturas.
Crómio total	mg/L	0,10	20	Por se desconhecer o seu efeito tóxico, recomenda-se limites mais restritivos.
Níquel	mg/L	0,5	2,0	Tóxico para certo número de culturas entre 0,5 e 1 mg/L; reduzida toxicidade para pH neutro ou alcalino.
Zinco	mg/L	2,0	10,0	Tóxico para diversas culturas numa gama ampla, toxicidade reduzida a pH»6 e solos de textura fina ou de solos orgânicos.
Ferro	mg/L	5,0	---	Não tóxico em solos bem arejados, mas pode contribuir para a acidificação do solo, tornando indisponível o fósforo e o molibdénio.
Sólidos em suspensão totais	mg/L	5,0	---	Concentrações elevadas poderão ocasionar colmatagem em solos e assoreamento nas redes de rega, bem como entupimento nos sistemas de rega de gota-a-gota e aspersão, bem como neste último sistema a água poderá provocar depósitos sobre as folhas e frutos.
pH	Escala de Sorensen	6,5 8,4	4,5 9,0	-----
Coliformes fecais	/100 mL	100	---	-----
Ovos de parasitas	N/L	---	1	-----

Tabela 6 – Qualidade de Águas destinadas à rega segundo o Decreto-Lei nº 236/98

Na Norma Portuguesa NP 4434, de 2005, referente à “Reutilização de Águas Residuais Urbanas Tratadas na Rega”, pretende clarificar e definir critérios de qualidade para a reutilização de águas residuais para a rega. Mas, para cada objectivo de qualidade é ainda exigido um tipo de uso integrado tendo em conta

o tipo de contacto, de rega, de solo, de vulnerabilidade hidrogeológica, entre outros.

Nos quadros seguintes define-se a distância mínima entre o limite de zonas regada e zonas com ocupação humana permanente, também como os valores máximos admissíveis para os parâmetros de qualidade microbiológica das águas residuais tratadas para reutilização em rega e esquemas de tratamento adequados, respectivamente.

MÉTODOS DE REGA	TIPO DE ZONA HABITADA	CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES FECAIS NAS ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS		
		« 200 CF/100 mL	200« CF/100 mL.«1000	»1000 CF/100 mL
Aspersão	Habitações Isoladas	30 m	60 m	70 m
	Zonas Habitacionais	50 m	80 m	100 m
Outros	Habitações Isoladas	10 m	20 m	30 m
	Zonas Habitacionais	30 m	60 m	70 m

Tabela 7 – Distância mínima entre limite da zona regada e zonas com ocupação permanente (NP 4434, IPQ 2005)

TIPOS DE CULTURA	COLIFORMES FECAIS (UFC/100 mL)	OVOS DE PARASITAS ENTÉRICOS (OVOS/L)	ESQUEMAS DE TRATAMENTO ADEQUADOS	OBSERVAÇÕES
Relvados, parques e jardins públicos e relvados para zonas de desporto, zonas florestadas com fácil acesso para o público	200	1	Secundário» Filtração» Desinfecção Ou Terciário» Filtração» Desinfecção	Desinfecção por UV (Lâmpadas com auto-limpeza) ou O ₃ preferível à cloragem A rega deve ser efectuada de modo a evitar contacto com o público

Tabela 8 - Valores máximos admissíveis para os parâmetros de qualidade microbiológica das águas residuais tratadas para a reutilização em rega e esquemas de tratamento adequados (NP 4434, IPQ 2005)

Está previsto na NP 4434, a implementação de um “Plano de Monitorização Ambiental”, ou seja, de uma metodologia para controlo e monitorização dos locais sujeitos a rega por reutilização de águas urbanas tratadas.

O Plano e Monitorização Ambiental inclui medidas de controlo da instalação (elementos de controlo, boletins de análise da qualidade, registos dos volumes de água e das quantidades de nutrientes e metais aplicados, plano de fertilização) bem como de monitorização das águas residuais, do solo e dos meios hídricos.

4.3.Tratamento

O tratamento a utilizar depende da qualidade de água recolhida e das exigências de qualidade a que se destina a água.

Caso a exigência requerida seja a obtenção de água potável, deverá ter-se em conta os seguintes itens:

- Manutenção regular do sistema (Reservatório, Caleiras, Telhado);
- Utilização de Dispositivos de Rejeição de Água do Telhado;
- Filtração para remoção de detritos;
- Decantação;
- Sedimentação;
- Destilação;
- Tratamentos Químicos (Adição de Cloro ou Iodo);
- Radiação U.V.
- Ozonização;
- Nanofiltração;
- Osmose Inversa

É importante uma correcta manutenção de todo sistema, para que o índice bacteriológico esteja a níveis aceitáveis, envolvendo operações como:

- Inspeção regular;
- Limpeza do Reservatório, Caleiras, Filtros (Pelo menos 1 vez por ano);
- Utilização de dispositivos de rejeição de água de telhado para a 1ª chuvada, de modo a evitar a quantidade de detritos, a entrar no reservatório.

- Com a primeira lavagem do telhado, muitas bactérias, detritos, serão escoados directamente para a rede de drenagem de águas pluviais.

Em seguida, anexa-se a tabela com o resumo de técnicas de tratamento de água da chuva descritos no livro “The Texas Manual on Rainwater Harvesting”.

TÉCNICAS DE TRATAMENTO		
MÉTODO	LOCAL	RESULTADO
Pré-Filtração		
Malha de Plástico ou de Metal	Caleiras e Tubos de Queda	Previne a entrada de folhas e outros detritos no Reservatório
Decantação		
Sedimentação	No Reservatório	Sedimentação de partículas em suspensão
Adsorção com Carvão Activado	Antes da Torneira	Remove o Cloro (deve-se utilizar quando for usado cloro como desinfectante)
Filtração		
Dispositivos de Primeira Lavagem do Telhado	Antes do Reservatório	Elimina o material em suspensão
Em linha / Multi-Cartucho	Depois da Bomba	Criva os Sedimentos
Adsorção com Carvão Activado	Depois do Filtro de Sedimentos	Remove o Cloro e melhora o sabor
Areia	Reservatório Separado	Recolhe diversas Partículas
Tratamento Microbiológico / Desinfecção		
Fervura / Destilação	Antes de Utilização	Elimina os Microrganismos
Tratamentos Químicos (Cloro ou Íodo)	Dentro do Reservatório ou na bomba (líquido, em pastilha ou granulado)	Elimina os Microrganismos
	Antes do filtro de carvão activado	
Radiação U.V.	Depois do filtro de carvão activado e antes da torneira	Elimina os Microrganismos
Ozonização	Depois do filtro de carvão activado e antes da torneira	Elimina os Microrganismos
Nanofiltração	Antes da utilização da membrana de Polímero (10^{-3} a 10^{-6} Polegadas)	Remove Moléculas
Osmose Inversa	Antes da utilização da membrana de Polímero (10^{-9} Polegadas)	Remove iões (contaminantes e microrganismos)

Tabela 9 – Técnicas de Tratamento de água da chuva

Fonte: Texas Guide to Rainwater Harvesting (1997), retirado de, The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

4.3.1. Dispositivos Comerciais de Tratamento de Água

Existem no mercado Português sistemas de aproveitamento de águas cinzentas que podem ser utilizados também em conjunto para a reutilização da água da chuva. Na figura seguinte está presente um sistema disponível no mercado.

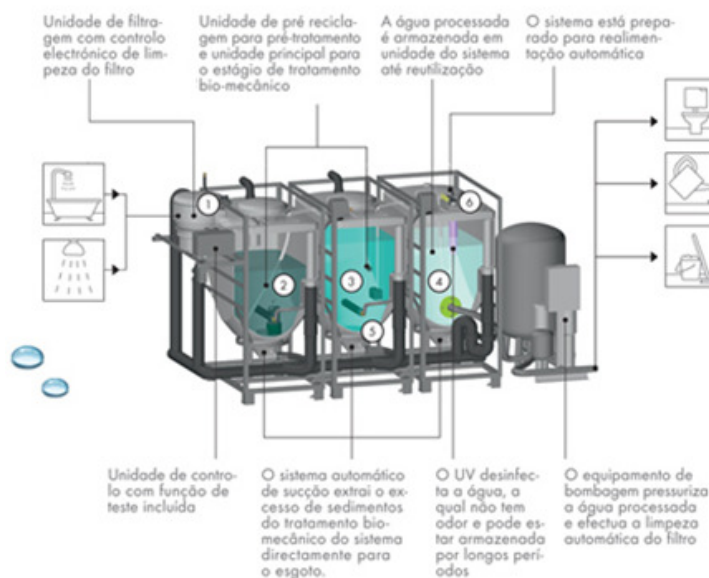


Figura 10 – Sistema de Tratamento de Águas Cinzentas

Fonte: Sistema de Reciclagem de Águas Cinzentas Aquacycle, retirado de <http://www.ecoagua.pt>

Este sistema tem como processo:

- 1 – Primeiro, o filtro remove as partículas de maior dimensão das águas cinzentas (duches e banhos).
- 2 – Em seguida a água é introduzida no tratamento biológico, com fornecimento de oxigénio, os microrganismos realizam a degradação dos contaminantes da água.
- 3 – No segundo estágio de tratamento biológico o processo é repetido.
- 4 – No estágio final a água é desinfectada com a utilização de UV e armazenada no tanque de água tratada para reutilização.
- 5 – Os sedimentos produzidos durante o tratamento biológico são automaticamente removidos e conduzidos para o esgoto.
- 6 – Se a quantidade de água processada for insuficiente, a realimentação do sistema é automática com água potável.

5. Componentes de um Sistema de Aproveitamento de Água das Chuvas

5.1. Reservatório

Conforme foi demonstrado por Bertolo (2006), o preço dos reservatórios para armazenamento de água representa o investimento mais significativo na maior parte dos projectos no sistema de recolha de água. Estes tanto podem localizar-se acima como abaixo do solo. Tudo depende do tipo de utilização que se quer dar aos mesmos, uma vez que os abaixo do solo beneficiam de temperaturas mais frescas mas têm como inconveniente as escavações, mas se optar-se por ter um sistema de utilização de água por gravidade os mesmos deverão estar à cota mais elevada possível.

Os reservatórios poderão ser de:

- Betão Armado;
- Ferrocimento;



Figura 11 – Reservatório em Ferrocimento

Fonte: The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

- Pedra;
- Fibra de Vidro (PRFV);



Figura 12 – Reservatório em Fibra de Vidro

Fonte: The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

- Polietileno (PEAD);



Figura 13 – Reservatórios em PEAD

Fonte: Hidrojacto Lda em http://www.hidrojacto.com/produtos_aux.php?id=9

- Revestimento Plástico;
- Aço Galvanizado;



Figura 14 – Reservatório em Aço Galvanizado

Fonte: The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

- Aço-Inox;
- Aço;



Figura 15 – Reservatórios em Aço

Fonte: The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

➤ Madeira



Figura 16 – Reservatório em Madeira

Fonte: The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

Segundo Bertolo (2006), no seu estudo os reservatórios com capacidade até $2,5\text{m}^3$ de PEAD são os mais competitivos em custo, mas a partir de $2,5\text{m}^3$ até 16m^3 os de betão armado tornam-se os mais competitivos, como se pode verificar na figura seguinte.

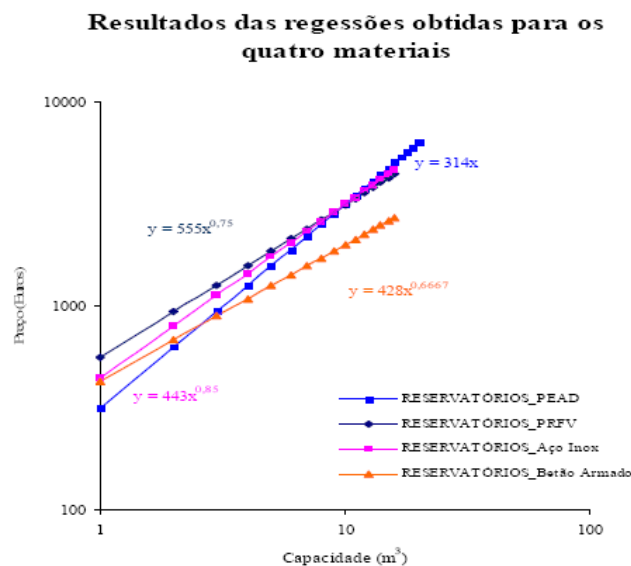


Figura 17 - Gráfico do Resultado das Regressões obtidas para os 4 Reservatórios (Bertolo -2006)

De acordo com Gould e Nissen-Petersen (1999 upud Campos, 2004), há três tipos de captação para os sistemas de aproveitamento de água da chuva:

- Sistemas de captação de água através de barragens;
- Sistemas de captação de água através de pavimentos pavimentados;
- Sistemas de captação de água de chuva através de coberturas;

No sistema de captação de água através de barragem, a quantidade de água recolhida é grande, todavia existem impactos ambientais significativos, para

além de existir dificuldade em encontrar um local para a edificação de uma barragem nomeadamente, em áreas urbanas.

Em relação à captação de água através de pavimentos pavimentados, a qualidade de água captada é inferior quando comparada com a captação da água através de coberturas, visto que, a mesma pode entrar em contacto com algumas fontes de contaminação, como animais, veículos, entre outros (ANNECCHINI, 2005).

Assim, o sistema que é mais utilizado para a recolha de água da chuva é a água captada através da cobertura dos edifícios. As coberturas dos edifícios poderão ser do tipo:

- Coberturas de Fibrocimento;
 - As fibras de amianto quando inaladas em quantidade suficiente são perigosas para a saúde. Na limpeza dos telhados deve ser evitado métodos de alta pressão, de modo a que o material permaneça intacto, uma vez que as fibras de amianto ligadas ao fibrocimento podem ser libertadas para o ar por acções de corte, moagem ou perfuração (Bertolo, 2006);
- Coberturas em PVC;
- Coberturas em Vidro;
- Lajes impermeabilizadas;
- Lâminas de Zinco/Alumínio;
- Lâminas de Aço Galvanizado;
- Coberturas à base de cimento ou telhas de argila;
 - A cor da camada superficial da cobertura à base de cimento ou de telhas de argila oxida por desgaste natural ao longo do tempo. Assim, poderá corar a água no interior do reservatório, de qualquer forma não é tóxica e assenta no fundo do reservatório, devendo o mesmo ser limpo como as caleiras.
- Com Pinturas ou Protecções para os telhados;
- Com Madeira tratada quimicamente;
 - A utilização deste material deve ser evitado em zonas onde pode entrar em contacto com a água da chuva que vai ser recolhida em reservatórios para uso doméstico. As substâncias

químicas utilizadas no processo de preservação da madeira podem ser libertadas da madeira tratada e conduzidas para o reservatório de armazenamento. Assim no caso de ser utilizada cobertura de madeira é necessário assegurar que não foi tratada com substâncias químicas que possam deteriorar e contaminar a água (Bertolo, 2006).

- Com Soldadura/tintas com chumbo;
 - Telhados com tintas que possuam chumbo, ou telhados que possuam acessórios em chumbo, podem contribuir para níveis demasiadamente elevados de contaminação de água armazenada. Incluí-se ainda a utilização de soldadura de chumbo, tintas ou primários à base de chumbo e deposição de partículas na superfície de recolha em regiões sujeitas a poluição devida a tráfego intenso ou indústria de maquinaria pesada. A lixiviação do chumbo é um problema maior em telhados mal conservados e em caleiras onde este processo é agravado pela acção ácida da água contendo substâncias orgânicas provenientes de detritos de folhas (Bertolo, 2006).
- Coberturas Verdes.

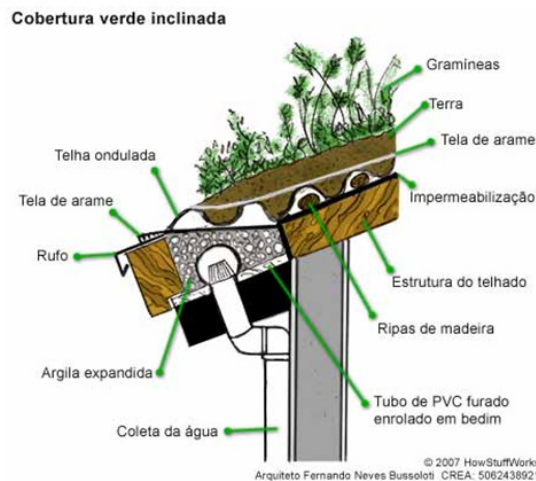


Figura 18 – Exemplo de Sistema de recolha de Aproveitamento de Água da Chuva em Cobertura Verde

Fonte: Arquitecto Fernando Neves Bussolati retirado de <http://ambiente.hsw.uol.com.br/construcoes-ecologicas4.htm>

Resumindo o tipo de cobertura de recolha de água da chuva é importante, para a qualidade da água recolhida. Na escolha de uma cobertura deverá adoptar-se

uma cobertura de metal devido à sua durabilidade e ao facto de ser lisa. A utilização de chumbo em coberturas ou em qualquer acessório de recolha de água da chuva deverá ser excluído. As coberturas de fibrocimento, de telhados pintados e de madeira tratada quimicamente podem lixiviar materiais tóxicos na água e assim o seu uso é desaconselhado para fins potáveis. Coberturas de telha de argila e de ardósia são apropriadas para fins potáveis, como são porosas, podem ser revestidas com pinturas especiais, evitando assim o crescimento bacteriano (Bertolo, 2006).

De referir a importância do processo da depuração da água na recolha da mesma no interior do reservatório. Segundo a firma Alemã 3P Technick [2010], que comercializa reservatórios pré-fabricados e acessórios de sistemas de aproveitamento de água da chuva existem quatro etapas de depuração conforme junto figuras representativas e suas descrições.

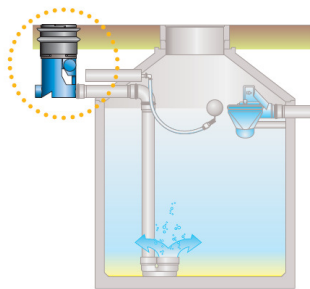


Figura 19– 1ª Etapa de Depuração

Fonte: 3P Technik (2010)

1ª Etapa de Depuração – O primeiro passo de tratamento de água da chuva dá-se através do filtro. A água pluvial corre do telhado para o filtro, onde é separado as impurezas. A água limpa é encaminhada para o reservatório, enquanto a sujidade é encaminhada para a rede de água pluvial ou para um sistema anexo de infiltração no subsolo.

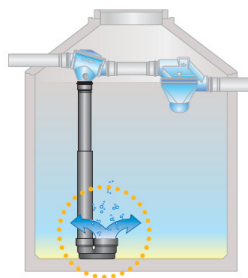


Figura 20 - 2ª Etapa de Depuração

Fonte: 3P Technik (2010)

2ª Etapa de Depuração – Deve adoptar-se pelo armazenamento de água num local escuro e fresco, se possível num reservatório subterrâneo. É assim que ocorre a segunda etapa da depuração, as partículas finas de sujidade ainda presentes lentamente para o fundo. A alimentação calma da água evita que a água que entra se misture novamente com a água armazenada. Ao mesmo tempo a camada inferior de água do depósito recebe uma injeção de oxigénio. Este oxigénio evita que se produza uma decomposição anaeróbia no reservatório. Mantendo a água fresca.

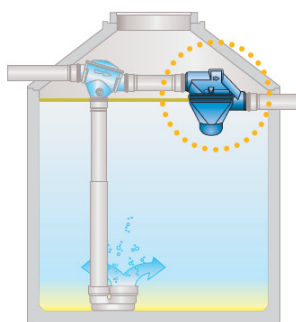


Figura 21 - 3ª Etapa de Depuração

Fonte: 3P Technik (2010)

3ª Etapa de Depuração – As partículas de sujidade que são mais leves que a água, sobem lentamente até atingir a superfície de água do reservatório. Esta “capa” flutuante é retirada através de um sifão especial, que funciona como um skimmer das piscinas, quando o reservatório atinge o nível de transbordo. O transbordo regular é importante para garantir uma qualidade de água constante e para evitar que a água “se decomponha”, A camada flutuante na superfície de água pode em casos extremos, criar uma “capa”, de tal modo, que não permita a entrada de oxigénio e assim entra num processo de decomposição anaeróbia.

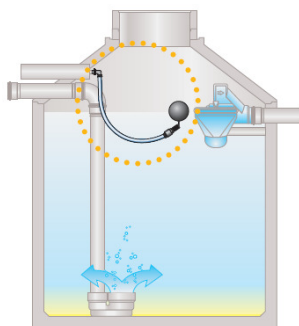


Figura 22 - 4ª Etapa de Depuração

Fonte: 3P Technik (2010)

4ª Etapa de Depuração – A água mais limpa de qualquer reservatório é captada logo abaixo da superfície, sem sugar a sedimentação do fundo. Para esta captação existe um conjunto flutuante de sucção, que consiste numa bóia que mantém a boca do conjunto (dotada de um pequeno filtro roscado), mesmo abaixo da superfície de água, onde se encontra a água mais limpa do depósito. O sistema é ainda dotado de uma mangueira flexível e a funcionalidade é sempre mantida, esteja o reservatório cheio ou quase vazio. A bóia flutuante está equipada de uma válvula de retenção.

5.2.Caleiras

As caleiras, recolhem a água das coberturas assim como sedimentos, folhas, detritos, etc. A acumulação dos mesmos pode contaminar a água recolhida no reservatório através da contaminação bacteriana. As caleiras são um importante meio de recolha de água até ao reservatório e assim é importante que sejam dimensionadas correctamente com pendentes apropriadas até ao tubo de queda para evitar o desperdício de água e a concentração de água em alguns pontos, criando consequentemente bactérias, algas e possível acumulação de detritos. As mesmas deverão ser limpas pelo menos uma vez por ano e se possível estar devidamente protegidas por uma malha de plástico ou de metal sobre a caleira.

5.3.Dispositivos de Rejeição de Água do Telhado

Existe uma medida que contribui para obter-se água com maior qualidade, que é a utilização de dispositivos de primeira lavagem ou de rejeição de água do telhado que consistem em reconduzir-se as primeiras chuvas para fora do circuito do sistema de aproveitamento de água da chuva. Este método também é conhecido por “first flush”, permitindo a lavagem do telhado, com as sujidades presentes, dejectos de animais, folhas e outros detritos.

Na figura seguinte apresentam-se um dispositivo comercial-tipo “first flush”, que consiste numa conduta vertical instalada no extremo montante da caleira, antes do tubo de queda. A conduta é em PVC e tem no fundo uma válvula e um orifício de limpeza. O dispositivo de limpeza pode prolongar-se desde a caleira

até ao solo. Assim que o tubo se encontra cheio, a água da chuva passa a ser reaproveitada e é direccionada para o reservatório de armazenamento.

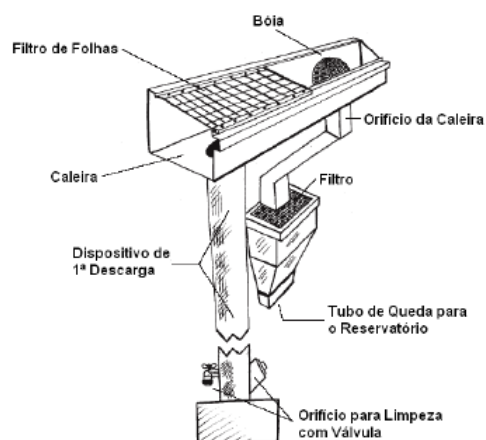


Figura 23 – Dispositivo de Primeira Lavagem

Fonte: Texas Guide to Raniwater Harvesting (1997), retirado do Manual sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial, ANQIP, 2008

Existe contudo outros exemplos de dispositivos comerciais no mercado:

- Na Austrália é utilizado um dispositivo simples, que segundo Marks (2001), o seu funcionamento é similar ao anterior, sendo que a água de limpeza do telhado é conduzida através de um tubo vertical e armazenada num pequeno reservatório. Quando estiver cheio a água da chuva transborda por um tubo que a conduz para o reservatório de armazenamento. O seu uso é aconselhado para pequenas superfícies de recolha (Aproveitamento de Água Pluvial - ANQIP, 2008).

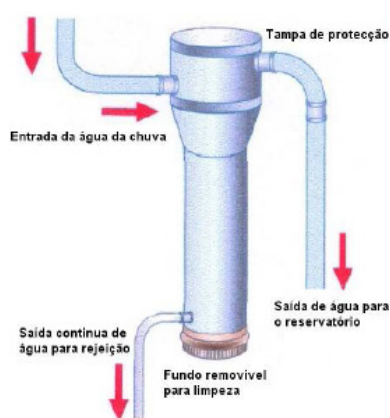


Figura 24 – Dispositivo de Primeira Lavagem utilizado na Austrália

Fonte: www.eng.newcastle.edu.au, retirado do Manual sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial, ANQIP, 2008

É comercializado em Portugal sistemas como o da firma 3P Technik (2010), o filtro de grande capacidade para uma superfície de telhado até 350m² com protecção contra gelo, fenómeno que pode ser um problema para a actuação destes sistemas em algumas zonas de Portugal. O princípio de funcionamento é explicado na legenda da figura seguinte.



Figura 25 – Filtro FGC1 de Grande Capacidade

Fonte: 3P Technik (2010)

Legenda:

- 1 – A água pluvial ao chegar ao filtro é filtrada na represa superior e depois conduzida uniformemente pela cascata de filtração;
- 2 – A limpeza preliminar dá-se pela referida cascata de filtração;
- 3 – A água da chuva já livre das maiores impurezas (malha de abertura de 0,55m) passa debaixo das ripas da cascata. Devido ao seu princípio de funcionamento, a sujidade é dirigida para a rede de drenagem de águas pluviais, necessitando assim de pouca manutenção;
- 4 – A água filtrada é encaminhada para o reservatório;
- 5 – A sujidade é encaminhada para a rede de drenagem de águas pluviais.

Existe ainda filtros para fins industriais ou para grandes áreas de captação de água da chuva, como o filtro FGC6 3P Technik [2010], para uma superfície máxima de 2350m².



Figura 26 – Filtro FGC6 para Grandes Instalações

Fonte: Fonte: 3P Technik (2010)

Todavia existem também dispositivos de “first flush”, não comerciais como os descritos no manual de aproveitamento de água Pluvial publicado pela ANQIP [2008]:

1º Dispositivo - Reservatório para rejeição de água de limpeza do telhado tipo “tonel” com capacidade fixa, dependente da área de captação. É provido de um pequeno orifício na parede interior, com cerca de 0,5cm de diâmetro. O tubo de queda apresenta uma derivação horizontal para alimentar o reservatório de água da chuva. O nível de água recolhida vai subindo no “tonel” e entra no trecho inferior da tubagem, passando para o reservatório de armazenamento. A descarga realiza-se através do orifício que só desaparece minutos após a chuva terminar, com o esvaziamento do reservatório de limpeza. A quantidade de água rejeitada é maior que a capacidade do mesmo.

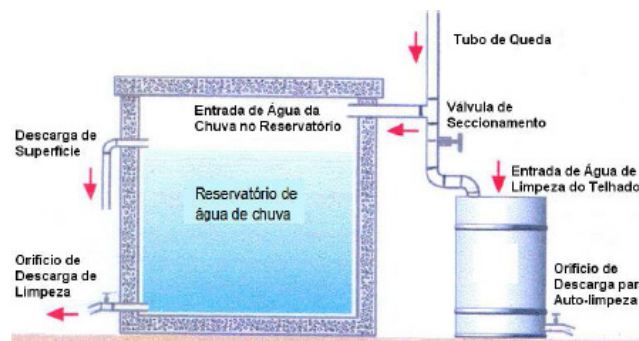


Figura 27 – Reservatório de Água da Chuva com Reservatório para Rejeição de Água de Limpeza do telhado do tipo “tonel”

Fonte: Decach (1990) in Simone May (2004), retirado do Manual de Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial da ANQIP [2008]

2º Dispositivo – Reservatório de auto-limpeza com válvula de flutuador, a água da chuva é recolhida pela calceira e conduzida pelo tubo de queda e entra no reservatório de auto-limpeza, situado sobre o reservatório de armazenamento. A entrada de água no reservatório de auto-limpeza é munida de uma válvula de flutuador. Após se iniciar a chuva, o reservatório de auto-limpeza encontra-se vazio e recebe a água da chuva. O nível da água sobe, até atingir a posição limite, e accionando o fecho automático da válvula de flutuador. Nesse instante a água começa a ser conduzida para o reservatório de armazenamento de água da chuva. No fim da chuva, o orifício de descarga para auto-limpeza da água será aberto para esvaziá-lo e retornar às condições iniciais de funcionamento.

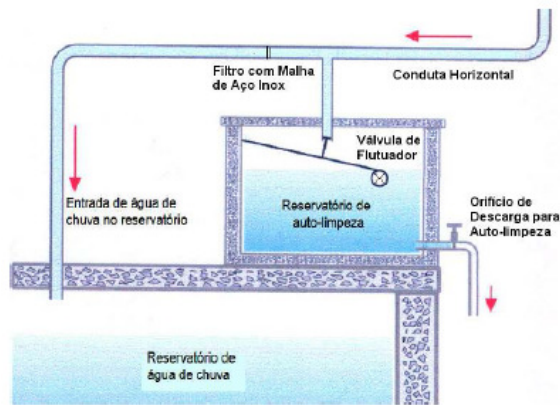


Figura 28 – Reservatório de auto-limpeza com válvula de flutuador

Fonte: Decach (1990) in Simone May (2004), retirado do Manual de Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial da ANQIP [2008]

5.4.Sistema de Bombagem

Muitos dos Sistemas de Aproveitamento de Água da Chuva, necessitam de ser equipados com grupos electrobomba, para que as águas da chuva possam ser reaproveitadas. Assim, estes grupos electrobomba vêm com dispositivos de comando, de segurança e alarme. Devem ser de funcionamento automático mas que permitam também o funcionamento em modo manual, podendo assim serem regulados para funcionarem em horários onde a energia é mais económica. De qualquer forma, estes não deverão alterar a qualidade da água.

Os grupos deverão ser sempre compostos com o mínimo de duas bombas, podendo ser mais, caso a instalação do Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva o justifique, assim como pode, ser dotada de dispositivos de comando, de protecção contra choques hidráulicos.

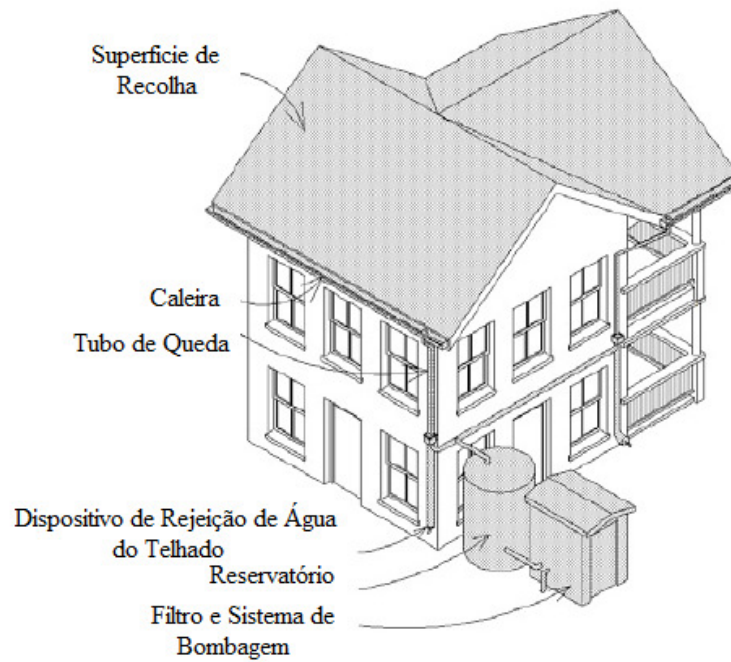


Figura 29 – Esquema de um Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva
 Fonte: The Texas Manual on Rainwater Harvesting – Third Edition

5.4.1. Dimensionamento da Instalação Elevatória

A potência da bomba é obtida pela equação:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{\eta}$$

Legenda:

P – Potência (w);

γ – Peso volúmico (N/m³);

Q – Caudal bombeado (m³/s);

H_{man} – Altura manométrica (m);

η – Rendimento da Bomba;

6. Características Físicas das Bacias em Estudo

Para a realização deste estudo foi necessário criar três cenários, visto que, as áreas das bacias são grandes comparadas com as dimensões da urbanização.

Assim está contemplado:

- Cenário 1 – Estudo do Hidrograma para as duas Bacias Hidrográficas Principais (ignorando a urbanização implementada);
- Cenário 2 – Estudo do Hidrograma para as duas Bacias Hidrográficas Principais, retirando a área referente da urbanização às mesmas, incluindo ainda o hidrograma referente da urbanização sem a utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva;
- Cenário 3 – Estudo do Hidrograma em relação à Urbanização com e sem a inclusão do reservatório pertencente aos sistemas de aproveitamento de água da chuva.

6.1.Cenário 1

A urbanização em estudo localiza-se entre duas bacias hidrográficas, tendo sido denominadas por “Bacia 1” e “Bacia 2”.

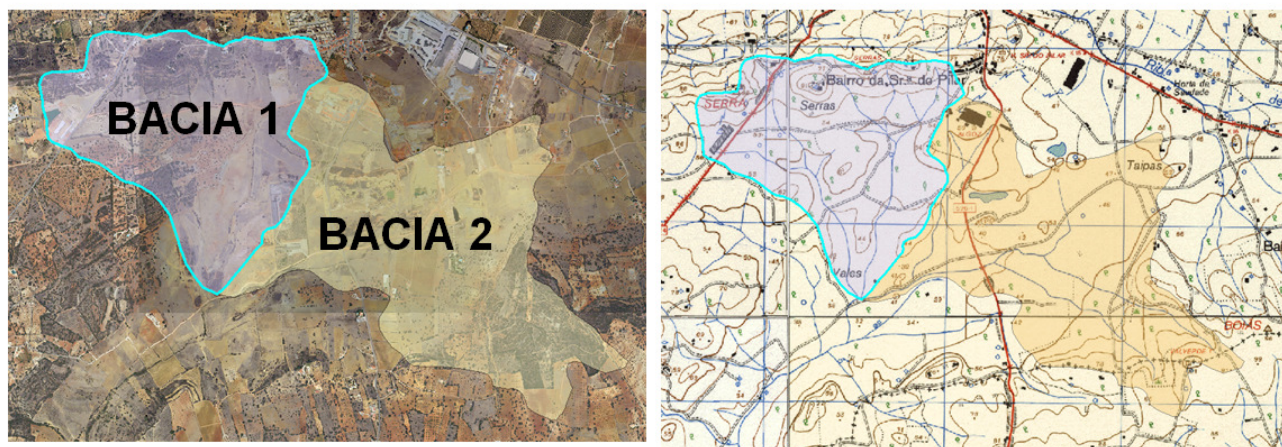


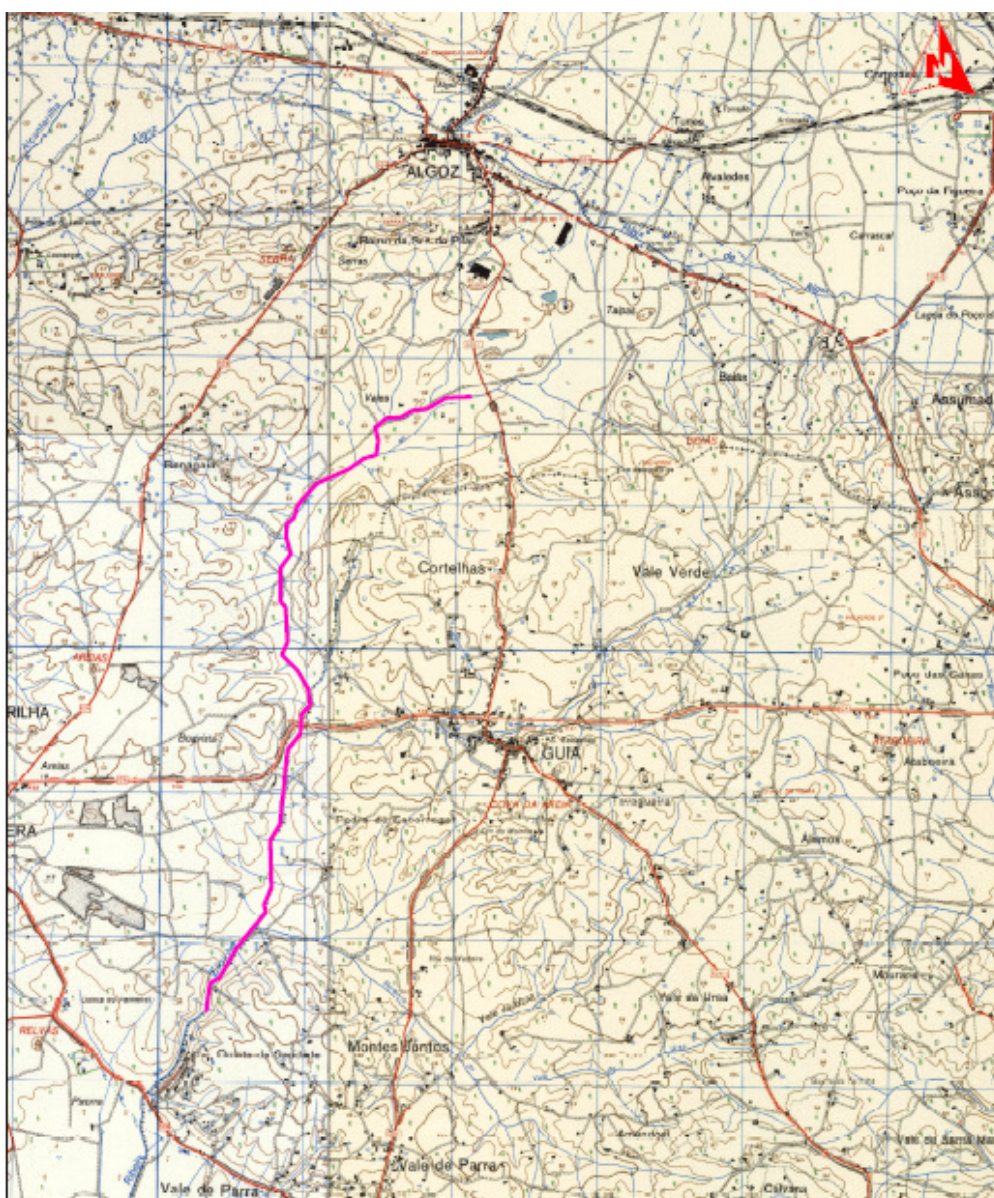
Figura 30 – Bacia 1 e Bacia 2

As bacias têm como perímetros e áreas correspondentes ao descrito na tabela seguinte:

Descrição	Extensão / Área	Unidades
Perímetro da Bacia 1	4898,00	m
Perímetro da Bacia 2	7594,57	m
Área da Bacia 1	1230979,91	m ²
Área da Bacia 2	1700835,60	m ²

Tabela 10 – Perímetro e Áreas das Bacias 1 e 2

Estas escoam o escoamento superficial, para a Ribeira do Meirinho, conforme está assinalada na planta seguinte.



Legenda


 Linha de água em estudo

Figura 31 – Ribeira do Meirinho

Analisando-se as cartas militares, tem-se a delimitação das linhas de águas que estão presentes nas duas bacias.



Figura 32 – Linhas de Água da Bacia 1 e 2

Assim tem-se:

Linhas de Água	
Designação	Extensão (m)
Total das Linhas de Água na Bacia 1	5317,44
Total das Linhas de Água na Bacia 2	5203,25
Linha de Água Principal da Bacia 1	1728,10
Linha de Água Principal da Bacia 2	1908,55

Tabela 11 – Extensão das Linhas de Água

A urbanização em estudo é recente e ainda não está contemplada nos ortofotomapas mais recentes e assim foi sobrepostas uma imagem extraída do projecto da urbanização.

6.1.1. Coeficiente de Compacidade

Consiste na relação entre o perímetro (P) da bacia e a circunferência de um círculo igual à área da bacia (A).

Este coeficiente tem como objectivo caracterizar a forma da bacia.

Deste modo, verifica-se que o Coeficiente de Compacidade está relacionado com a irregularidade da bacia, independentemente do seu tamanho, demonstrando-se que quanto maior for o coeficiente maior será a irregularidade da bacia em análise.

Para uma bacia circular o valor do coeficiente (K_c) toma um valor igual à unidade, apresentando tendência para caudais elevados e enchentes acentuadas.

O valor do Coeficiente de Compacidade é traduzido pela seguinte expressão:

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

K_c – Coeficiente de Compacidade (Adimensional);

P – Perímetro da Bacia (m);

A – Área da Bacia (m^2).

	Perímetro (m)	Área (m^2)	K_c
Bacia 1	4898,00	1230979,91	1,24
Bacia2	7594,57	1700835,60	1,63

Tabela 12 – Coeficiente de Compacidade do Cenário 1

Efectuando o cálculo, concluí-se que as bacias em análise têm uma forma algo alongada apresentando uma menor tendência para cheias, uma vez que, o valor dos coeficientes é superior à unidade ($K_c > 1.0$).

6.1.2. Factor de Forma

Constitui outro índice da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com uma factor de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de igual tamanho, porém com maior factor de forma.

O factor de forma exprime a relação entre a área da bacia (A) e o seu comprimento máximo (L).

Deste modo, o valor do factor de forma é traduzido pela seguinte expressão:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Onde:

Kf – Factor de Forma (Adimensional);

A – Área da Bacia Hidrográfica (m^2);

L – Comprimento de uma linha recta que une os dois pontos mais afastados da bacia (m).

Factor de Forma			
	L (m)	Área (m^2)	Kf
Bacia 1	1392,00	1230979,91	0,64
Bacia 2	2182,00	1700835,60	0,36

Tabela 13 – Factor de Forma do Cenário 1

Uma vez que, os factores de forma obtidos são inferiores à unidade verifica-se mais uma vez que a bacia não apresenta tendência para a ocorrência de cheias.

6.1.3. Densidade de Drenagem

A Densidade de Drenagem varia directamente com a extensão do escoamento superficial e fornece, portanto, uma indicação da eficiência da drenagem natural da bacia. Embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem de bacias hidrográficas, utiliza-se para bacias de fraca drenagem o índice de $0,5km/km^2$ e de $3,5km/km^2$ para bacias excepcionalmente bem drenadas.

Assim, as bacias com maior densidade de drenagem têm uma menor tendência para cheias.

A expressão utilizada é:

$$D = \frac{L}{A}$$

Onde:

D – Densidade de Drenagem (km/km^2);

L – Comprimento total dos cursos de água (km);

A – Área da bacia hidrográfica (km^2).

Densidade de Drenagem			
	L (Km)	Área (km^2)	D (km/km^2)
Bacia 1	5,32	1,23	4,32
Bacia 2	5,20	1,70	3,06

Tabela 14 – Densidade de Drenagem do Cenário 1

Concluí-se assim, ser duas bacia muito bem drenada, tendo inclusive a bacia 1 excedido o valor acima do máximo proposto.

6.1.4. Declive médio

O declive médio da bacia traduz-se pela seguinte expressão:

$$dm = \frac{Z_{m\acute{a}x} - Z_0}{L}$$

Onde:

dm – declive médio (%);

$Z_{m\acute{a}x}$ – altura máxima da linha de água principal (m);

Z_0 – altura mínima da linha de água principal (m);

L – comprimento da linha de água principal (m).

Declividade Média				
	$Z_{m\acute{a}x}$ (m)	Z_0 (m)	L (m)	dm (%)
Bacia 1	77,00	40,00	1728,10	2,14
Bacia 2	90,00	40,00	1908,55	2,62

Tabela 15 – Declive médio do Cenário 1

6.1.5. Tipo de Relevo

A classificação do tipo de relevo é efectuada segundo a sua relação com a declividade média da bacia. A velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno e por isso, o relevo tem grande influência sobre os factores hidrológicos.

Apresenta-se em seguida o quadro que identifica essa relação:

TIPO DE RELEVO	INCLINAÇÃO
Plano	0 a 2%
Levemente Ondulado	2 a 5%
Ondulado	5 a 10%
Muito Ondulado	10 a 20%
Montanhoso	20 a 50%
Muito Montanhoso	50 a 100%
Escarpado	> 100%

Tabela 16 – Tipo de Relevo

Ao analisar o quadro e com os valores das declividades médias são de 2,14% e 2,62% para as bacias 1 e 2 respectivamente, verificando-se assim, que os tipos de relevos são levemente ondulados.

6.1.6. Zonas Impermeabilizadas

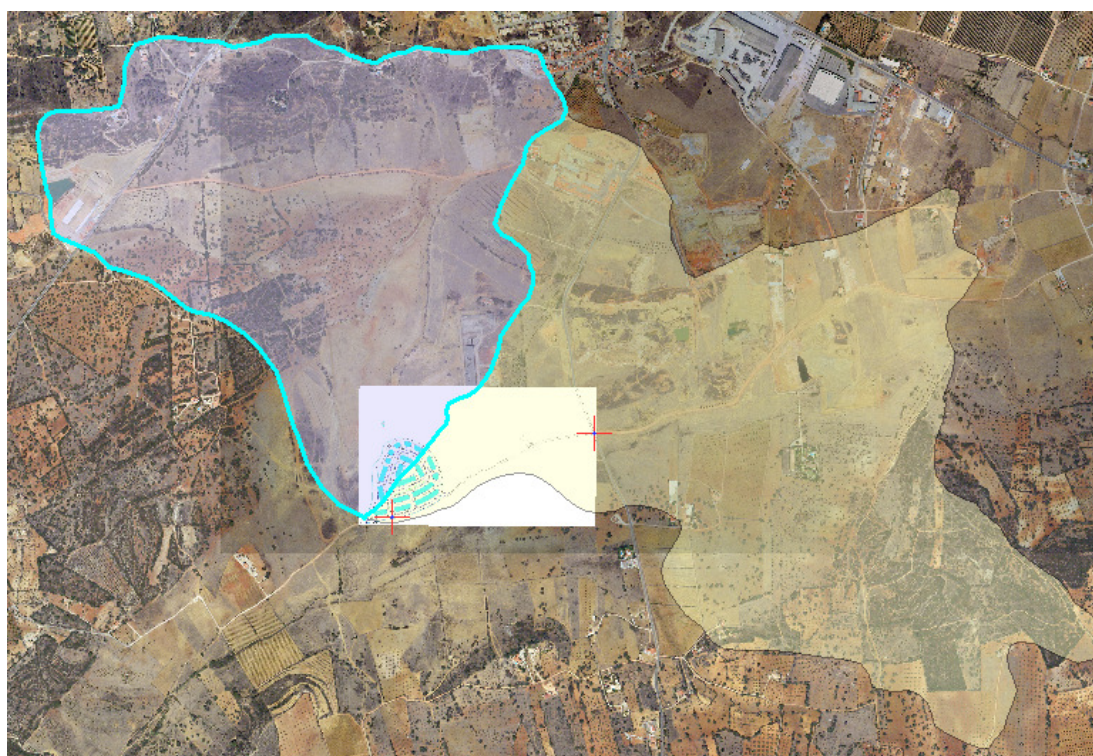


Figura 33 – Urbanização Vales do Algoz inserido entre as duas bacias

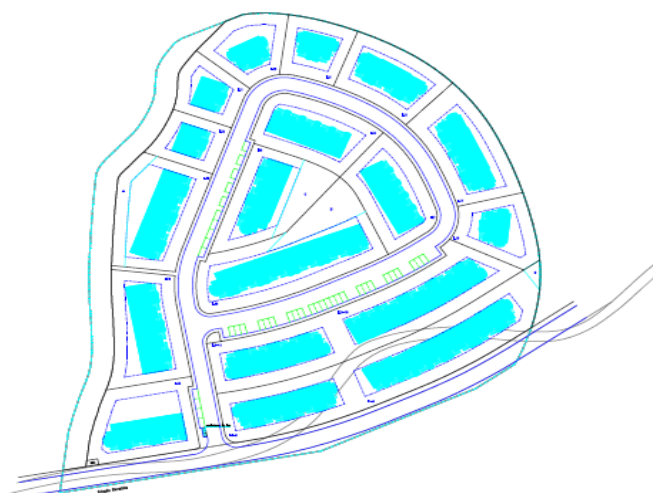


Figura 34 – Urbanização Vales do Algoz

A urbanização contempla uma área total de 37093m² e foram obtidos os seguintes dados:

URBANIZAÇÃO VALES DO ALGOZ					
	Nr. Fogos (Un.)	Telhados (m ²)	Zonas Verdes (m ²)	Calçada (m ²)	Pavimento Betuminoso (m ²)
TOTAL	92	8022	19274	1082	5090

Tabela 17 – Urbanização Vales do Algoz

Em relação à impermeabilização do solo nas bacias hidrográficas, foram cartografadas, e contabilizadas, tendo-se constado que as bacias em estudo estão pouco impermeabilizadas.

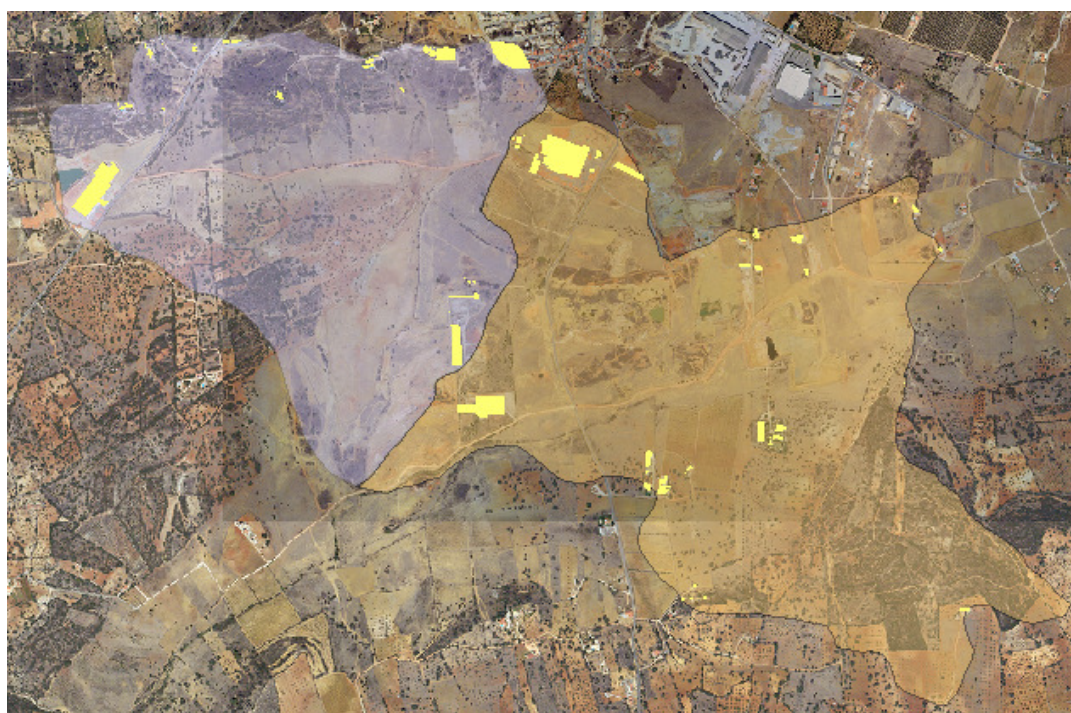


Figura 35 – Áreas Impermeabilizadas

IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO		
	Área Impermeabilizada (m ²)	% Impermeabilizada
Bacia 1	27062,90	3,57%
Bacia 2	31279,36	2,02%

Tabela 18 – Áreas Impermeabilizadas na Bacia 1 e 2

6.1.7. Caracterização do Solo

Seguidamente foram caracterizadas as características litológicas presentes nos solos das duas bacias.

Com base na litologia do solo e no seu tipo de uso e capacidade de escoamento superficial é possível caracterizar a capacidade de escoamento que está designada por parâmetro CN, que representa o número de escoamento pelo método SCS. Esta pode estar compreendida entre os valores 0 a 100, sendo 0 uma bacia que não tem qualquer escoamento e 100 uma bacia impermeável cuja precipitação é escoada na totalidade.

Assim o solo é classificado em quatro grupos hidrológicos:

- Tipo A - Baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis com pouco silte e argila. Os valores mais baixos do CN estão dentro deste tipo.
- Tipo B - Capacidade de infiltração f acima da média após completo humedecimento. Solos arenosos menos profundos que os do tipo A.
- Tipo C - Capacidade de infiltração abaixo da média depois de pré-saturação. Contém apreciável percentagem de argila.
- Tipo D - Mais alto potencial de deflúvio. Muito argiloso, quase impermeável. Os valores mais altos do CN estão dentro deste tipo.

Para a classificação do parâmetro CN é possível relacionar o grupo hidrológico do solo com a sua granulometria, com recurso à utilização de um ábaco triangular de classificação textural e a sua versão modificada para determinação do grupo hidrológico, conforme é visível nas figuras seguintes.

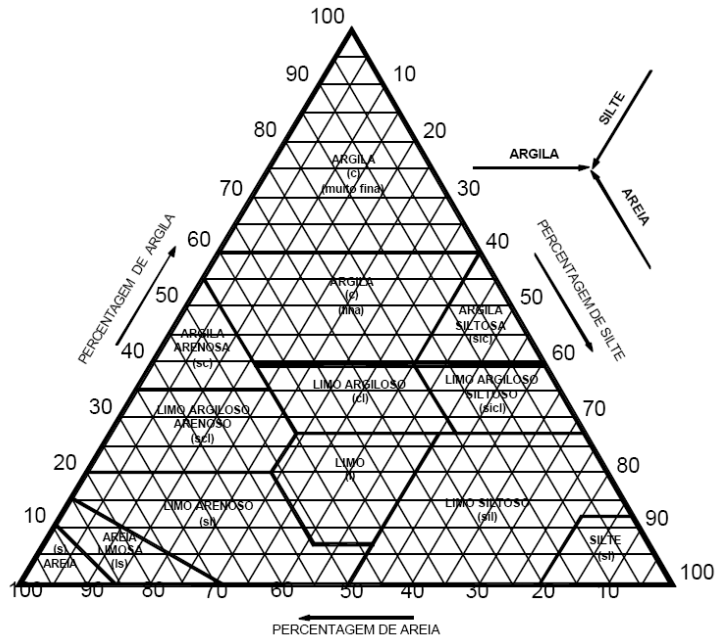


Figura 36 – Ábaco Triangular de Classificação Textural (SCS)

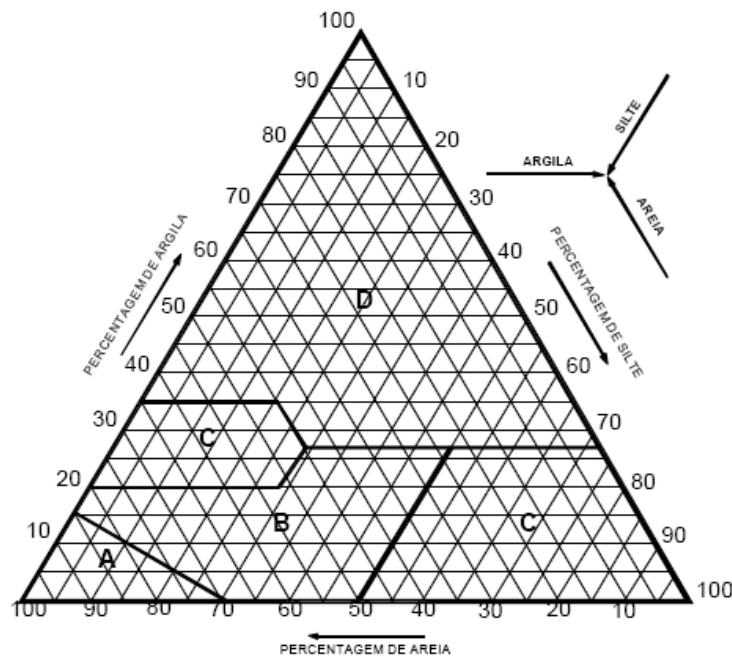


Figura 37 – Ábaco Triangular Modificado (SCS)

Com recurso a tabelas é possível ainda relacionar o tipo de solo presente, com o tipo de utilização ou cobertura do solo e condições de superfície, de acordo trata-se de uma região rural ou de uma região urbana/suburbana conforme se junta nas tabelas seguintes.

Utilização ou cobertura do solo	Condições de superfície	Tipo de solo			
		A	B	C	D
Solo lavrado		77	86	91	94
Culturas arvenses	segundo o maior declive	64	76	84	88
	segundo as curvas de nível	62	74	82	85
	segundo as curvas de nível e em terraços	60	71	79	82
Rotações de cultura	segundo o maior declive	62	75	83	87
	segundo as curvas de nível	60	72	81	84
	segundo as curvas de nível e em terraços	57	70	78	82
Pastagens	pobre	68	79	86	89
	normal	49	69	79	84
	boa	39	61	74	80
	pobre, segundo as curvas de nível	47	67	81	88
	normal, segundo as curvas de nível	25	59	75	83
	boa, segundo as curvas de nível	6	35	70	79
Prado permanente	normal	30	58	71	78
Zonas sociais rurais	normal	59	74	82	86
Estradas	pavimento permeável	72	82	87	89
	pavimento impermeável	74	84	90	92
Florestas	muito abertas ou de baixa transpiração	56	75	86	91
	abertas ou de baixa transpiração	46	68	78	84
	normal	36	60	70	76
	densas ou de alta transpiração	26	52	62	69
	muito densas ou de alta transpiração	15	44	54	61
Superfície impermeável		100	100	100	100

Valores do número de escoamento (CN) para regiões rurais

Tabela 19 – Valores de CN (SCS) para Regiões Rurais

Fonte: Hidrologia de Superfície de Teixeira da Costa e Rui Lança

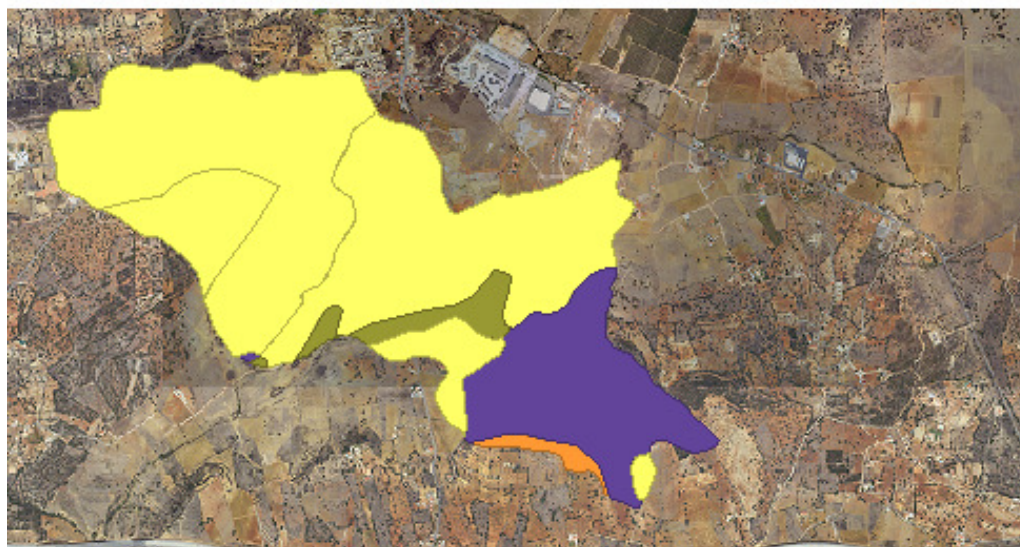
Utilização ou cobertura do solo	Condições de superfície	Tipo de solo					
		A	B	C	D		
Zonas cultivadas	sem medidas de conservação do solo	72	81	88	91		
	com medidas de conservação do solo	62	71	78	81		
Pastagens ou baldios	em más condições	68	79	86	89		
	em boas condições	39	61	74	80		
Prado em boas condições		30	58	71	78		
Bosques ou zonas florestais	Cobertura má	45	66	77	83		
	boa cobertura	25	55	70	77		
Relvados, parques, campos de golf, cemitérios, etc.	boas condições, relva cobrindo mais de 75% da área coberta	39	61	74	80		
	condições razoáveis, relva cobrindo de 50% a 75% da área	49	69	79	84		
Zonas comerciais e de escritórios	aproximadamente 85% de área permeável	89	92	94	95		
Zonas industriais	aproximadamente 72% de área impermeável	81	88	91	93		
Zonas residenciais	áreas médias dos lotes	percentagem média impermeável					
			< 500 m ²	77	85	90	92
		1000 m ²	38%	61	75	83	87
		1300 m ²	30%	57	72	81	86
		2000 m ²	25%	54	70	80	85
	4000 m ²	20%	51	68	79	84	
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.		98	98	98	98		
Arruamentos e estradas	asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98		
	Gravilha	76	85	89	91		
	Terra	72	82	87	89		

Valores do número de escoamento (CN) para regiões urbanas e suburbanas

Tabela 20 – Valores de CN (SCS) para regiões urbanas e suburbanas

Fonte: Hidrologia de Superfície de Teixeira da Costa e Rui Lança

Resumindo, o que foi descrito anteriormente obteve-se a carta litológica na figura seguinte.



- Aquíf. em rochas carbonatadas de carsificação média a alta / Médio a Alto
- Aquíf. em rochas carbonatadas de elevada carsificação / Alto
- Aquíf. em sedimentos consolidados / Baixo
- Aquíf. em sedimentos não consolidados c/ ligação hidráulica c/ a água superficial / Alto
- Outros
- Aquíf. em rochas carbonatadas de carsificação média a alta / Médio a Alto
- Aquíf. em sedimentos não consolidados c/ ligação hidráulica c/ a água superficial / Alto
- Outros

Figura 38 – Litologia

Depois de analisada a carta litológica extraiu-se a informação litológica com respectivas áreas, tendo se caracterizado o CN, conforme é demonstrado nas tabelas seguintes.

LITOLOGIA BACIA 1		
	Área (m ²)	CN
Aquífero em rochas carbonatadas de classificação média a alta. Calcários com Anchisporocyclina lusitanica.	213047	86
Aquífero em rochas carbonatadas de classificação média e alta. Margo Calcários de fácies purbeck (Ptº de Almadena). Calcários com Trocholina. Calcários com Choffatella pyrenaica.	1014865	86
Aquífero em sedimentos não consolidados c/ligação hidráulica, com a água superficial /Alto. Aluviões e Sapais.	3064	77
Total	1230976	

Tabela 21 – Litologia e CN da Bacia 1

LITOLOGIA BACIA 2		
	Área (m ²)	CN
Aquífero em rochas carbonatadas de classificação média a alta. Margo Calcários de fácies purbeck (Pt° de Almadena). Calcários com Trocholina. Calcários com Choffatella pyrenaica.	871854	86
Aquífero em sedimentos não consolidados com ligação hidráulica, com a água superficial /Alto. Aluviões e Sapais.	106602	68
Aquífero em rochas carbonatadas de classificação média e alta. Margo Calcários de fácies purbeck (Pt° de Almadena). Calcários com Trocholina. Calcários com Choffatella pyrenaica.	114601	86
Aquífero em rochas carbonatadas de classificação média e alta. Calcários de Escarpão (Calcários c/Alveosepta jaccardi). Calcários de Escarpão (Calcários com C.striata e C. jurassica). Calcários de Escarpão (Calcários de Transição). Calcários com Anchispirocyclina lusitanica.	550846	86
Aquífero em rochas carbonatadas de classificação média e alta. Margo Calcários de fácies purbeck (Pt° de Almadena). Calcários com Trocholina. Calcários com Choffatella pyrenaica.	17179	86
Aquífero em sedimentos consolidados baixo. Conglomerados e argilas de Guia.	39751	89
Total	1700833	

Tabela 22 – Litologia e CN da Bacia 2

De acordo com o SCS (Soil Conservation Service), é recomendado que os valores de CN sejam corrigidos de acordo com as condições antecedentes à humidade do solo.

Para corrigir a condição de AMC III tem-se a expressão:

$$CN(III) = \frac{23 \times CN(AMCIII)}{10 + 0,13 \times CN(AMCIII)}$$

Assim, obteve-se as seguintes correcções:

BACIA 1				
GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO (SCS)	ÁREA (m ²)	ÁREA (%)	CNII	CNIII
A	3064	0,25	77	89
B				
C	1227912	99,75	86	93
D				
Total	1230976	100,00	85,98	93,38

Tabela 23 – CN III (SCS) da Bacia 1

BACIA 2				
GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO (SCS)	ÁREA (m ²)	ÁREA (%)	CNII	CNIII
A	106602	6,27	68	83
B				
C	1554480	91,40	86	93
D	39751	2,34	89	95
Total	1700833	100,00	84,94	92,78

Tabela 24 – CN III (SCS) da Bacia 2

6.2.Cenário 2

No cenário 2, foram delimitadas três bacias uma vez que, de facto, as linhas de água das bacias 1 e 2 foram ligeiramente desviadas e passam nas extremidades da urbanização.

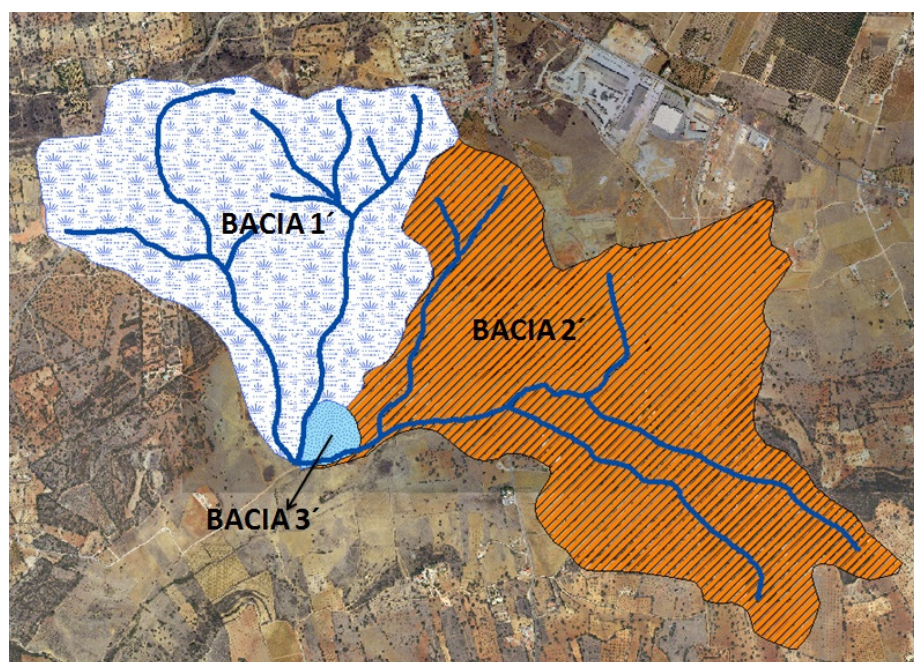


Figura 39 – Bacia 1', Bacia 2' e Bacia 3' e respectivas linhas de água

As bacias têm como perímetros e áreas correspondentes ao descrito na tabela seguinte:

DESCRIÇÃO	EXTENÇÃO / ÁREA	UNIDADES
Perímetro da Bacia 1'	48981,31	m
Perímetro da Bacia 2'	7634,34	m
Perímetro da Bacia 3'	749,90	m
Área da Bacia 1'	1214028,90	m ²
Área da Bacia 2'	1678633,21	m ²
Área da Bacia 3'	37918,86	m ²

Tabela 25 – Perímetro e Áreas das Bacias 1', 2' e 3'

Então, tem-se que:

LINHAS DE ÁGUA	
Designação	Extensão (m)
Total das Linhas de Água na Bacia 1	5317,44
Total das Linhas de Água na Bacia 2	5203,25
Total da Rede Pluvial na Bacia 3	558,28
Linha de Água Principal da Bacia 1	1728,10
Linha de Água Principal da Bacia 2	1908,55
Rede Principal de Água Pluvial na Bacia 3	318,00

Tabela 26 – Extensão das Linhas de Água

6.2.1. Coeficiente de Compacidade

O valor do Coeficiente de Compacidade é traduzido pela seguinte expressão:

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

Kc – Coeficiente de Compacidade (Adimensional);

P – Perímetro da Bacia (m);

A – Área da Bacia (m²).

	Perímetro (m)	Área (m ²)	Kc
Bacia 1'	4981,36	1214028,90	1,24
Bacia 2'	7634,34	1678633,21	1,65
Bacia 3'	749,90	749,90	1,08

Tabela 27 – Coeficiente de Compacidade do Cenário 2

Efectuando o cálculo, concluí-se que as bacias em análise têm uma forma algo alongada apresentando uma menor tendência para cheias, uma vez que o valor dos coeficientes é superior à unidade (Kc > 1.0).

6.2.2. Factor de Forma

O Factor de Forma, constitui outro índice da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um factor de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de igual tamanho, porém com maior factor de forma.

O factor de forma exprime a relação entre a área da bacia (A) e o seu comprimento máximo (L).

Deste modo, o valor do factor de forma é traduzido pela seguinte expressão:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Onde:

Kf – Factor de Forma (Adimensional);

A – Área da Bacia Hidrográfica (m^2);

L – Comprimento de uma linha recta que une os dois pontos mais afastados da bacia (m).

Factor de Forma			
	L (m)	Área (m^2)	Kf
Bacia 1'	1392,00	1214028,90	0,63
Bacia 2'	2182,00	1678633,21	0,35
Bacia 3'	273,00	37918,86	0,51

Tabela 28 – Factor de Forma do Cenário 2

Uma vez que os factores de forma obtidos são inferiores à unidade, verifica-se mais uma vez que, as bacias não apresentam tendência para a ocorrência de cheias.

6.2.3. Densidade de Drenagem

A Densidade de Drenagem varia directamente com a extensão do escoamento superficial e fornece, portanto, uma indicação da eficiência da drenagem natural da bacia. Embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem

de bacias hidrográficas, utiliza-se para bacias de fraca drenagem o índice de $0,5\text{km}/\text{km}^2$ e de $3,5\text{km}/\text{km}^2$ para bacias excepcionalmente bem drenadas.

Assim sendo as bacias com maior densidade de drenagem têm uma menor tendência para cheias.

A expressão utilizada é:

$$D = \frac{L}{A}$$

Onde:

D – Densidade de Drenagem (km/km^2);

L – Comprimento total dos cursos de água (km);

A – Área da bacia hidrográfica (km^2).

Densidade de Drenagem			
	L (Km)	Área (km^2)	D (km/km^2)
Bacia 1'	5,32	1,23	4,32
Bacia 2'	5,20	1,70	3,06
Bacia 3'	0,56	0,04	14,72

Tabela 29 – Densidade de Drenagem do Cenário 2

Trata-se de ser assim duas bacia muito bem drenadas, tendo todas as bacias excedido o valor acima do máximo proposto. Relativamente à Bacia 3', o valor obtido é completamente díspare do máximo admitido, visto que na realidade não se trata de uma bacia hidrográfica, uma vez que tem uma área muito pequena e um comprimento de total de cursos de água diminuto (redes de drenagem de água pluvial), tendo assim sido apenas admitida como simulação de uma hipótese teórica.

6.2.4. Declive médio

O declive médio da bacia traduz-se pela seguinte expressão:

$$dm = \frac{Z_{máx} - Z_0}{L}$$

Onde:

dm – declive médio (%);

$Z_{\text{máx}}$ – altura máxima da linha de água principal (m);

Z_0 – altura mínima da linha de água principal (m);

L – comprimento da linha de água principal (m).

Declividade Média				
	$Z_{\text{máx}}$ (m)	Z_0 (m)	L (m)	dm (%)
Bacia 1'	77,00	40,00	1728,10	2,14
Bacia 2'	90,00	40,00	1908,55	2,62
Bacia 3'	40	34	318,00	1,89

Tabela 30 – Declive médio do Cenário 1

6.2.5. Tipo de Relevo

A classificação do tipo de relevo é efectuada segundo a sua relação com a declividade média da bacia. A velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno e por isso, o relevo tem grande influência sobre os factores hidrológicos.

Apresenta-se, em seguida, o quadro que identifica essa relação:

TIPO DE RELEVO	INCLINAÇÃO
Plano	0 a 2%
Levemente Ondulado	2 a 5%
Ondulado	5 a 10%
Muito Ondulado	10 a 20%
Montanhoso	20 a 50%
Muito Montanhoso	50 a 100%
Escarpado	> 100%

Tabela 31 – Tipo de Relevo

Ao analisar o quadro e com os valores das declividades médias são de 2,14% e 2,62% para as bacias 1' e 2' respectivamente verificando-se que os tipos de relevos são levemente ondulados. Relativamente à bacia 3' a declividade média é de 1,89% sendo um topo de relevo Plano.

6.2.6. Caracterização do Solo

De acordo com o SCS (Soil Conservation Service), é recomendado que os valores de CN sejam corrigidos de acordo com as condições antecedentes à humidade do solo.

Para corrigir a condição de AMC III tem-se a expressão:

$$CN(III) = \frac{23 \times CN(AMCIII)}{10 + 0,13 \times CN(AMCIII)}$$

Obtendo-se as seguintes correcções:

BACIA 1´				
Grupo hidrológico do solo (SCS)	Área (m ²)	Área (%)	CNII	CNIII
A	3064	0,25	77	89
B				
C	1210964,90	99,75	86	93
D				
Total	1214028,90	100,00	85,98	93,38

Tabela 32 – CN III (SCS) da Bacia 1´

BACIA 2´				
Grupo hidrológico do solo (SCS)	Área (m ²)	Área (%)	CNII	CNIII
A	106602	6,35	68	83
B				
C	1532280,21	91,28	86	93
D	39751	2,37	89	95
Total	1700833	100,00	84,93	92,77

Tabela 33 – CN III (SCS) da Bacia 2´

BACIA 3´				
Grupo hidrológico do solo (SCS)	Área (m ²)	Área (%)	CNII	CNIII
A				
B				
C	37918,86	100	90	95
D				
Total	37918,86	100,00	90,00	95,39

Tabela 34 – CN III (SCS) da Bacia 3´

7. Precipitação

A caracterização da pluviosidade em Portugal Continental é efectuada pelo Instituto Nacional da Água (INAG) e pelo Instituto de Meteorologia, todavia encontra-se disponível “online” no site do INAG dados de várias estações que se encontram em monitorização. Existem 42 pontos de precipitação principais distribuídos por todo o território conforme se pode observar na figura seguinte.

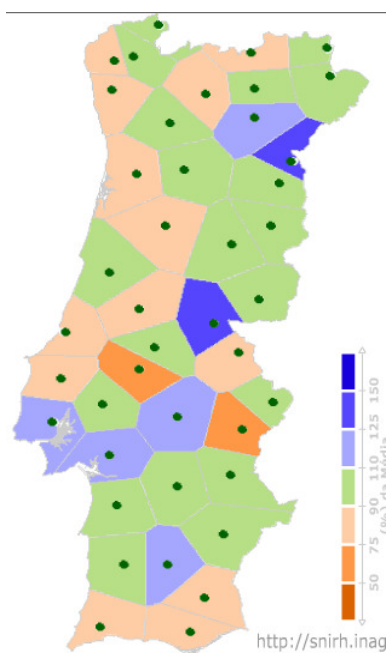


Figura 40 - Localização dos 42 pontos de precipitação em Portugal Continental

Fonte: <http://snirh.pt/>

Portugal Continental possui um clima mediterrâneo, habitualmente sem períodos de pluviosidade excessiva ao longo do ano, mas esta situação tem-se vindo a alterar nos últimos anos. Naturalmente, as regiões do interior são as mais afectadas pela seca, e as regiões do litoral com períodos de chuva intensa.

A precipitação total anual varia muito, dependendo das zonas (et al. Betolo e Simões, 2009):

- Atinge mínimos inferiores a 400mm/ano em zonas, como por exemplo, no interior do Alentejo;
- Atinge máximos superiores a 2800mm/ano, por exemplo, em algumas zonas do Minho.

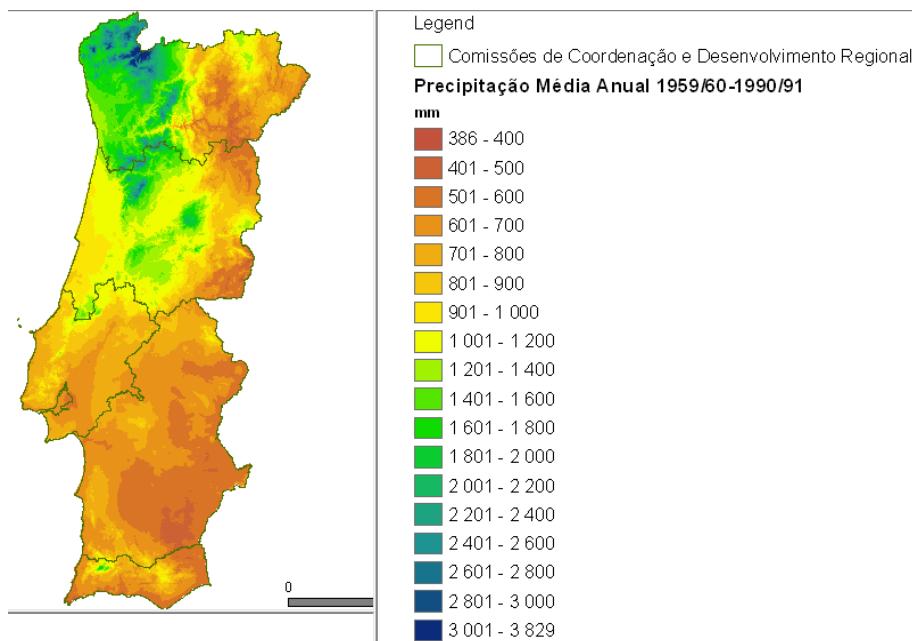


Figura 41 - Mapa de precipitação total anual de Portugal Continental (1956/60 – 1990/01)

Fonte: <http://snirh.pt/>

Através da consulta de dados no site do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos foi retirado os dados de precipitação de uma estação metrológica, na zona em estudo (Algoz) que a seguir se representa (estando os dados do gráfico seguinte no Anexo 1).

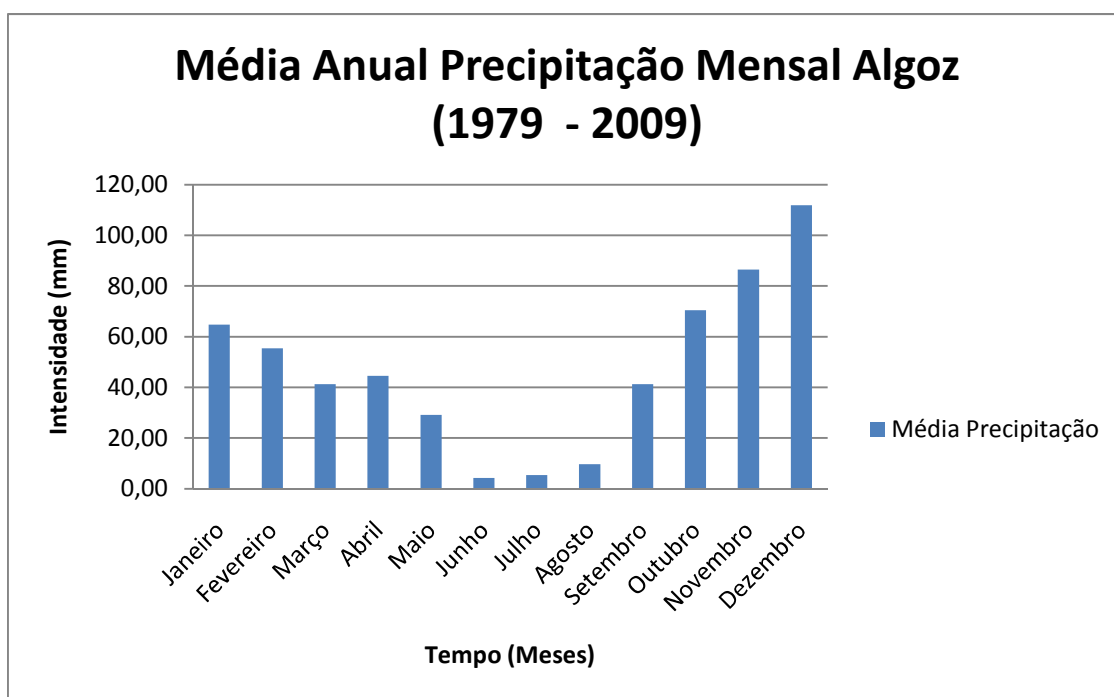


Figura 42 – Gráfico da média da precipitação anual de Portugal Continental (1979 – 2009)

Sabe-se que é comum a utilização das curvas IDF elaborados por Matos, para a obtenção dos dados da precipitação em Portugal, estando presentes as mesmas dispostas na legislação nacional no Decreto Regulamentar nº23/95, do n.º 4 do Art.º128 e anexo IX.

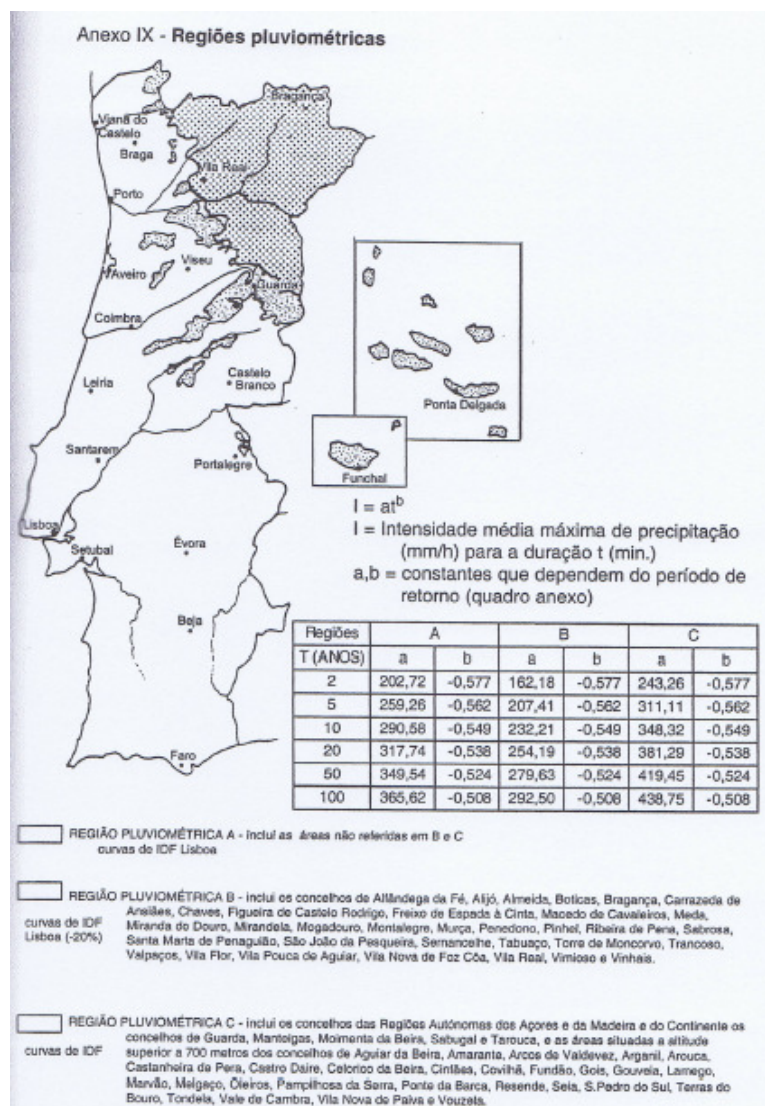


Figura 43 – Regiões Pluviométricas Decreto Regulamento n.º. 23/95

Fonte: Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais, Edições Orion

$$I = a \times t^b$$

Em que:

- I – Intensidade média de precipitação (mm/h);
- a – Constante que depende do período de retorno;
- b – Constante que depende do período de retorno;
- t – Tempo de concentração.

De acordo com o disposto, a zona em estudo (Algoz), encontra-se na Região Pluviométrica A.

Período de Retorno (anos)	2	5	10	20	50	100	
Região A	a	202,72	259,26	290,68	317,74	349,54	365,62
	b	-0,577	-0,562	-0,549	-0,538	-0,524	-0,508

Tabela 35 – Período de Retorno – Anexo IX Decreto Regulamentar 23/95

O cálculo da precipitação para o período de retorno centenário, foi executado com base nas equações de possibilidade udométrica (curvas IDF) publicadas no Decreto Regulamentar 23/95, de 23 de Agosto (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Resíduais).

A precipitação efectiva é a parcela da precipitação que contribui para o escoamento superficial e neste estudo utilizou-se o método da curva número (CN) para o seu cálculo.

A relação entre a precipitação acumulada sobre a bacia hidrográfica e a parcela desta que escoar sobre superficialmente é dada pela seguinte equação (Lencastre, 1992):

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50.8 \right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203.3}$$

- P_e - precipitação efectiva (mm)
- P - precipitação (mm)
- CN – Número do Escoamento pelo método SCS

8. Hidrograma Unitário

O Hidrograma é definido pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia, o que simula o registo de uma chuva isolada numa determinada bacia hidrográfica. Tem a forma de uma campânula assimétrica, onde se pode individualizar as seguintes partes:

- Curva de Crescimento, devido à crescente acumulação do escoamento;
- Ponta do hidrograma, correspondente ao valor máximo;
- Curva de decrescimento, devido à diminuição do escoamento superficial;
- Curva de esgotamento, quando o caudal passa a ser devido ao escoamento subterrâneo;
- Tempo de resposta, ou tempo decorrido desde o centro de gravidade da precipitação útil até à ponta do hidrograma;
- Tempo de base, ou tempo decorrido entre o início do crescimento e o final do escoamento superficial;
- Tempo de concentração, ou tempo necessário para que toda a área contribua para o escoamento superficial.

8.1. Tempo de Concentração

Segundo Ven Te Chow, “é o tempo gasto pela gota de chuva para deslocar-se do ponto mais afastado da bacia até à saída”.

O Bureau of Reclamation dos E.U.A. define que o Tempo de Concentração, como o tempo necessário para, hidraulicamente, a água se deslocar desde o ponto mais distante da bacia até à secção em estudo.

Os factores que influenciam o Tempo de Concentração de uma dada bacia são:

- Água e forma da bacia;
- Declividade média da bacia;
- Tipo de Cobertura Vegetal;
- Comprimento e declividade do curso principal;
- Comprimento e declividade dos afluentes;
- Distância horizontal entre o ponto mais afastado da bacia e a sua saída;
- Coeficiente de rugosidade do canal de escoamento;

O tempo de concentração pode estimar-se pela equação de Kirpich.

$$T_c = 0.39 \cdot \left(\frac{E}{S_3} \right)^{0.385}$$

Sendo:

T_c - Tempo de concentração (horas);

$E = (L^2)$ – Comprimento da linha de água principal (km);

S_3 - Declividade equivalente constante da linha de água principal (%).

Na tabela seguinte é calculado o Tempo de Concentração seguindo a equação de Kirpich para as duas condições mencionadas nos pontos 6.1. e 6.2.

Descrição	Valor	Símbolo
Bacia 1		
Tempo de concentração - Kirpich (horas)	0,39	T_{cK}
Bacia 2		
Tempo de concentração - Kirpich (horas)	0,41	T_{cK}

Tabela 36 – Tempo de Concentração (Kirpich) para o Cenário 1

Descrição	Valor	Símbolo
Bacia 1'		
Tempo de concentração - Kirpich (horas)	0,39	T_{cK}
Bacia 2'		
Tempo de concentração - Kirpich (horas)	0,41	T_{cK}
Bacia 3'		
Tempo de concentração - Kirpich (horas)	0,05	T_{cK}

Tabela 37 – Tempo de Concentração (Kirpich) para o Cenário 2

8.2. Hidrograma Unitário Triangular

O Hidrograma Unitário é a função de resposta de um sistema hidrológico linear à entrada de um volume unitário num intervalo de tempo (Sherman, 1932 em Chow, 1988).

Com base nas características físicas da bacia e tempo de concentração, pode construir-se o hidrograma unitário triangular, que representa o escoamento de uma precipitação unitária, no presente caso 1 cm.

O modelo considera as seguintes simplificações:

- A precipitação efectiva tem intensidade constante durante a duração unitária;
- O excesso de precipitação é uniformemente distribuído por toda a área da bacia hidrográfica;
- O tempo base do hidrograma resultante de uma precipitação efectiva qualquer de duração unitária que o gerou;
- Numa bacia hidrográfica a forma do hidrograma reflecte as suas características;

Para a realização do mesmo é necessário ter em conta as seguintes expressões:

- Duração da Chuva Unitária

- $D = \frac{T_c}{5}$

- Tempo de Ascensão

- $T_p = \frac{D}{2+0,6 \times T_c}$

- Tempo de Recessão

- $T_r = 1,67 \times T_p$

- Caudal de Pico Unitário

- $Q_p = \frac{2,08 \times A}{T_p}$

- Tempo de Base

- $T_b = T_q + T_r$

8.2.1. Cenário 1

Desta forma obteve-se para o cenário 1:

BACIA 1			
Variável	Valor	Unidades	Símbolo
Duração da chuva unitária	0,079	horas	D
Tempo de ascensão	0,276	horas	T _p
Tempo de recessão	0,461	horas	T _r
Caudal de pico unitário	9,265	m ³ /s/cm	Q _p
Tempo de base	0,738	horas	T _b
BACIA 2			
Variável	Valor	Unidades	Símbolo
Duração da chuva unitária	0,082	horas	D
Tempo de ascensão	0,287	horas	T _p
Tempo de recessão	0,479	horas	T _r
Caudal de pico unitário	12,323	m ³ /s/cm	Q _p
Tempo de base	0,767	horas	T _b

Tabela 38 – Dados para os Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 1 e Bacia 2

Com os dados obtidos nas tabelas é possível traçar o gráfico e as equações que representam os hidrogramas triangulares.

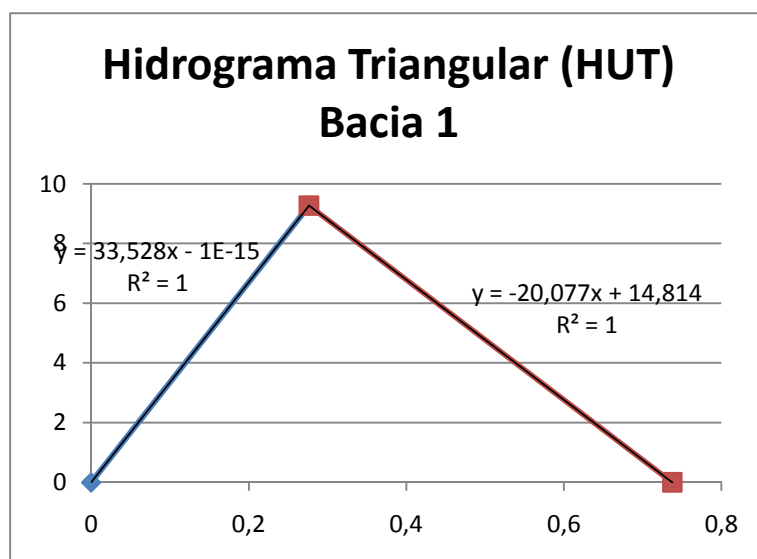


Figura 44 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 1

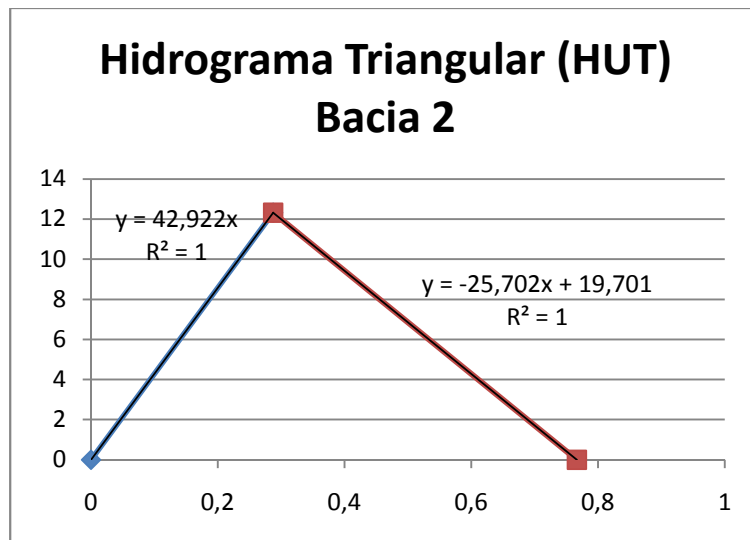


Figura 45 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 2

É possível assim, determinar os caudais para as durações correspondentes a múltiplos da chuvada unitária.

BACIA 1		
T (horas)	Q_{HUT} (m ³ /s/cm)	Q_{HUT} (m ³ /s/mm)
0,000	0,00	0,000
0,079	2,65	0,265
0,158	5,29	0,529
0,237	7,94	0,794
0,316	8,47	0,847
0,395	6,89	0,689
0,474	5,30	0,530
0,553	3,72	0,372
0,632	2,13	0,213
0,711	0,55	0,055
BACIA 2		
T (horas)	Q_{HUT} (m ³ /s/cm)	Q_{HUT} (m ³ /s/mm)
0,000	0,00	0,000
0,082	3,52	0,352
0,164	7,04	0,704
0,246	10,56	1,056
0,328	11,27	1,127
0,410	9,16	0,916
0,492	7,05	0,705
0,574	4,94	0,494
0,656	2,83	0,283
0,738	0,73	0,073

Tabela 39 – Caudais HUT da Bacia 1 e Bacia 2 para múltiplos da chuvada unitária

8.2.1.1. Precipitação Resultante do Cenário 1

Para a obtenção dos dados (DP*) utilizar-se-á o método dos blocos alternados que faz uso de equações IDF para obtenção do hietograma de projecto e que é utilizado para estimativa do hidrograma de escoamento superficial no Método do Hidrograma Unitário do NRCS (Natural Resources Conservations Service). Sendo necessário:

- Discretizar o tempo de concentração com intervalos de tempo iguais e para cada intervalo calcular a precipitação correspondente através das equações IDF;
- Determinar os incrementos de chuva correspondentes a cada incremento de duração;
- Reagrupar os incrementos da chuva com a sequência 5-3-1-2-4.

BACIA 1				
Tr = 100 anos				
CNIII = 93				
n	T	P	DP	DP*
	(horas)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0,08	13,10	13,10	3,01
2	0,16	18,43	5,33	4,07
3	0,24	22,50	4,07	13,10
4	0,32	25,92	3,42	5,33
5	0,39	28,93	3,01	3,42

Tabela 40 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para Tr = 100 anos da Bacia 1

BACIA 2				
Tr = 100 anos				
CNIII = 93				
n	T	P	DP	DP*
	(horas)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0,08	13,35	13,35	3,06
2	0,16	18,78	5,43	4,15
3	0,25	22,93	4,15	13,35
4	0,33	26,41	3,49	5,43
5	0,41	29,48	3,06	3,49

Tabela 41 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para Tr = 100 anos da Bacia 2

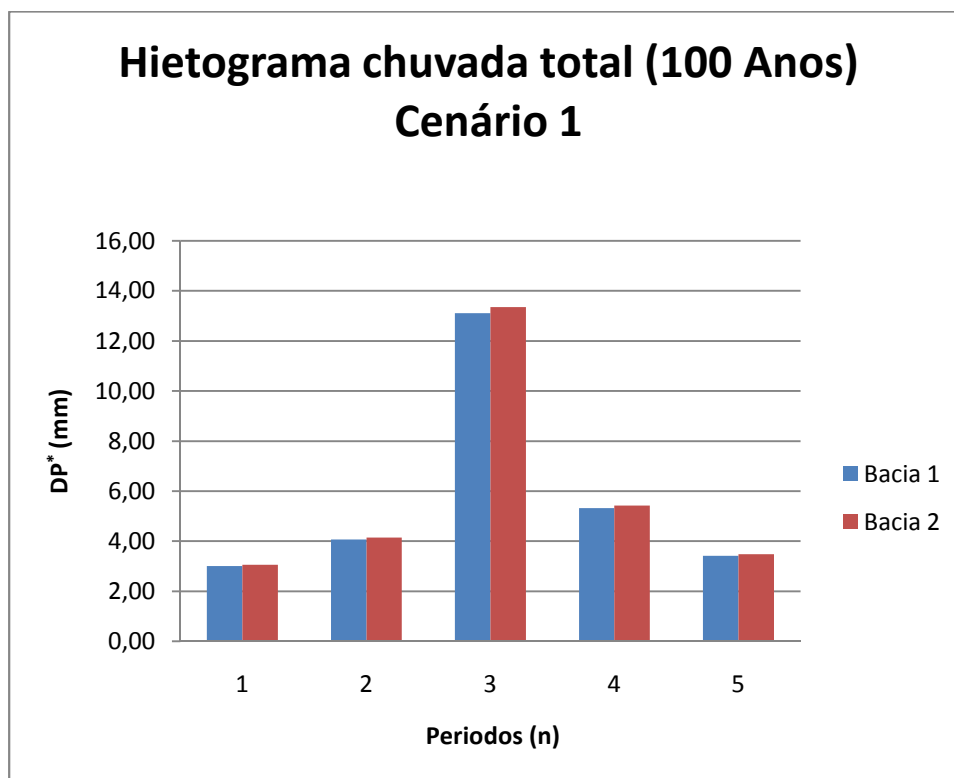


Figura 46 – Gráfico do Hietograma para a Chuvada Total de 100 anos da Bacia 1 e Bacia 2

8.2.2. Cenário 2

Enquanto que, para o cenário 2 obteve-se:

BACIA 1´			
Variável	Valor	Unidades	Simbolo
Duração da chuva unitária	0,079	horas	D
Tempo de ascensão	0,276	horas	T _p
Tempo de recessão	0,461	horas	T _r
Caudal de pico unitário	9,138	m ³ /s/cm	Q _p
Tempo de base	0,738	horas	T _b
BACIA 2´			
Variável	Valor	Unidades	Simbolo
Duração da chuva unitária	0,082	horas	D
Tempo de ascensão	0,287	horas	T _p
Tempo de recessão	0,479	horas	T _r
Caudal de pico unitário	12,162	m ³ /s/cm	Q _p
Tempo de base	0,767	horas	T _b
BACIA 3´			
Variável	Valor	Unidades	Simbolo
Duração da chuva unitária	0,010	horas	D
Tempo de ascensão	0,036	horas	T _p
Tempo de recessão	0,061	horas	T _r
Caudal de pico unitário	2,177	m ³ /s/cm	Q _p
Tempo de base	0,097	horas	T _b

Tabela 42 – Dados para o Hidrograma Unitário Triangular das Bacia 1´, Bacia 2´ e Bacia 3´

Com os dados obtidos nas tabelas é possível traçar o gráfico e as equações que representam os hidrogramas triangulares, conforme se pode verificar nas figuras seguintes:

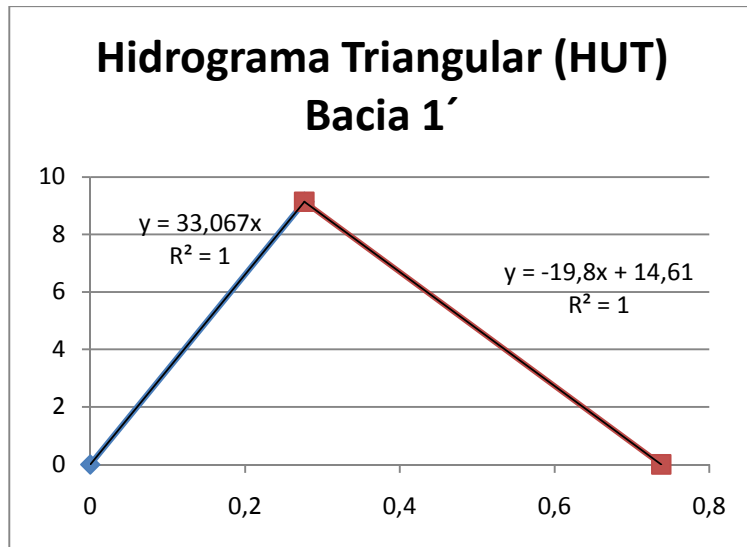


Figura 47 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 1'

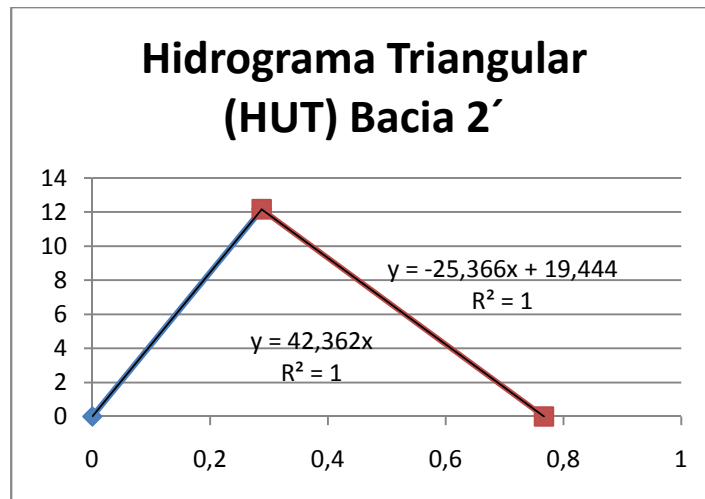


Figura 48 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 2'

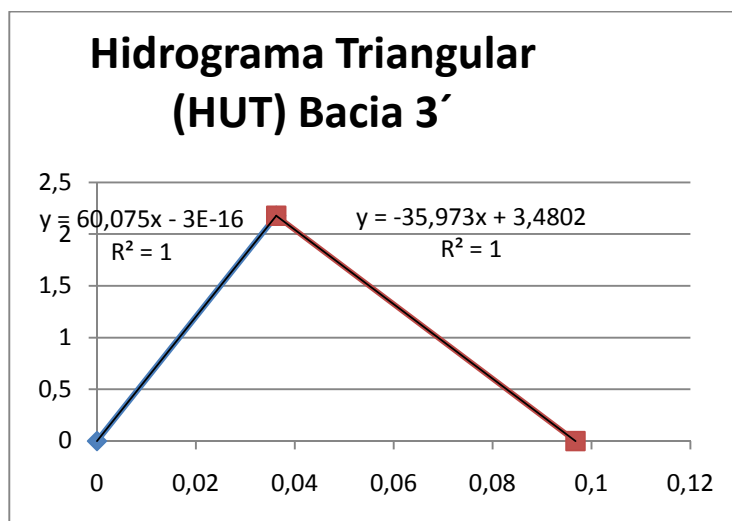


Figura 49 – Hidrograma Unitário Triangular da Bacia 3'

Através dos dados referenciados é possível determinar os caudais para as durações correspondentes a múltiplos da chuvada unitária.

BACIA 1´		
T (horas)	Q _{HUT} (m ³ /s/cm)	Q _{HUT} (m ³ /s/mm)
0,000	0,00	0,000
0,079	2,61	0,261
0,158	5,22	0,522
0,237	7,83	0,783
0,316	8,36	0,836
0,395	6,79	0,679
0,474	5,23	0,523
0,553	3,67	0,367
0,632	2,10	0,210
0,711	0,54	0,054
BACIA 2´		
T (horas)	Q _{HUT} (m ³ /s/cm)	Q _{HUT} (m ³ /s/mm)
0,000	0,00	0,000
0,082	3,47	0,347
0,164	6,95	0,695
0,246	10,42	1,042
0,328	11,12	1,112
0,410	9,04	0,904
0,492	6,96	0,696
0,574	4,88	0,488
0,656	2,80	0,280
0,738	0,72	0,072
BACIA 3´		
T (horas)	Q _{HUT} (m ³ /s/cm)	Q _{HUT} (m ³ /s/mm)
0,000	0,00	0,000
0,082	0,62	0,062
0,164	1,24	0,124
0,246	1,87	0,187
0,328	1,99	0,199
0,410	1,62	0,162
0,492	1,25	0,125
0,574	0,87	0,087
0,656	0,50	0,050
0,738	0,13	0,013

Tabela 43 – Caudais HUT das Bacia 1´, Bacia 2´ e Bacia 3´ para múltiplos da chuvada unitária

8.2.2.1. Precipitação Resultante do Cenário 2

BACIA 1'				
Tr = 100 anos				
CNIII = 93				
n	T	P	DP	DP*
	(horas)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0,08	13,10	13,10	3,01
2	0,16	18,43	5,33	4,07
3	0,24	22,50	4,07	13,10
4	0,32	25,92	3,42	5,33
5	0,39	28,93	3,01	3,42

Tabela 44 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para Tr = 100 anos da Bacia 1'

BACIA 2'				
Tr = 100 anos				
CNIII = 93				
n	T	P	DP	DP*
	(horas)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0,08	13,35	13,35	3,06
2	0,16	18,78	5,43	4,15
3	0,25	22,93	4,15	13,35
4	0,33	26,41	3,49	5,43
5	0,41	29,48	3,06	3,49

Tabela 45 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para Tr = 100 anos da Bacia 2'

BACIA 3'				
Tr = 100 anos				
CNIII = 93				
n	T	P	DP	DP*
	(horas)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0,01	4,82	4,82	1,11
2	0,02	6,78	1,96	1,50
3	0,03	8,28	1,50	4,82
4	0,04	9,54	1,26	1,96
5	0,05	10,65	1,11	1,26

Tabela 46 - Hietogramas da precipitação pelo método dos blocos alternados para Tr = 100 anos da Bacia 3'

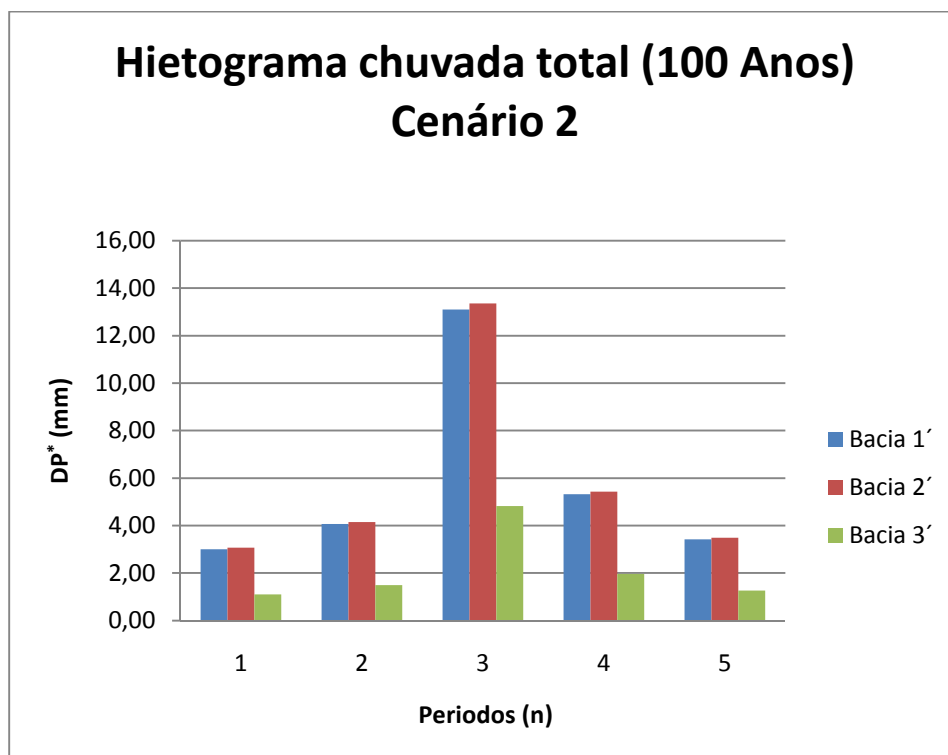


Figura 50 - Hietograma para a Chuvada Total de 100 anos da Bacia 1', Bacia 2' e Bacia 3'

8.3. Hidrogramas Unitários do Cenário 1 e Cenário 2

Foi possível obter os hidrogramas unitários com ordenadas para múltiplos da chuva unitária (D):

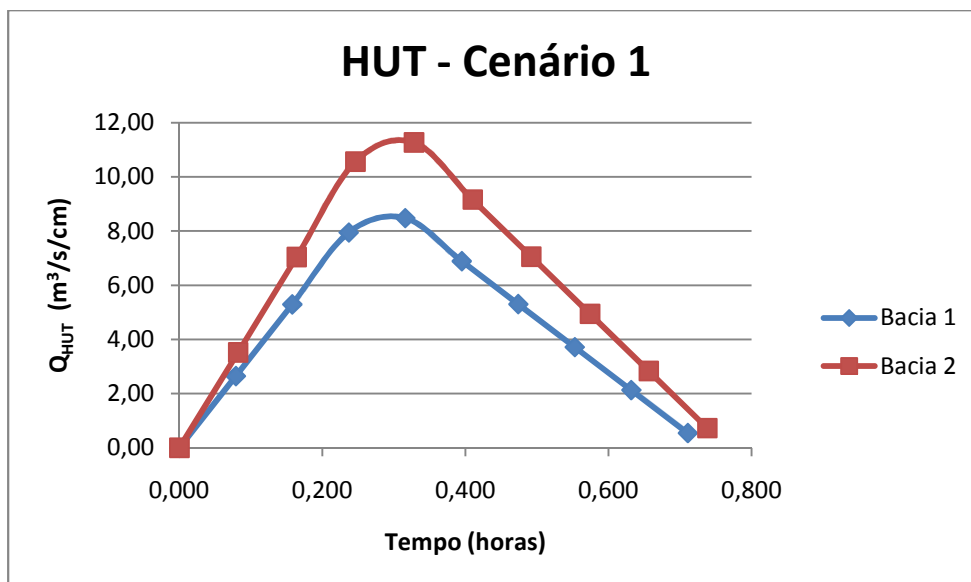


Figura 51 – Hidrogramas Unitários Triangulares com ordenadas para múltiplos da chuva unitária das Bacias 1 e 2

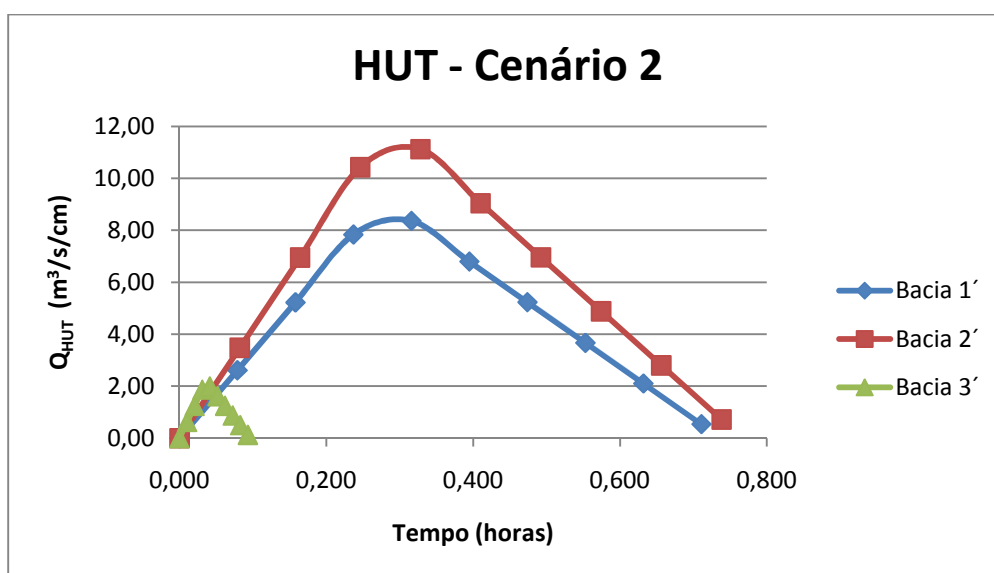


Figura 52 – Hidrograma Unitário Triangular com ordenadas para múltiplos da chuva unitária da Bacia 1', Bacia 2' e Bacia 3'

9. Dimensionamento do Reservatório de Aproveitamento de Água da Chuva

9.1. Afluências

A água recolhida para armazenamento no reservatório é proveniente do telhado de modo a se obter água com maior qualidade.

O volume de água da chuva que pode ser recolhido durante um ano é obtido pela seguinte equação:

$$V_{\text{anual}} = c \times A \times \sum_{i=1}^{365} h_i$$

Em que:

- V_{anual} – Volume anual de água da chuva;
- c – Coeficiente de escoamento;
- A – Superfície de recolha de água da chuva em projecção horizontal;
- h_i – Altura de precipitação diária, no dia i .

9.2. Série de Precipitações

Foi considerado o registo de precipitação média mensal dos últimos 30 anos (de 1/10/1979 a 01/04/2009), dados referentes da estação metrológica do Algez 31H/02C, estando localizado nas coordenadas de longitude 37.139 e de latitude - 8.298, estação do INAG e da CCDR Algarve.

	Meses	Precipitação Média Mensal (mm)
Ano Hidrológico	Outubro	70,48
	Novembro	86,52
	Dezembro	111,84
	Janeiro	64,72
	Fevereiro	55,42
	Março	41,20
	Abril	44,59
	Mai	29,07
	Junho	4,21
	Julho	5,31
	Agosto	9,62
	Setembro	41,26
	Total	564,25

Tabela 47 – Precipitação média anual de 1979 a 2009

9.3. Coeficiente de Escoamento

O coeficiente de escoamento ou também denominado por coeficiente de “Runoff”, representa a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado variando conforme a superfície e a tabela seguinte.

TIPO DE TELHADO	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO
Telhas Cerâmicas	0,80 a 0,90
Telhas Esmaltadas	0,90 a 0,95
Telhas Corrugadas de Metal	0,80 a 0,90
Cimento Amianto	0,80 a 0,90
Plástico – PVC	0,90 a 0,95

Tabela 48 – Coeficiente de Escoamento

Fonte: Plíneo Tomaz (2008)

No presente estudo foi considerado um coeficiente de escoamento de 0,80, visto que, os telhados dos edifícios são compostos por Telhas Cerâmicas.

9.4. Consumo de Água

Sabe-se ainda que os consumos médios numa habitação são os referenciados na tabela seguinte.

Tipos de Consumo de Água	Consumo (Litros/hab/dia)
Água Quente	40
Beber, Cozinhar	10
Higiene Corporal	65
Máquina de Roupa	16
Máquina de Louça	8
Limpeza	6
Outras	6
Instalações Sanitárias – Descarga de Sanitários	45
Instalações Sanitárias – Restantes Equipamentos	15

Tabela 49 – Consumo de Água em Habitações
Fonte: Neves (2003) e Peter Neufert, Ludwing Neff (2007)

Enquanto que para um jardim (espaços verdes), é mencionado que os consumos médios serão:

Tipos de Consumo de Água	Consumo (Litros/m ² /ano)	Consumo (Litros/m ² /dia)
Jardim	40-60	0,109 – 0,164

Tabela 50 – Consumo de Água para Jardim
Fonte: Peter Neuffer e Ludwing Neff (2007)

Todavia os consumos considerados para o estudo são:

- Cada habitação tem 4 habitantes;
- Existem 92 habitações;
- Apenas são considerados consumos de água da chuva nas habitações para descargas de sanitários;
- A rega das zonas verdes é assegurada por os reservatórios da água da chuva.

Sintetizando a informação, tem-se a seguinte tabela:

Necessidades de Reutilização de Água da Chuva				
Por Habitação	Numero Médio de Consumidores por Habitação	Consumo em Instalações Sanitárias (L/Hab)	Dia (L)	Mês (m ³)
	4	45	180	5,40
Zonas Verdes	Área Aproximada (m ²)	Consumo Anual (L/m ²)	Dia (L/m ²)	Mês (m ³)
	19274	50	0,14	26,40

Tabela 51 – Consumo de Água Total

Concluí-se que para as 92 habitações serão necessárias 496,80m³ mensalmente de água da chuva e para as zonas verdes de 26,40m³, totalizando 523,20m³ de água por mês.

9.5.Método de Rippl

Um dos métodos mais usados para o dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água da chuva é o método de Rippl.

Em Hidrologia é comum o uso do “diagrama de massas”, para a regularização de vazões em reservatórios, ou seja, é o estudo que garante o fornecimento de água de uma forma constante para o período chuvoso e para o seco.

Para a realização deste método é utilizada uma precipitação histórica mensal com a maior duração possível. Pode ser utilizada uma necessidade de consumo de água constante ou variável.

Para consumos constantes existe duas formas para se utilizar o método de Rippl:

- Método Analítico;
- Método Gráfico.

Optou-se para o dimensionamento do reservatório a resolução pelo método analítico com consumos constantes.

Dimensionamento de Reservatório - Método de Rippl - Analítico							
Meses	Precipitação Média Mensal (mm)	Consumo Médio Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Volume de Chuva mensal (m ³)	Diferença entre o Volumes de Consumo e Volume da Chuva	Diferença Acumulada dos Valores Positivos	Obs.
Outubro	70,48	523,20	8021,72	452,32	70,88	70,38	D
Novembro	86,52	523,20	8021,72	555,25	-32,05		E
Dezembro	111,84	523,20	8021,72	717,70	-194,50		E
Janeiro	64,72	523,20	8021,72	415,34	107,86	107,86	D
Fevereiro	55,42	523,20	8021,72	355,63	167,57	275,43	D
Março	41,20	523,20	8021,72	264,42	258,79	534,22	D
Abril	44,59	523,20	8021,72	286,17	237,03	771,25	D
Mai	29,07	523,20	8021,72	186,55	336,66	1107,90	D
Junho	4,21	523,20	8021,72	27,00	496,21	1604,11	D
Julho	5,31	523,20	8021,72	34,08	489,12	2093,23	D
Agosto	9,62	523,20	8021,72	61,76	461,44	2554,67	D
Setembro	41,26	523,20	8021,72	264,77	258,43	2813,10	D

Tabela 52 – Dimensionamento do Reservatório pelo Método de Rippl

Executou-se o dimensionamento do reservatório por intermédio de uma tabela de cálculo, mencionadas em 8 colunas, onde constam os seguintes parâmetros:

- Precipitação Média Mensal – Precipitação expressa em mm, entre o período que vai de Outubro a Dezembro simbolizando um ano hidrológico médio da estação metrológica do Algoz entre os anos de 1979 a 2009;
- Consumo Médio Mensal – É imposto de acordo com as necessidades de água da chuva e expresso em m³;
- Área de Captação – A área de captação das águas da precipitação é suposta ser constante durante todo o ano. Neste caso foi considerada a área dos telhados das 92 habitações;
- Volume de Chuva Mensal – $V = c \times A \times h_i$, em que:
 - c – Representa o coeficiente de escoamento, o qual foi considerado 0,80;
 - A – Representa a área de captação;
 - h_i – Representa a precipitação média mensal;
- Diferença entre os Volumes de Consumo e Volume da Chuva – É a diferença entre o Consumo Médio Mensal e o Volume de Chuva Mensal.

O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de consumo, nos meses correspondentes, supera o volume de água disponível;

- Diferença Acumulada de Valores Positivos – Diferenças acumuladas da coluna de Diferenças entre os Volumes de Consumo e Volume da Chuva, considerando apenas os valores positivos. No preenchimento desta coluna admite-se que o reservatório encontra-se cheio. Os valores negativos não são contabilizados, visto que, correspondem aos meses onde existe excesso de água. Começa-se com a soma dos valores positivos, prosseguindo até que a diferença se anule, desprezando todos os valores negativos seguintes, recomeçando-se a soma quando aparecer o primeiro valor positivo.
- Obs. – O preenchimento desta coluna é efectuado utilizando as letras “E”, “D” e “S”, sendo o seu significado:
 - E – Água escoada pela descarga de superfície;
 - D – Nível de água baixando;
 - S – Nível de Água Subindo.

Assim, conclui-se que, o volume total de reservatório que é necessário para as 92 habitações é de 2813m^3 o qual dá por habitação $30,58\text{m}^3$, contando com a rega dos espaços verdes e descarga de sanitários.

10. Modelo Simulação HEC - HMS

O modelo Hidrológico HEC-HMS que significa “Hydrologic Modeling System” é um software desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos – “US. Army Corps of Engineers”. É um software muito completo, bem documentado e também gratuito e tem sido utilizado na resolução com sucesso para variadíssimos problemas.

Através da simulação do comportamento hidrológico da bacia, é gerado hidrogramas e informações relativas ao pico vazão e tempos de escoamento podendo ser utilizado para modelos de drenagem urbana, disponibilidade hídrica, impactos de zonas a impermeabilizar, dimensionamento para descarregadores de barragens, etc.

O modelo da Bacia Hidrográfica tem a sua disposição vários elementos hidrológicos, conforme os abaixo indicados:

- Sub-Bacias;
- Rios;
- Reservatórios;
- Fontes;
- Junções;
- Depressões.

Estes poderão ser conectados entre si, gerando uma rede que simulará todo o processo de escoamento.

O modelo HEC-HMS é constituído em três partes:

- Modelo de Bacia
 - Neste item, não só são inseridos os dados referentes à geometria da bacia hidrográfica, onde é representado o esquema hidrológico do sistema, com as sub-bacias, com as secções em estudo do rio, possíveis reservatórios, junções e divisões dos canais, mas também são inseridos os dados relativos às perdas por infiltração, evaporação, intercepção, os métodos de transformação da chuva de pico de escoamento, cálculo de escoamento de base e propagação em rios.

- Modelo Meteorológico
 - Nesta categoria dá-se a entrada dos dados de precipitação e evapotranspiração, sendo seleccionado o método de distribuição temporal destes.
 - De referir ainda que, são utilizados as variáveis da precipitação e evaporação.
- Especificações de Controlo.
 - Refere-se aos períodos temporais nos quais estão realizados os cálculos, incluindo data e horário de início e fim do determinado período, assim como, o intervalo ou “passo” computacional dos dados.

Na figura seguinte constata-se os principais dados e etapas no processo de modelagem do HEC-HMS.

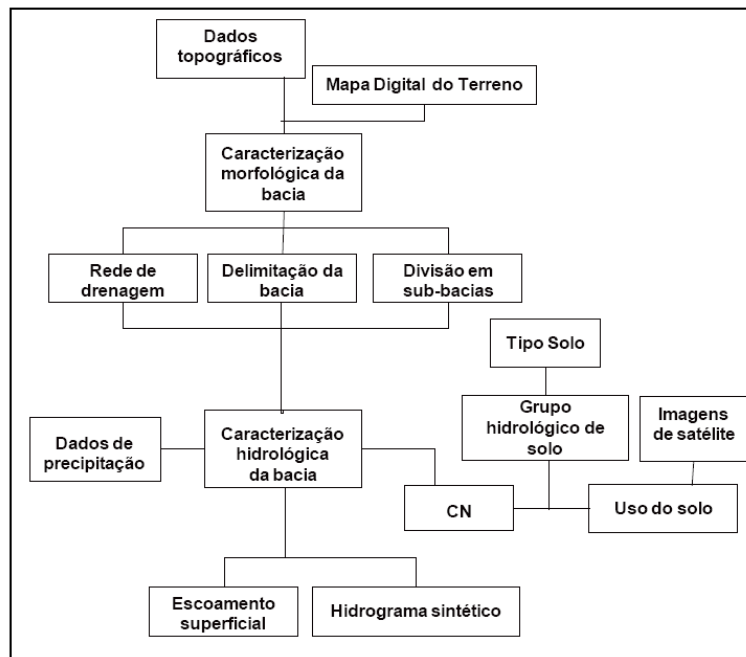


Figura 53 – Fluxograma do processo de modelagem hidrológica utilizado no HEC-HMS

Fonte: et al. Hammouri, El-Naqa (2007), retirado de Estudo hidrológico da Bacia Rio Negrinho, de Macedo (2010)

A utilização do HEC-HMS tem ainda como vantagem a possibilidade de serem utilizados diferentes combinações de métodos para representar os modelos

hidrológicos, como a infiltração, interceptação, escoamento directo e escoamento em canais, situação que possibilita uma representação mais realista da bacia como um todo.

Existe contudo limitações nas simulações dos modelos, tais como:

- As simulações devem referir-se, preferencialmente a eventos isolados devido ao facto de não ser feita nenhuma previsão para a recuperação da humidade do solo durante períodos sem precipitação;
- Os resultados do modelo são referentes à descarga;
- O dimensionamento do pico de cheia é calculado por métodos de dimensionamento hidrológico e não reflectem as equações de Saint Venant.

10.1. Métodos por perdas de infiltração

É fornecido pelo modelo HEC-HMS dez métodos de perdas por infiltração, conforme se pode verificar no quadro seguinte.

Modelo	Classificação
Défice e Constante Inicial	Evento, distribuído, parâmetros ajustados
Exponencial	Evento, empírico, necessita de parâmetros calibrados
Green and Ampt	Evento, distribuído, empírico, parâmetros ajustados.
Gridded de Déficit Contante	Contínuo, concentrado, empírico, parâmetros ajustados
Gridded número SCS	Evento, distribuído, empírico, parâmetros ajustados.
Gridded Soil Moisture Accounting	Evento, contínuo, parâmetros ajustados.
Constante Inicial	Evento, concentrado, empírico, parâmetros ajustados
Curva Número SCS (CN)	Evento, concentrado, empírico, parâmetros ajustados.
Smith Parlange	Evento, contínuo, parâmetros ajustados.
Soil Moisture Accounting	Evento, contínuo, concentrado, empírico, parâmetros ajustados.

Tabela 53 – Métodos por perdas de infiltração

Sendo que:

Categoria	Descrição
Discreto ou Contínuo	Um modelo é dito contínuo quando os fenômenos são contínuos no tempo, e discreto em caso contrário. A maioria dos sistemas hidrológicos é contínuo, porém são representados por modelos discretos. Esta distinção aplica-se essencialmente nos processos de escoamento superficial da bacia. Um modelo discreto simula um único evento da chuva, cuja duração pode variar de algumas horas a alguns dias. Um modelo contínuo simula um período mais longo, prevendo o comportamento da bacia tanto durante a chuva como entre os eventos da precipitação. A maioria dos modelos incluídos do HEC-HMS são discretos.
Concentrado ou distribuído	Um modelo é concentrado quando não leva em conta a variabilidade espacial (esta é representada por um único valor médio) e utiliza somente o tempo como variável independente. É aplicado em bacias pequenas, onde a distribuição espacial das variáveis não compromete os resultados em estudo. Um modelo é dito distribuído quando as variáveis e parâmetros do modelo dependem do espaço e/ou do tempo. Somente o modelo distribuído permite estudar a variabilidade do comportamento físico de diferentes partes do sistema. O HEC-HMS envolve basicamente, com exceção do ModClark.
Empírico ou Conceitual	Modelo conceitual é aquele cujas funções utilizadas na sua elaboração considerem formulações físicas parametrizáveis e/ou empíricas e, portanto, pelo menos um parâmetro exige calibração. Os modelos empíricos são aqueles que ajustam os valores calculados aos dados observados através de funções que não têm nenhuma relação com os processos físicos envolvidos. São úteis e simples, porém pouco robustos, pois são específicos para situações que foram aferidos. O HEC-HMS inclui ambos os modelos. Por exemplo, o hidrograma unitário de Snyder é empírico, pois o modelo é ajustado com dados observados de chuva e o escoamento. Já o modelo de onda cinemática é conceitual, pois é baseado nos fundamentos do escoamento superficial em águas rasas.
Determinístico ou Estocástico	Esta é uma das principais classificações dentro da simulação hidrológica. Se a hipótese de ocorrência das variáveis é tomada em conta, e o conceito da probabilidade é introduzido na formulação do modelo, o processo e o modelo são ditos estocásticos (variáveis aleatórias). Mas, se a probabilidade de ocorrência das variáveis envolvida no processo é ignorada, o modelo e o processo são ditos determinísticos. Nos modelos determinísticos existe uma relação directa entre causa e efeito, ou seja, a entrada define a saída do sistema, Todos os modelos incluídos no HEC-HMS são determinísticos

Tabela 54 – Classificação de modelos matemáticos no HEC-HMS

Fonte: USAC-HEC (2000), retirado de Estudo hidrológico da Bacia Rio Negrinho, de Macedo (2010)

Alguns dos métodos acima apresentados foram desenvolvidos para a simulação de eventos (ex. Exponencial, Green and Ampt,, Curva Número SCS, Grelha numérica pelos métodos SCS e Constante Inicial), enquanto outros são

programados para simulação contínua (ex. Déficit e Constante Inicial, Soil Moisture Accounting).

Os métodos “por grelha numérica” podem ser usados tanto no método de déficit constante como para o Soil Moisture Accounting, baseando-se em distribuições de características próprias para cada célula da bacia.

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Constante Inicial	<p>Modelo já comprovado que está sendo utilizado com sucesso em milhares de estudos nos EUA.</p> <p>Fácil de introdução de dados e de utilização.</p> <p>Necessita de poucos parâmetros.</p>	<p>Dificuldade de aplicação para áreas não medidas devido à falta de relações físicas directas dos parâmetros da bacia.</p> <p>Modelo muito simples para prever a perda por infiltração de um evento.</p>
Défice e Constante Inicial	<p>Pode ser usado por um longo período de simulação</p>	<p>Similar a constante inicial.</p>
SCS	<p>Simple, previsível e estável.</p> <p>Contempla um único parâmetro, o qual varia conforme o grupo, uso e tratamento do solo.</p> <p>Características fidedignas, boa documentação ambiente de introdução de dados razoável.</p> <p>Método estável, aceite nos EUA e outros países.</p>	<p>Prevê valores que não coincidem com a teoria clássica de vazão insaturada.</p> <p>Resultado da Infiltração aproxima-se do zero durante uma chuva de longa duração, principalmente quando a constante não se encontra especificada.</p> <p>Desenvolvido com dados de pequenas bacias agrícolas nos EUA</p> <p>Condição inicial padrão ($I_a=0.2S$) não depende das características da chuva, do tempo, nem da situação anterior.</p> <p>Não é considerada a intensidade da chuva (Perda constante de 25mm tanto para a chuva de uma hora como para um dia).</p>
Green Ampt	<p>Parâmetros podem ser estimados garantindo as características do solo da bacia</p>	<p>Não é usado correntemente na comunidade profissional, pois necessita de um número elevado de parâmetros que, por vezes, é difícil de quantificar.</p> <p>Muito utilizado academicamente, garantindo toda a parte de monitoramento laboratorial.</p>

Tabela 55 – Vantagens e Desvantagens dos métodos de perdas por Infiltração

Fonte:US Corps Army of Engineers (2006) retirado de Avaliação da Vulnerabilidade de

Barragens ao rompimento de pequenos barramentos localizados a montante de Mendes(2008)

10.2. Equações de Infiltração

10.2.1. Método do Número de Escoamento do Soil Conservation Service

O modelo em estudo tem delimitadas bacias hidrográficas estando sobre estas a Urbanização Vales do Algoz tendo-se adoptado o modelo da curva de escoamento do Soil Conservation Service (SCS), na qual estima o excesso de precipitação em função da precipitação acumulada, uso do solo, tipo de cobertura vegetal e humidade entecedente no solo, sendo contabilizada no modelo HEC-HMS pela seguinte forma:

$$Pe = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50,80\right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203,20}$$

Em que:

Pe – Precipitação efectiva em mm;

P – Precipitação total em mm;

CN – número de escoamento pelo método SCS (adimensional);

No modelo SCS foi desenvolvido empiricamente a seguinte relação:

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

Sabe, também, que:

$$I_a = 0.2 \times S$$

Legenda:

S – Retenção máxima por infiltração ou estagnação em pequenas depressões do solo;

Logo, chega-se à equação:

$$I_a = \frac{5080}{CN} - 50.80$$

Em que:

I_a – Perda inicial (mm);

CN – Número do Escoamento pelo método SCS

10.2.2. Green-Ampt

O modelo de perda de Green-Ampt é um modelo conceitual de infiltração pelo qual a água passa através da superfície do solo para o interior desta. A taxa de infiltração é relacionada directamente com a vegetação, porosidade, conductividade hidráulica, teor de humidade do solo e pelo potencial matricial.

O modelo de Green Ampt é descrito pela seguinte expressão (Ven-Te-Chow, 1988):

$$F(t) = K \times t + \psi \times \Delta\theta \times \ln \left(1 + \frac{F(t)}{\psi \times \Delta\theta} \right)$$

Em que:

$F(t)$ – infiltração acumulada (mm);

K – conductividade hidráulica (mm);

t – tempo (horas);

ψ – potencial matricial (mm);

$\Delta\theta$ – variação volumétrica do teor de humidade do solo na passagem da frente de humedecimento (adimensional);

10.3. Modelos determinísticos Agregados

Existem vários métodos para o desenvolvimento do modelo de propagação conforme se pode verificar na tabela seguinte.

Modelos	Parâmetros	
Métodos de Perdas por Infiltração	Soil Conservation Service	S
	Green and Ampt	K, Ψ , $\Delta\theta$
Métodos de transformação do excesso de precipitação em vazão	Hidrograma Unitário	t_{lag}
Método do Fluxo de Base	Recessão	K
	Lag	t_{lag}
Método do Escoamento	Muskingum	X,K
	Muskingum-Cunge	μ , Δt , X, K

Tabela 56 – Parâmetros dos Modelos utilizados no HEC-HMS

O HEC-HMS tem à disposição cinco métodos principais de transformação de precipitação em escoamento:

- Hidrograma Unitário de Clark;
- Hidrograma Unitário de Snyder;
- Hidrograma Unitário SCS;
- Modclark;
- Onda Cinemática.

10.3.1. Modelo Geral de um sistema hidrológico agregado

Para um sistema hidrológico pode-se relacionar a equação da continuidade da água armazenada no sistema com os caudais de entrada e de saída no sistema hidrológico conforme está expressa na seguinte equação:

$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(t)$$

Em que:

I – caudal de entrada no sistema;

Q – caudal de saída do sistema.

É necessário uma segunda relação, a função do armazenamento que permite relacionar S, I e Q. Assim, com a combinação da função do armazenamento e a equação da continuidade dá origem a uma equação combinada em que as incógnitas são possíveis de serem solucionadas. O volume armazenado será apresentado na seguinte fórmula:

$$S = f \times \left(I, \frac{dI}{dt}, \frac{d^2I}{dt^2}, \dots, Q, \frac{dQ}{dt}, \frac{d^2Q}{dt^2}, \dots \right)$$

10.3.2. Modelo de um sistema hidrológico linear

A função do armazenamento pode ser escrita da seguinte forma:

$$S = a_1 \times Q + a_2 \times \frac{dQ}{dt} + a_3 \times \frac{d^2Q}{dt^2} + \dots + a_n \times \frac{d^{n-1}Q}{dt^{n-1}} \\ + b_1 \times I + b_2 \times \frac{dI}{dt} + b_3 \times \frac{d^2I}{dt^2} + \dots + b_m \times \frac{d^{m-1}I}{dt^{m-1}}$$

Para que a função S, acima descrita, descreva um sistema linear $a_1=k$, em que k é uma constante do sistema e os restantes coeficientes são nulos, tem-se:

$$S = k \times Q$$

Aplicando-se a equação da continuidade na expressão acima indicada tem-se:

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

$$\frac{d(k \times Q)}{dt} = I - Q$$

Obtendo-se:

$$k \times \frac{dQ}{dt} + Q(t) = I(t)$$

Através da equação diferencial obtém-se:

$$e^{1/k} \times \frac{dQ}{dt} + \frac{1}{k} \times e^{t/k} \times Q(t) = \frac{1}{k} \times e^{1/k} \times I(t)$$

$$\frac{d}{dt}(Q \times e^{1/k}) = \frac{1}{k} \times e^{1/k} \times I(t)$$

Integrando, com a condição de $Q=Q_0$ para $t=0$, tem-se:

$$\int_{Q_0,0}^{Q(t),t} d(Q \times e^{1/k}) = \left(\frac{1}{k} \times e^{\tau/k} \times I(\tau) \right) dt$$

Em que τ é uma variável de integração e assim:

$$Q(t) = Q_0 \times e^{-t/k} + \int_0^t \left(\frac{1}{k} \times e^{-\frac{(t-\tau)}{k}} \times I(\tau) \right) dt$$

$$Q(t) = \int_0^t [I(\tau) \times u \times (t - \tau)] dt$$

Em que:

t – tempo;

τ – constante de integração que representa o instante em que ocorre a entrada de volume unitário no sistema unitário;

k – constante do sistema.

Para uma resposta linear à entrada de um volume unitário instantaneamente no sistema, designa-se por impulso unitário sendo dado por:

$$u(t - \tau) = \frac{1}{k} \times e^{-\frac{1-\tau}{k}}$$

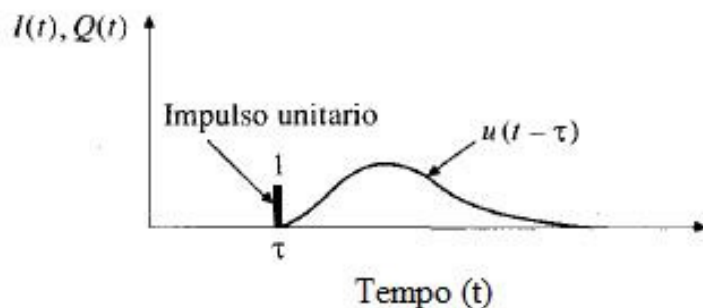


Figura 54 – Resposta de um Reservatório Linear a um impulso unitário

Fonte: Hidraulica Aplicada (et al.Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

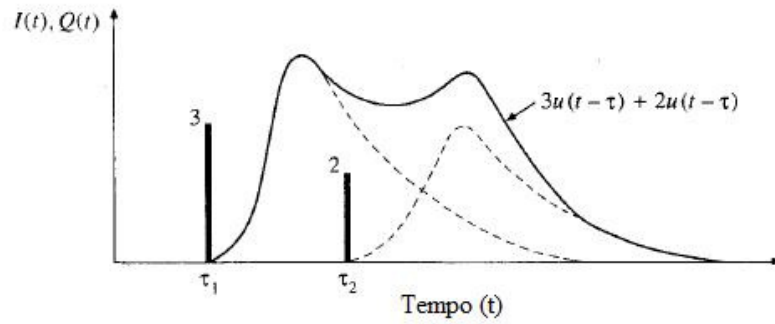


Figura 55 – Resposta de um Reservatório Linear a dois impulsos.
 Fonte: Hidraulica Aplicada (et al.Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

Para a entrada de um caudal unitário constante e com duração infinita, a resposta do sistema linear, define-se através:

$$g(t) = \int_0^t u(l) dl$$

$$g(t) = \int_0^t \left[\frac{1}{k} \times e^{-\frac{1}{k}l} \right] dl$$

$$g(t) = \left[-e^{-\frac{1}{k}l} \right]_0^t$$

$$g(t) = 1 - e^{-\frac{t}{k}}$$

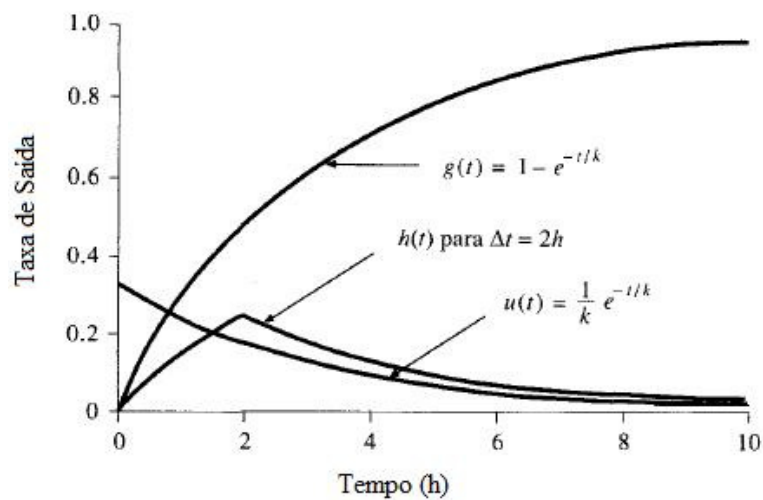


Figura 56 – Funções de entrada de volume para um reservatório inicial com $k=3h$.
 Fonte: Hidraulica Aplicada (et al.Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

Para a entrada de um volume unitário no sistema num intervalo de tempo Δt e com caudal $\frac{1}{\Delta t}$, a resposta do sistema é dada por:

$$h(t) = \frac{1}{\Delta t} \times [g(t) - g(t - \Delta t)]$$

Para $0 \leq t \leq \Delta t$, $g(t - \Delta t) = 0$, logo:

$$h(t) = \frac{1}{\Delta t} g(t) = \frac{1}{\Delta t} \times \left(1 - e^{-\frac{t}{k}}\right)$$

Para $t > \Delta t$

$$h(t) = \frac{1}{\Delta t} \times \left[1 - e^{-\frac{t}{k}} - \left(1 - e^{-\frac{(t-\Delta t)}{k}}\right)\right] = \frac{e^{-\frac{t}{k}}}{\Delta t} \times \left(e^{\frac{\Delta t}{k}} - 1\right)$$

10.3.3. Hidrograma Unitário Sintético

O hidrograma unitário determinado para uma secção de uma linha de água de uma bacia hidrográfica é válido somente nessa secção. Os Hidrogramas unitários sintéticos servem para determinar hidrogramas unitários para outras secções da mesma bacia hidrográfica ou mesmo para outras bacias hidrográficas com características semelhantes (Lança, 2000).

O hidrograma unitário de Clark não é mais que um método de hidrograma unitário sintético, que usa como parâmetros o tempo de concentração e o coeficiente de armazenamento para determinação do hidrograma de translação resultante a partir da precipitação. O tempo de concentração define o tempo máximo de caminho em que a água percorre toda a sub-bacia permitindo calcular a translação do hidrograma resultante. O coeficiente de armazenamento é usado no reservatório linear para quantificar o volume atenuado ao longo da bacia (Mendes, 2008).

10.3.4. Hidrograma Unitário Sintético de Snyder

Foram realizados estudos nos Montes Apalaches nos EUA, por Snyder (1938), em bacias com tamanhos entre 30 a 30.000Km², tendo sido desenvolvido um hidrograma em conjunto por Snyder e U.S. Army Corps of Engineers.

Assim o hidrograma unitário standard estabelece uma relação entre a duração da chuva e o tempo de retardamento:

$$t_p = 5.5 \times t_r$$

Em que:

t_p – tempo de duração da chuva;

Para o hidrograma unitário standard o tempo de retardamento é obtido pela expressão:

$$t_p = C_1 \times C_t \times (L \times L_c)^{0.3}$$

Em que:

t_p – tempo de retardamentos (horas);

L – comprimento do canal principal (km);

L_c – distância em Km desde a secção de controlo até ao ponto localizado na linha de água principal mais próximo do centro de gravidade da bacia;

C_1 – constante igual a 0.75;

C_t – coeficiente determinado por comparação com os hidrogramas de estações instrumentadas com as mesmas características.

O caudal de pico do hidrograma unitário standard é:

$$q_p = \frac{C_2 \times C_p}{t_p}$$

Em que:

q_p – caudal de pico por unidade de área da bacia hidrográfica e por centímetro de precipitação efectiva;

C_2 – constante igual a 2.75;

C_p – coeficiente determinado por comparação com bacias instrumentadas com as mesmas características;

Para o cálculo dos parâmetros C_t e C_p , para uma bacia instrumentada tem que se seguir as seguintes etapas:

- Os valores L e L_c, medem-se utilizando uma carta da bacia;
- A partir do hidrograma unitário da bacia, obtém-se os valores da duração efectiva, t_R (horas) e o tempo de retardamento t_{pR} (horas) e o caudal de pico q_{pR} por unidade de área (m³/s.km².cm);
- Se t_{pR} = 5.5t_R, então t_R = t_r = t_{pR} = t_p, e q_{pR} = q_p, Sendo para esta condição os parâmetros C_t e C_p, calculados pelas expressões já descritas anteriormente:

- $t_p = C_1 \times C_t \times (L \times L_c)^{0.3}$

- $q_p = \frac{C_2 \times C_p}{t_p}$

- Mas se t_{pR} ≠ 5.5t_R o tempo de retardamento é:

- $t_p = t_{pR} + \frac{t_r - t_R}{4}$

- Assim através das equações:

- $t_p = C_1 \times C_t \times (L \times L_c)^{0.3}$

- $q_p = \frac{C_2 \times C_p}{t_p}$

- As equações são resolvidas para t_r e t_p. Os valores de C_t e C_p são calculados pela expressão:

$$t_p = C_1 \times C_t \times (L \times L_c)^{0.3}$$

- Quando uma bacia não instrumentada tem as mesmas características de uma bacia instrumentada, e os coeficientes C_t e C_p foram determinados, estes são utilizados no hidrograma da estação não instrumentada.

- A relação entre q_p e o q_{pR} é dado por:

- $q_{pR} = \frac{q_p \times t_p}{t_{pR}}$

- O tempo base t_b (horas), do hidrograma unitário por forma a que a área do mesmo, seja igual ao volume de uma lamina de água com um centímetro distribuída uniformemente por toda a área da bacia. Assumindo uma forma triangular do hidrograma unitário, o tempo base é obtido pela expressão:

- $t_b = \frac{C_3}{q_{pR}}$

- Em que: C₃ – constante igual a 5.56.

- A largura em horas do hidrograma unitário para 75% e 50% do caudal de ponta obtido pela equação:
 - $W = C_w \times q_{pR}^{-1.08}$
 - Em que: C_w – constante igual 1.22 para 75% e 2.44 para 50%.

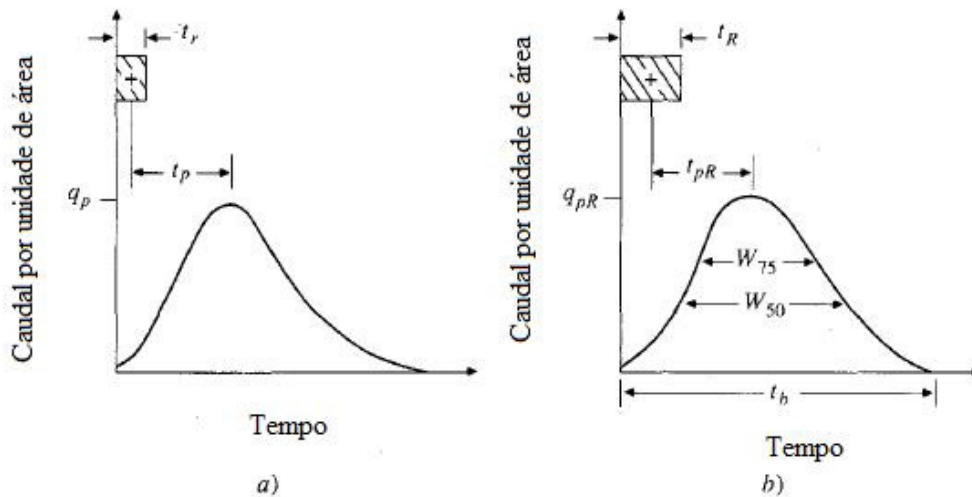


Figura 57 – Hidrograma Unitário de Snyder

Fonte: Hidraulica Aplicada (et al. Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

Legenda:

- a) Hidrograma unitário Standard ($t_{pR} = 5.5t_r$)
- b) Hidrograma unitário Requerido ($t_{pR} \neq 5.5t_r$)

10.3.5. Hidrograma Adimensional do Soil Conservation Service

O hidrograma adimensional SCS é um hidrograma unitário sintético.

O caudal de pico é determinado por:

$$q_p = \frac{2.08 \times A}{T_p}$$

Em que:

q_p – caudal de pico;

A – área da bacia em km;

T_p – tempo de ascensão.

O tempo de ascensão é calculado de acordo com a expressão:

$$T_p = \frac{t_r}{2} + 0.6 \times T_c$$

Em que:

T_c – tempo de concentração da bacia;

t_r – duração da chuva unitária, $t_r = \frac{T_c}{5}$

E assim, o tempo de recessão é obtido da seguinte forma:

$$T_r = 1.67 \times T_p$$

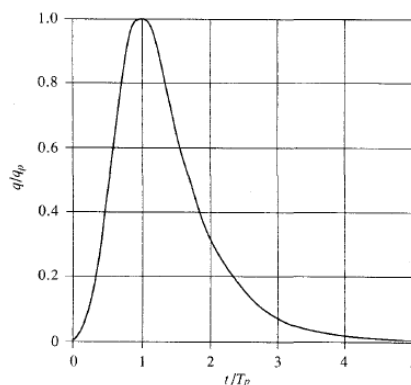


Figura 58 – Hidrograma Unitário Sintético SCS

Fonte: Hidraulica Aplicada (et al.Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

10.3.6. Método de Muskingum

O método de Muskingum é um método que permite modelar o volume armazenado do leito de um rio e o avanço de uma onda de cheia. Este método modela o armazenamento volumétrico da água contido num troço de um rio entre a combinação de duas parcelas, a cunha e o prisma, conforme é visível na figura seguinte.

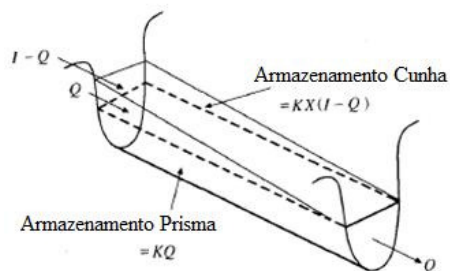


Figura 59 – Armazenamento Volumétrico da Cunha e do Prisma

Fonte: Hidraulica Aplicada (et al.Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

Assim, conforme é perceptível na figura:

$$V_{Prisma} = K \times Q$$

$$V_{Cunha} = K \times X \times (I - Q)$$

Em que:

K – constante de proporcionalidade;

Q – caudal a sair do troço do leito;

X – factor de ponderação, em que: $0 \leq X \leq 0.5$;

I – caudal a entrar no troço do leito.

Resultando a relação do volume total:

$$S = K \times [X \times I + (1 - X) \times Q]$$

A equação acima descrita representa um modelo linear para o trânsito de caudais e correntes.

Quando $X=0$, não existe cunha, tratando-se de um modelo de reservatório nivelado, suficientemente largo e fundo para que esteja sempre horizontal, mesmo na situação de entrada da água numa extremidade e saída noutra extremidade. Em leitos naturais o valor de X encontra-se entre 0 e 0.3 assumindo normalmente o valor 0.2 (et al, Chow, Maidment, Mays, 1994). O parâmetro K é o tempo de trânsito que a onda leva a atravessar o troço do canal.

A função do armazenamento em função do tempo $j \Delta t$, resulta na equação:

$$S_j = K \times [X \times I_j + (1 - X) \times Q_j]$$

Enquanto que para o instante $(j+1) \Delta t$:

$$S_{j+1} = K \times [X \times I_{j+1} + (1 - X) \times Q_j]$$

Através da variação entre as últimas duas equações durante o intervalo de tempo Δt , tem-se:

$$S_{j+1} - S_j = K \times \{ [X \times I_{j+1} + (1 - X) \times Q_{j+1}] - [X \times I_j + (1 - X) \times Q_j] \}$$

A variação atrás expressa pode ainda ser escrita da seguinte forma:

$$S_{j+1} - S_j = \frac{(I_j + I_{j+1})}{2} \times \Delta t - \frac{(Q_j + Q_{j+1})}{2} \times \Delta t$$

A combinação entre as duas equações atrás mencionadas gera a seguinte expressão:

$$Q_{j+1} = C_1 \times I_{j+1} + C_2 \times I_j + C_3 \times Q_j$$

Sendo que:

$$C_1 = \frac{\Delta t - 2 \times K \times X}{2 \times K \times (1 - X) + \Delta t}$$

$$C_2 = \frac{\Delta t + 2 \times K \times X}{2 \times K \times (1 - X) + \Delta t}$$

$$C_3 = \frac{2 \times K \times (1 - X) - \Delta t}{2 \times K \times (1 - X) + \Delta t}$$

Em que:

$$C_1 + C_2 + C_3 = 1$$

Se os hidrogramas de saída e de entrada forem conhecidos, o valor de k pode ser determinado da seguinte forma:

$$K = \frac{0.5 \times \Delta t \times [(I_{j+1} + I_j) - (Q_{j+1} + Q_j)]}{X \times (I_{j+1} - I_j) + (1 - X) \times (Q_{j+1} - Q_j)}$$

10.3.7. Método de Muskingum-Cunge

Através de algumas variações no modelo da onda cinemática e do método Muskingum, foi proposto um novo método por Cunge (1969). Assim, através de uma malha computacional de espaço-tempo, para a resolução numérica da onda cinemática, a equação de Muskingum pode ser rescrita do seguinte modo:

$$Q_{i+1}^{j+1} = C_1 \times Q_i^{j+1} + C_2 \times Q_i^j + C_3 \times Q_{i+1}^j$$

As variáveis C_1 , C_2 e C_3 , são as que já foram definidas no método Muskingum.

As variáveis X e K que se encontram descritas no método Muskingum, podem ser calculadas com base na teoria da onda cinemática da seguinte maneira:

$$K = \frac{\Delta x}{c_k} = \frac{\Delta x}{dQ/dA}$$

e

$$X = \frac{1}{2} \times \left(1 - \frac{Q}{B \times C_k \times S_0 \times \Delta x} \right)$$

Em que:

C_k – celeridade da onda cinemática;

Q – caudal na secção considerada;

B – largura superficial do escoamento na secção considerada.

10.3.8. Reservatórios Lineares em Série

O cálculo do reservatório linear é o único caso simplificado do modelo Muskingum onde a variável X é nula. O modelo hidrológico de uma bacia hidrográfica pode-se representar por uma série de “n” reservatórios lineares em série segundo (Nash, 1957, em Chow, Maidemnt, Mays, 1994).

O método é resumido na entrada de um volume unitário através de n reservatórios lineares, traduzindo-se num modelo matemático e num hidrograma unitário instantâneo da bacia.

Assim sendo a função do impulso à entrada de um volume unitário instantaneamente, que traduz o modelo do reservatório linear é deduzida na expressão:

$$u(t - \tau) = \frac{1}{k} \times e^{-(t-\tau)/k}$$

Com a função mencionada anteriormente, que descreve a saída do primeiro reservatório, para entrada no segundo, resultando em que o caudal de saída do segundo reservatório é:

$$q_2 = \int_0^t I(\tau) \times u \times (t - \tau) dt$$

$$q_2 = \int_0^t \left(\frac{1}{k} \times e^{-\frac{\tau}{k}} \times \frac{1}{k} \times e^{-\frac{t-\tau}{k}} \right) dt$$

$$q_2 = \frac{t}{k^2} \times e^{-t/k}$$

O caudal de saída do segundo reservatório entra no terceiro e assim sucessivamente conforme é demonstrado na figura seguinte.

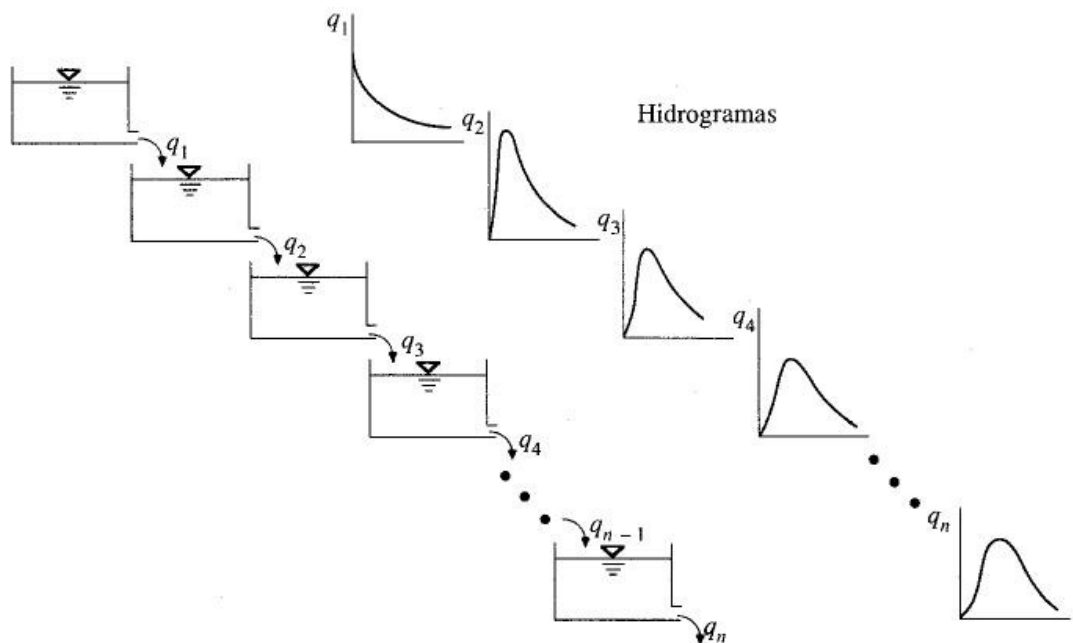


Figura 60 – Reservatórios Lineares em Série

Fonte: Hidraulica Aplicada (et al.Chow, Maidemnt, Mays, 1994)

Conclui-se neste modelo a seguinte equação:

$$q_n(t) = u(t) = \frac{1}{\Gamma(n)} \times \left(\frac{t}{k} \right)^{n-1} \times e^{-t/k}$$

Os modelos de bacias hidrográficas podem ser constituídos por uma série de reservatórios lineares, cuja constante \$k\$ é a função do número de ordem do troço que este reservatório representa e a hierarquia destes reservatórios identificados como rede hidrográfica da bacia modelar. Desta forma, pode-se elaborar um hidrograma instantâneo geomorfológico (Rui Lança, 2000 de Boyd, et al. 1979; Rodriguez-Iturbe, e Valdes, 1979; Grupta, et al., 1980, Grupta, Rodriguez-Iturbe, e Wood, 1986, em Chow, 1980).

10.3.9. Método de ModClark

Consiste num método linear e distribuído, no qual a variabilidade espacial das características e os processos são considerados explicitamente (US. Corps Army of Engineers, 2006). O método ModClark não é mais que o método de Clark modificado e utiliza os métodos de Kull e Feldman (1988), Peters e Easton (1996). O método de Clark enquanto usa a curva tempo-área e o tempo de concentração para desenvolver o hidrograma de translação, o método de ModClark elimina a curva tempo-área e usa um tempo de concentração diferente para cada célula da “malha”, Assim cada célula da “malha” que representa a bacia, é discriminada a distância para saída da bacia, e o tempo de saída de cada célula é descrita pela seguinte expressão:

$$t_{cell} = t_c \times \frac{d_{cell}}{d_{max}}$$

Em que:

t_{cell} – tempo de concentração de cada célula (segundos);

t_c – tempo de concentração da bacia hidrográfica (segundos);

d_{cell} – distância percorrida da célula mais distante da saída (metros);

Deste modo, todas as células da “malha” terão o tempo de concentração baseada na equação acima descrita (Mendes [2008]).

10.3.10. Método da Onda Cinemática

O método da onda cinemática é a alternativa aos métodos empíricos. De acordo com Sing e Woolhiser (2002), o primeiro investigador deste modelo foi Keulegan (1944), que descreveu uma teoria sobre o escoamento superficial e indicando simplificações nas equações Saint-Venant gerando, assim, o modelo de onda cinemática. Lightill e Whithan (1955) criaram uma outra teoria da onda cinemática a qual é muito aceita nos dias de hoje para a modelagem hidráulica do escoamento superficial em grandes rios e processos hidrológicos.

Está representado este último modelo no HEC-HMS, descrevendo uma bacia como um canal aberto, com o escoamento de entrada igual ao excesso de precipitação. Depois de resolvida a equação a qual simula a superfície instável

de água num canal aberto, é obtido o hidrograma através de cálculo. Este método da onda cinemática no HEC-HMS tanto pode simular o comportamento do escoamento superficial em superfícies planas como simular o comportamento do escoamento em canais abertos.

São consideradas como equações fundamentais para este método as expressas em duas equações diferenciais às derivadas parciais de Saint-Venant.

A primeira equação apresentada refere-se à quantidade de movimento enquanto que, a segunda equação mencionada é referente à conservação de massa.

$$\frac{dy}{dx} = S_0 - S_f$$

$$S_f = S_0 - \frac{dy}{dx} - \frac{V}{g} \times \frac{dV}{dx} - \frac{1}{g} \times \frac{dV}{dt}$$

Em que:

S_f – energia do gradiente (ou declividade do fundo);

S_0 – declividade do fundo;

V – velocidade;

y – profundidade hidráulica;

x – distância ao longo do escoamento;

$\frac{dy}{dx}$ – gradiente de pressão;

$\frac{V}{g} \times \frac{dV}{dx}$ – representa a aceleração convectiva e descreve a variação da quantidade de movimento devido a uma mudança de velocidade no escoamento ao longo do canal;

$\frac{1}{g} \times \frac{dV}{dt}$ – representa a aceleração local que descreve a variação da quantidade de movimento devida à variação de velocidade em ordem ao tempo

A aplicabilidade do modelo da onda cinemática deve ser analisada antes do seu uso. Na equação da quantidade de movimento, o escoamento tem as seguintes características:

- A força de atrito e da gravidade são preponderantes sobre os termos da equação dinâmica;
- A relação entre o escoamento e o nível numa secção é biunívoca;
- O modelo simula apenas a influência de jusante, o que ocorre em regiões de estuários, marés, etc.
- O amortecimento de onda neste modelo deve-se ao armazenamento, não ocorre amortecimento devido a efeitos dinâmicos.

Todas as equações, termos, limitações e os conceitos sobre este método de transformação do excesso de precipitação em vazão é descrito em Chow (1959) e Cahaudhry (1993) (Mendes [2008]).

10.3.11. Método Lag

O método de propagação lag é o método mais simplificado que se encontra disponível no HEC-HMS. Este foi o método seleccionado para resolução do estudo em curso. Neste método o hidrograma de saída é o mesmo de entrada, todavia com todas as ordenadas transladadas (lag time) no tempo. Neste método não existe qualquer tipo de atenuação de onda ou processo de difusão, e inclusíve é muito utilizado em zonas urbanas de drenagem de canais (Pilgrim; Cordery, 1983).

Sabe-se que o método é descrito matematicamente:

$$O_t \begin{cases} I_t & t \geq lag \\ I_{t-lag} & t \leq lag \end{cases}$$

Em que O_t é a ordenada do hidrograma de saída no tempo t . I_t é a ordenada do hidrograma de entrada no tempo t e lag é o tempo no qual a ordenada de entrada é transladada.

Empiricamente o t_{lag} é representado por:

$$t_{lag} = 0,6 \times I_a \text{ (horas)}$$

Foi desta maneira que o t_{lag} foi calculado e inserido no HEC-HMS.

10.3.12. Método de Puls modificado

O método de Puls modificado encontra-se em utilização desde 1949 tendo sido modificado por U.S. Bureau of Reclamation. Baseia-se em aproximações de diferenças finitas da equação de conservação de massa (Henderson, 1966).

Para o método de Puls modificado a equação da continuidade é descrita por:

$$\frac{dQ}{dx} + \frac{dA}{dt} = 0$$

Sendo assim, a equação acima referida indica que a vazão de entrada lateral é insignificante, por o termo direito da equação ser zero permitindo variar a largura ao longo do canal. Re combinando a equação e incorporando as aproximações de diferenças finitas para as derivadas parciais:

$$\bar{I}_t - \bar{O}_t = \frac{\Delta St}{\Delta t}$$

Onde:

\bar{I}_t – média de vazão rio acima durante um período Δt ;

\bar{O}_t – média de vazão rio abaixo durante o mesmo período;

ΔSt – mudança de volume no rio durante o período;

Este método pode ser útil para representar ressaltos hidráulicos devido a restrições de escoamento no canal, também com efeitos no ressalto hidráulico serem completamente contidos no rio (U.S. Army Corps, retirado de Avaliação da Vulnerabilidade de Barragens ao rompimento de pequenos barramentos localizados a montante de Mendes[2008]).

10.4. Cenário 1

Seguidamente apresentam-se os passos para a construção do modelo no Cenário 1 (descrito no capítulo 6) do programa HEC-HMS, de modo a se obter os Hidrogramas pretendidos.

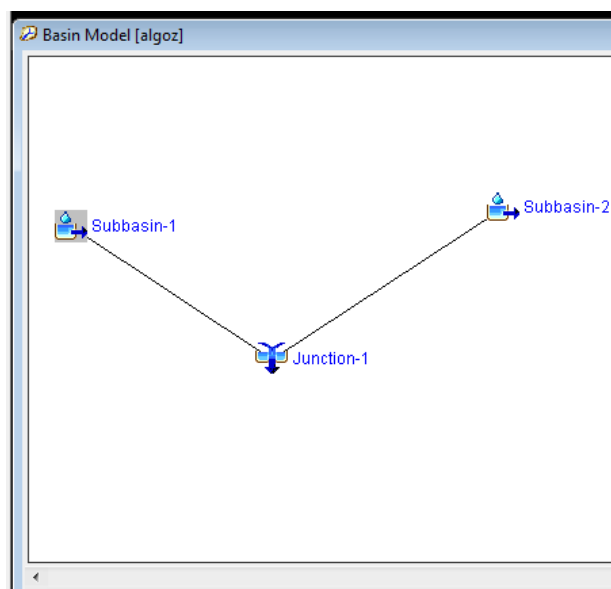


Figura 61 – Modelo traçado para o Cenário 1

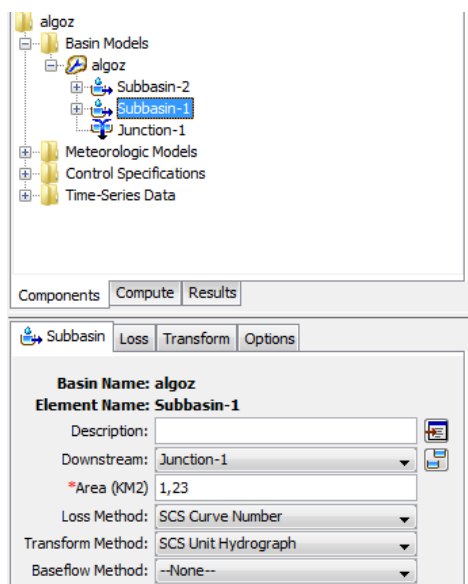


Figura 62 - Dados genéricos da bacia 1 e selecção do método de perdas

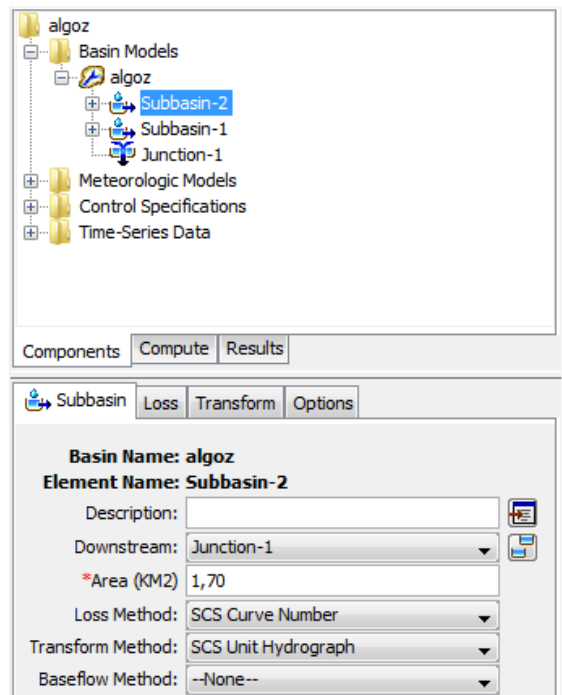


Figura 63 - Dados genéricos da bacia 2 e seleção do método de perdas

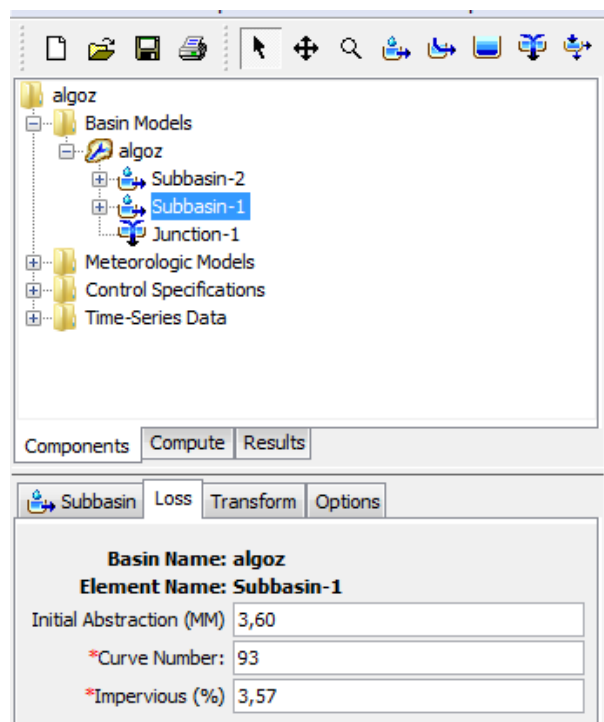


Figura 64 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 1

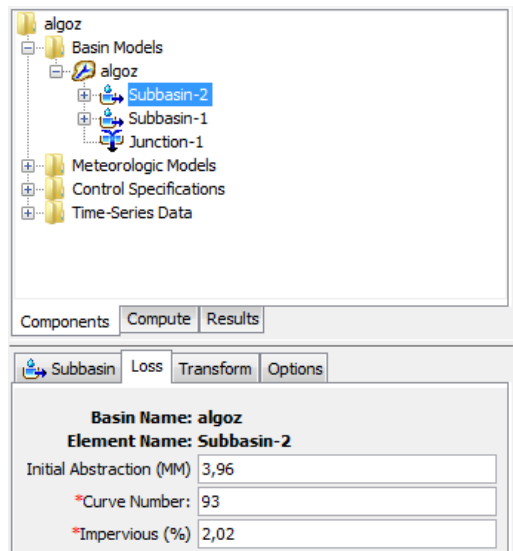


Figura 65 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 2

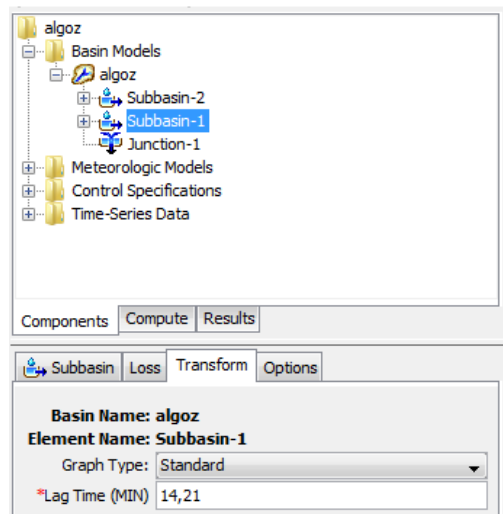


Figura 66 – T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 1

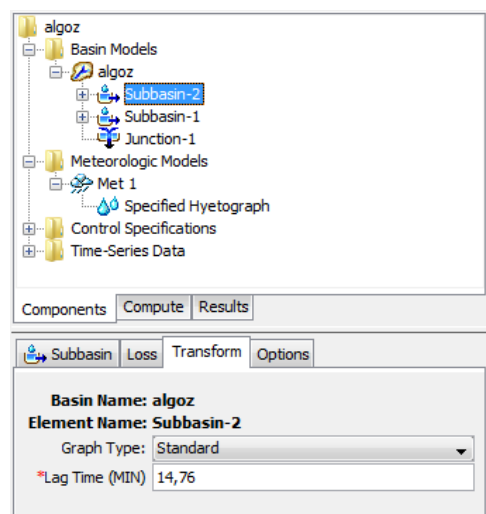


Figura 67 - T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 2

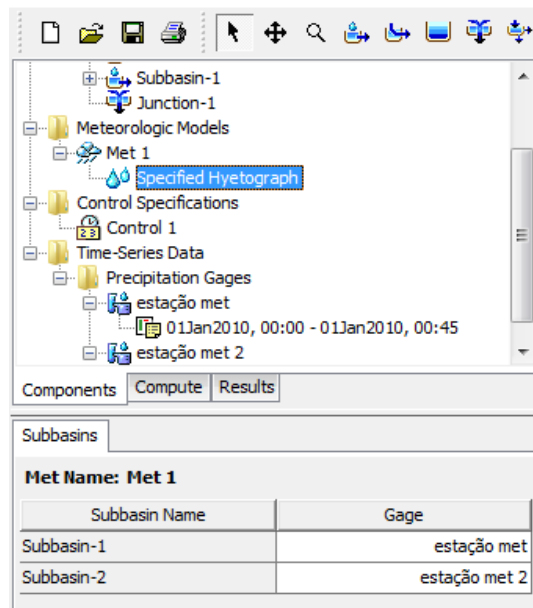


Figura 68 – Estação Met1 atribuída à bacia 1 e Estação Met 2 atribuída à bacia 2 no módulo meteorológico

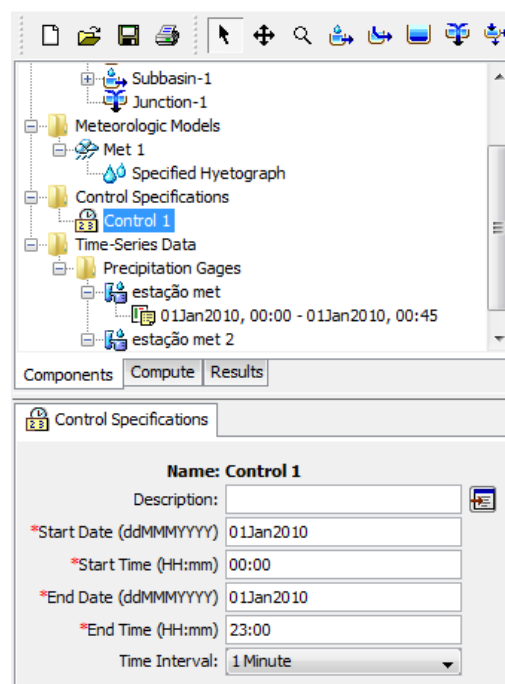


Figura 69 - Módulo de controlo da duração da simulação do Cenário 1

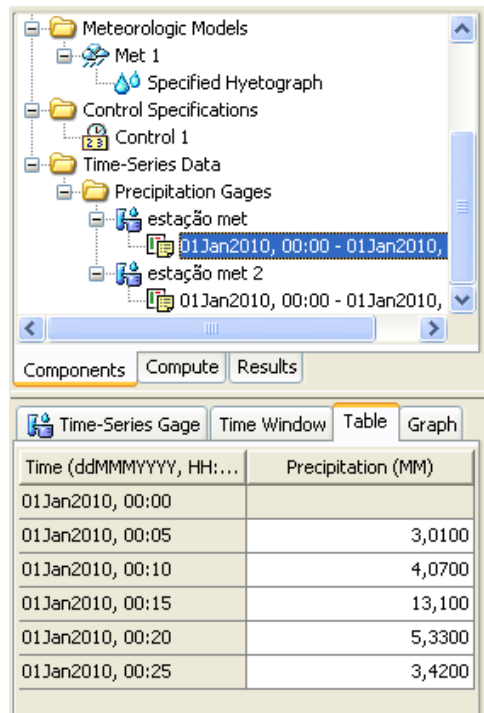


Figura 70 - Definição da chuvada na Estação Met 1

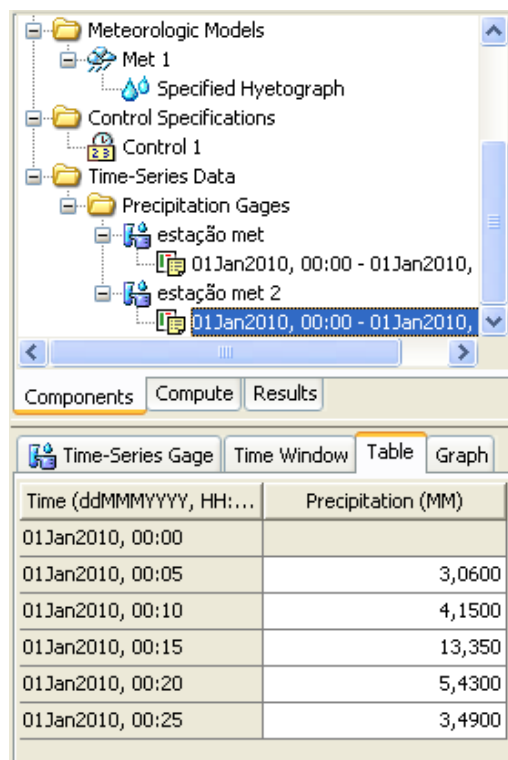


Figura 71 - Definição da chuvada na Estação Met 2

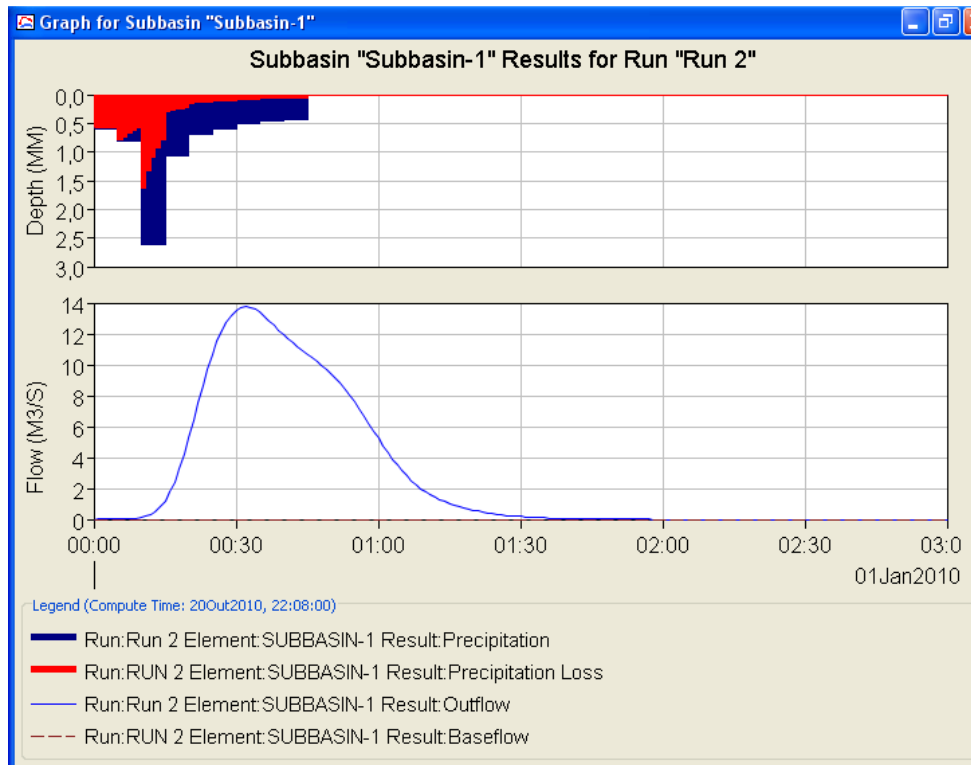


Figura 72 – Hidrograma da Bacia 1

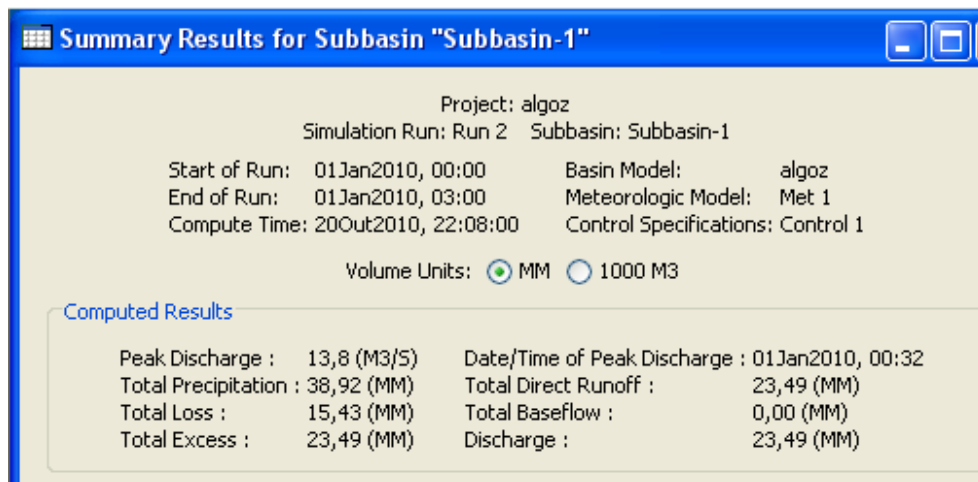


Figura 73 – Resumo dos Resultados da Bacia 1 (mm)

Tem-se um caudal de pico na bacia 1 de 13,80 m³/s, uma chuvada de 38,92 mm, dos quais 15,43 mm são perdas e 23,49 mm contribuem para o escoamento superficial.

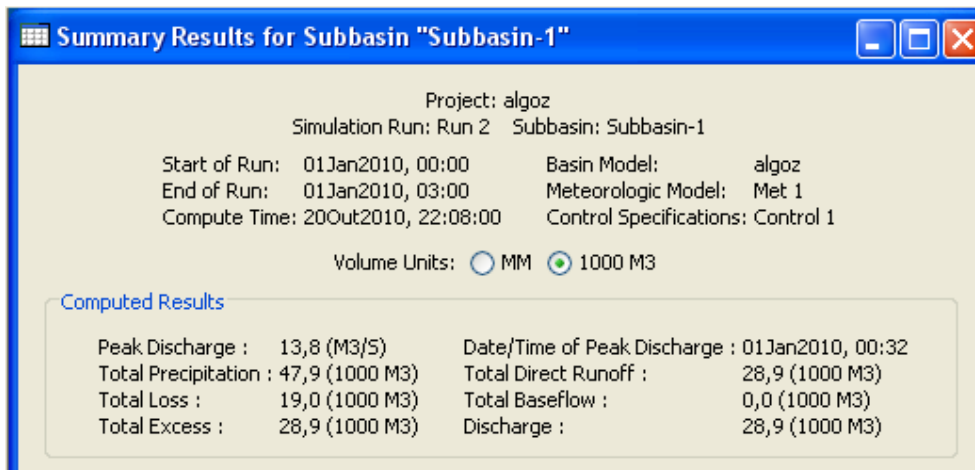


Figura 74 – Resumo dos Resultados da Bacia 1 (m³)

No evento centenário da bacia 1 são precipitados 47900 m³ dos quais 28900 m³ afluem ao sistema de drenagem superficial no período do evento (1 hora≈tc da bacia).

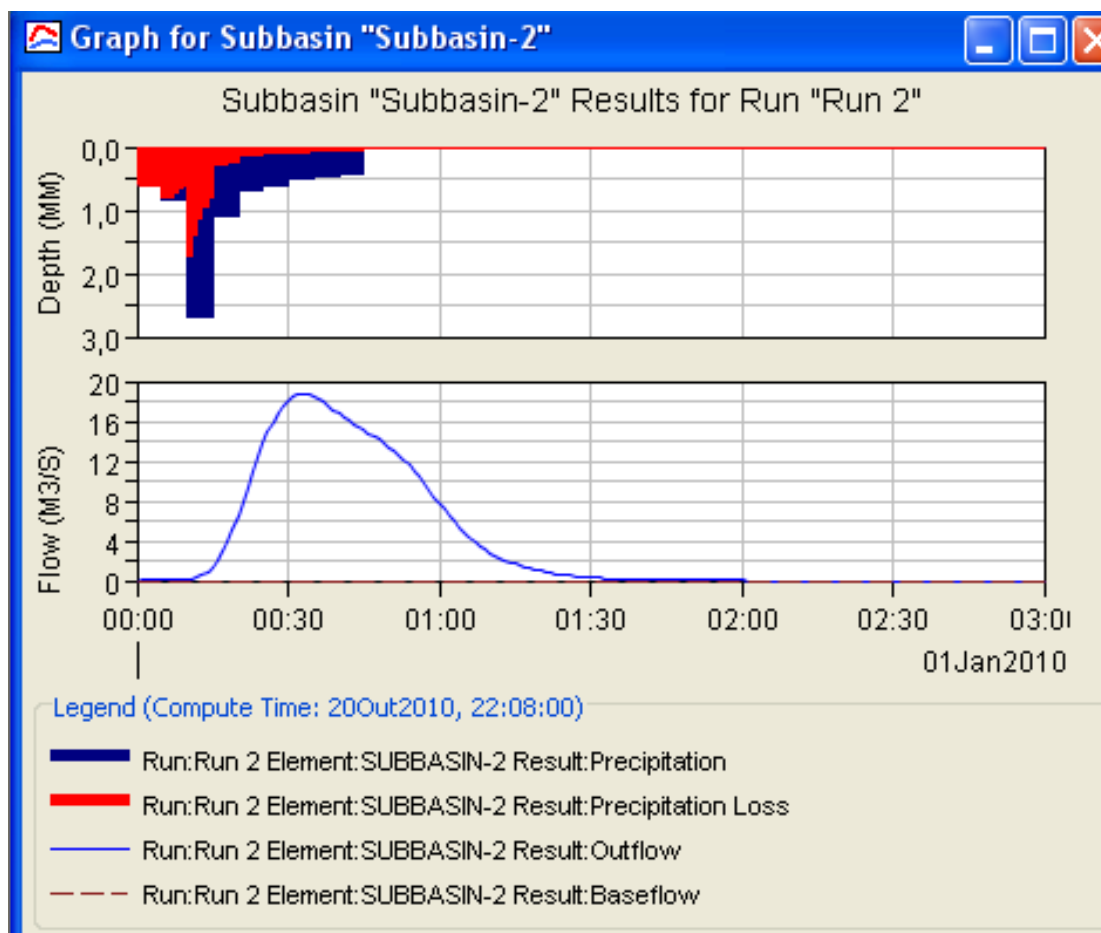


Figura 75 – Hidrograma da Bacia 2

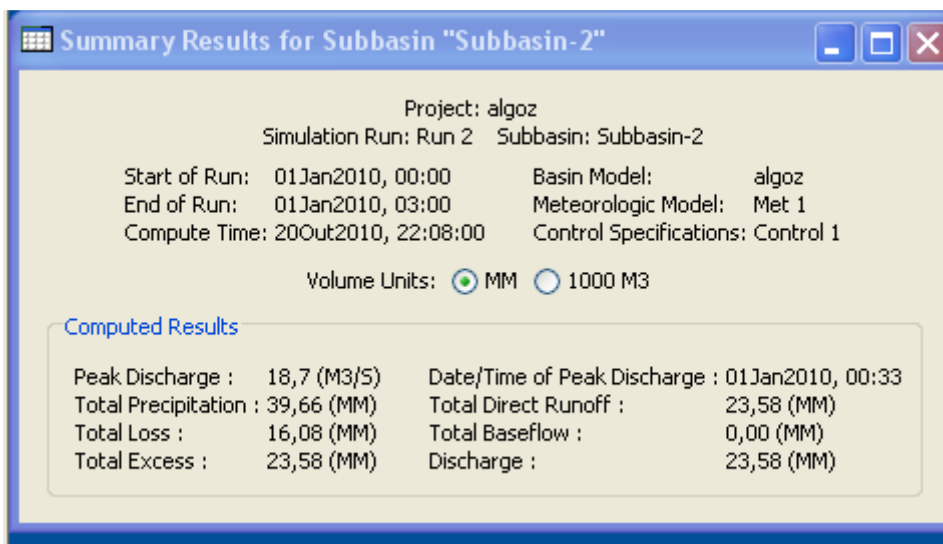


Figura 76 – Resumo dos Resultados da Bacia 2 (mm)

Consta-se um caudal de pico na bacia 2 de 18,70 m³/s, uma chuvada de 39,66 mm, dos quais 16,08 mm são perdas e 23,58 mm contribuem para o escoamento superficial.

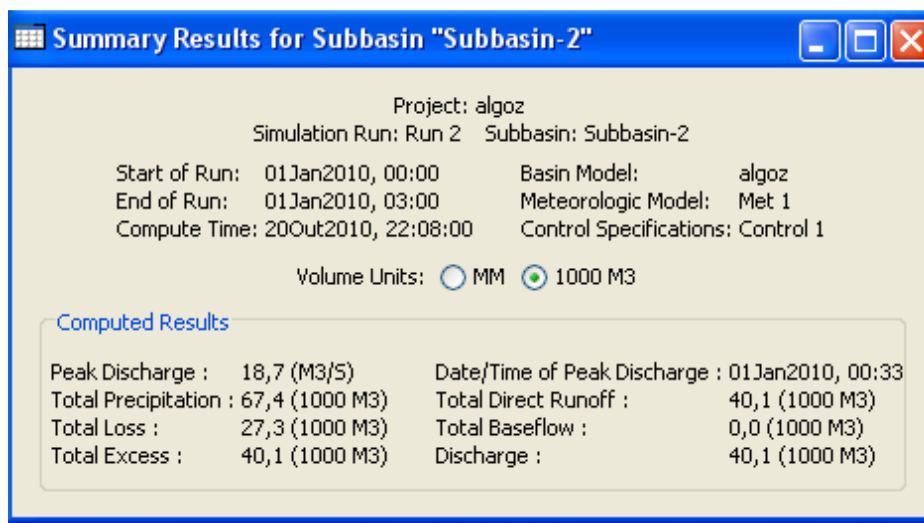


Figura 77 – Resumo dos Resultados da Bacia 2 (m³)

No evento centenário da bacia 2 são precipitados 67400 m³ dos quais 40100 m³ afluem ao sistema de drenagem superficial no período do evento (1 hora≈tc da bacia).

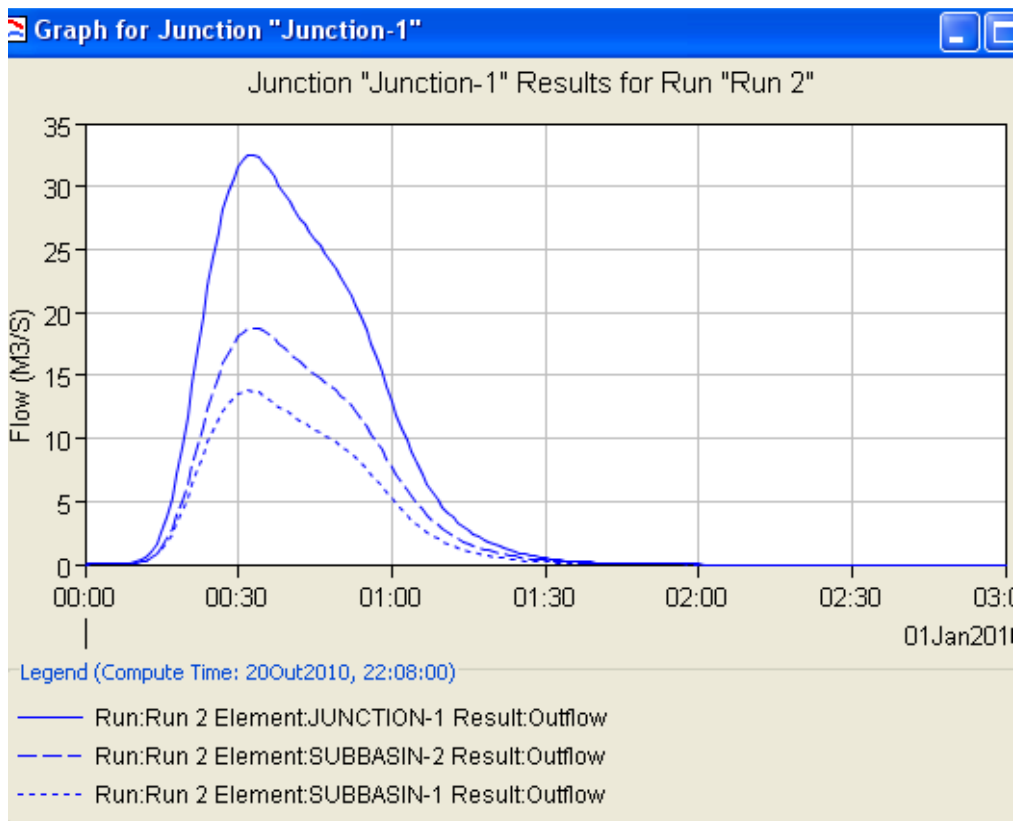


Figura 78 – Hidrograma Comparativo da Bacia 1 e 2 com o Hidrograma da “Junção” das duas Bacias

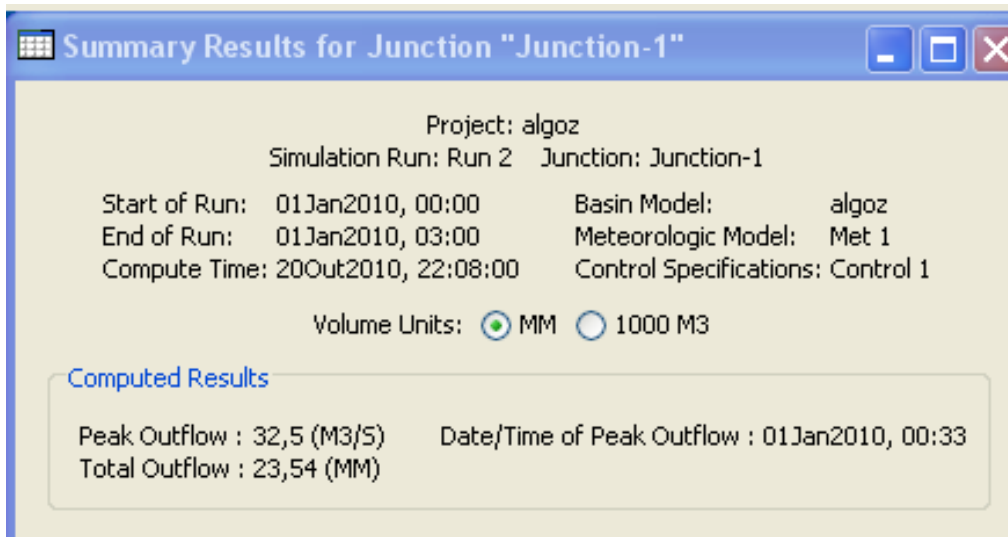


Figura 79 – Resumo dos Resultados da “Junção” das duas bacias (mm)

Obtém-se um caudal de pico combinado na “Junção” das duas bacias de 32,50 m³/s, e contribuem 23,54mm para o escoamento superficial combinado das duas bacias.

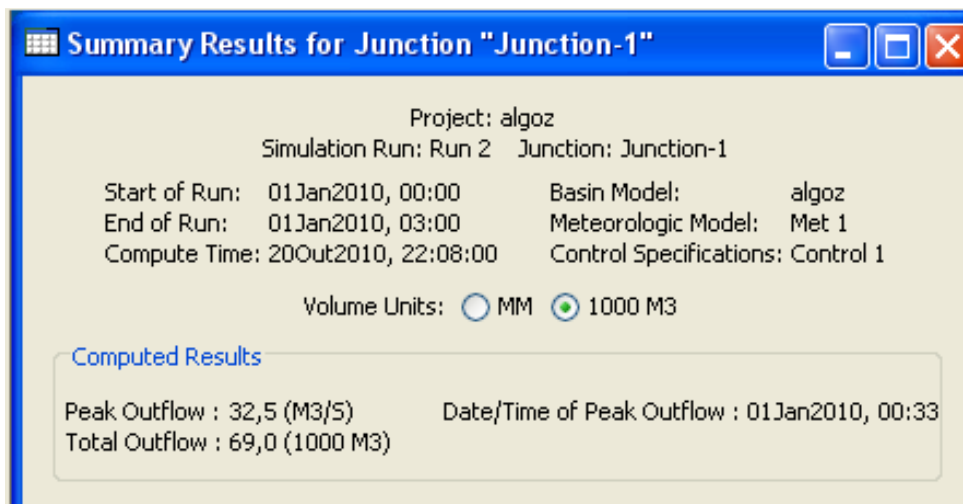


Figura 80 – Resumo dos Resultados da “Junção” das duas bacias (m³)

No evento centenário da “junção” das duas bacias afluem 69000 m³ no sistema de drenagem superficial.

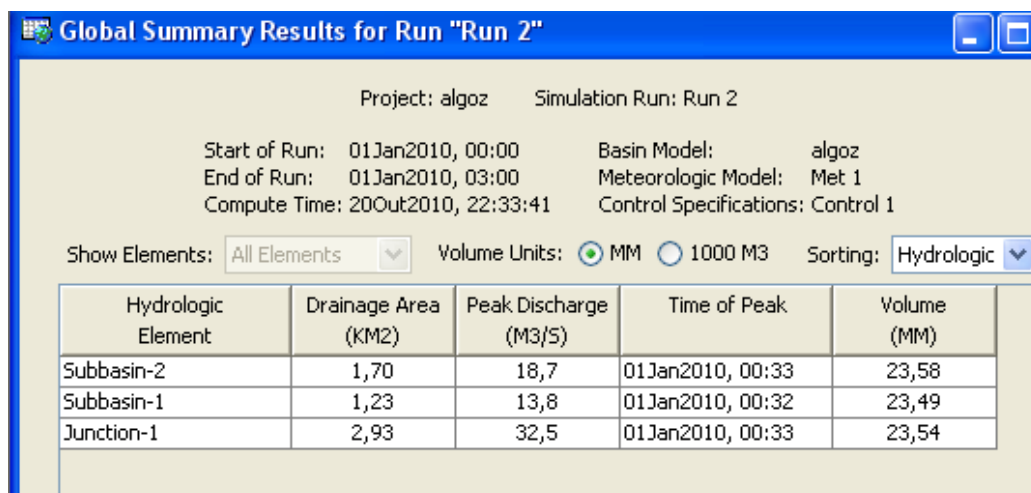


Figura 81 – Resumo dos Resultados do Cenário 1 (Volume - mm)

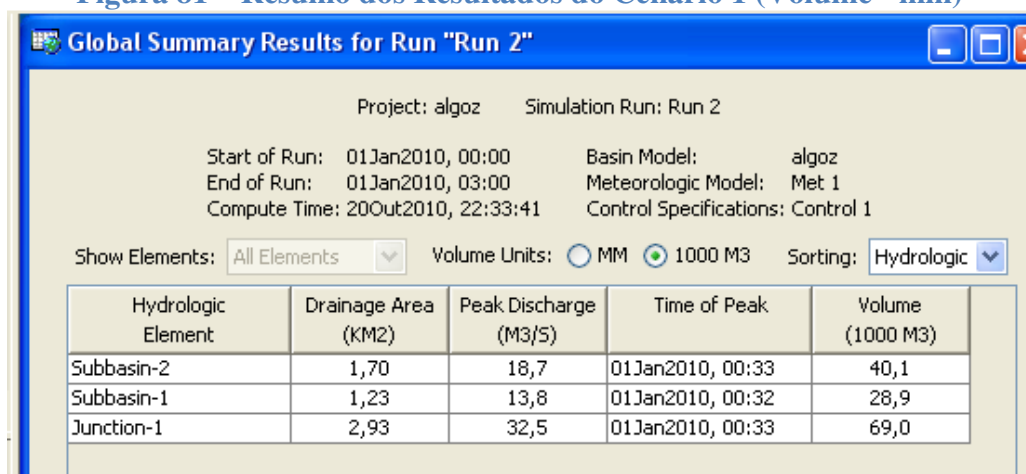


Figura 82 – Resumo dos Resultados do Cenário 1 (Volume - m³)

10.5. Cenário 2

Em relação, ao Cenário 2, seguem-se os passos para a construção do modelo descrito no cenário mencionado (descrito no capítulo 6) no programa HEC-HMS, de modo a se obter os Hidrogramas pretendidos.

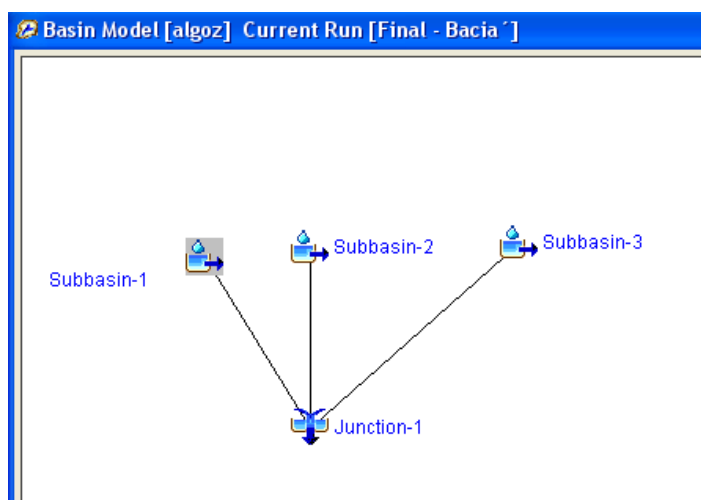


Figura 83 – Modelo traçado para o Cenário 2

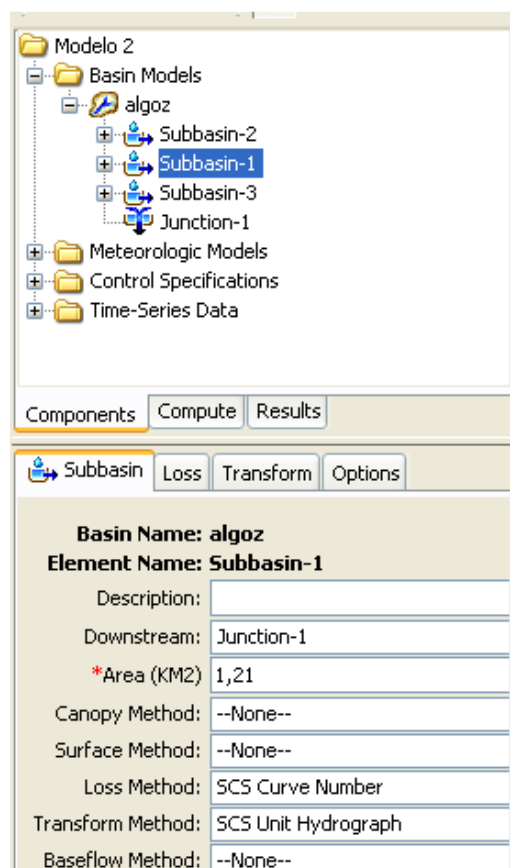


Figura 84 – Dados genéricos da bacia 1 e seleção do método de perdas

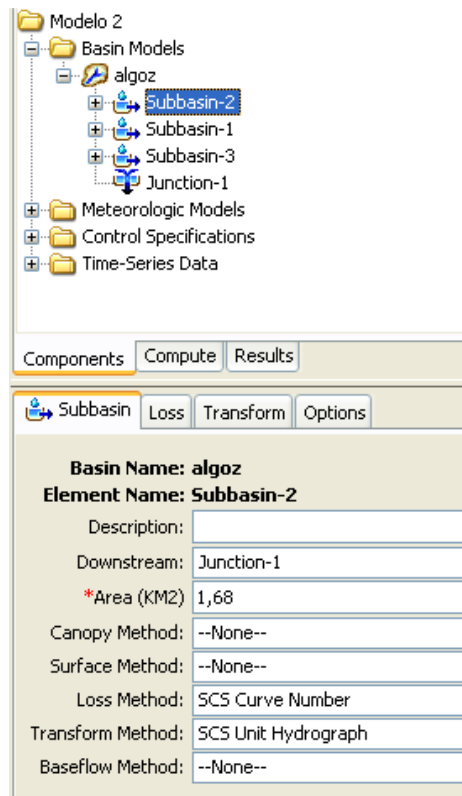


Figura 85 - Dados genéricos da bacia 2' e selecção do método de perdas

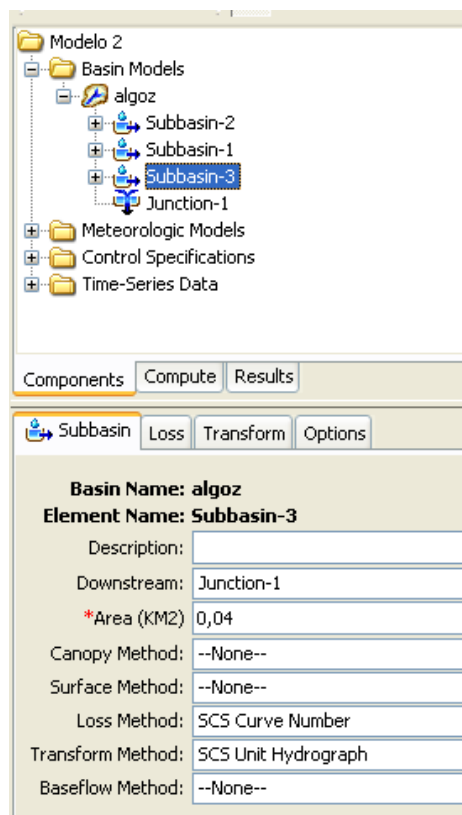


Figura 86 - Dados genéricos da bacia 3' e selecção do método de perdas

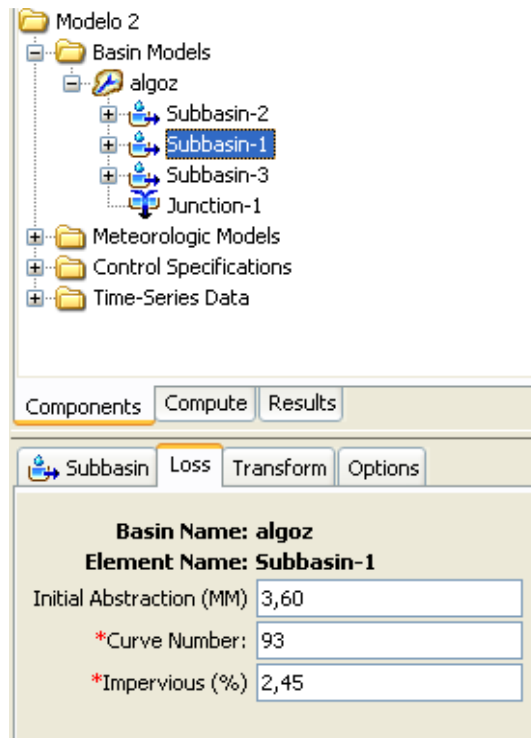


Figura 87 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 1'

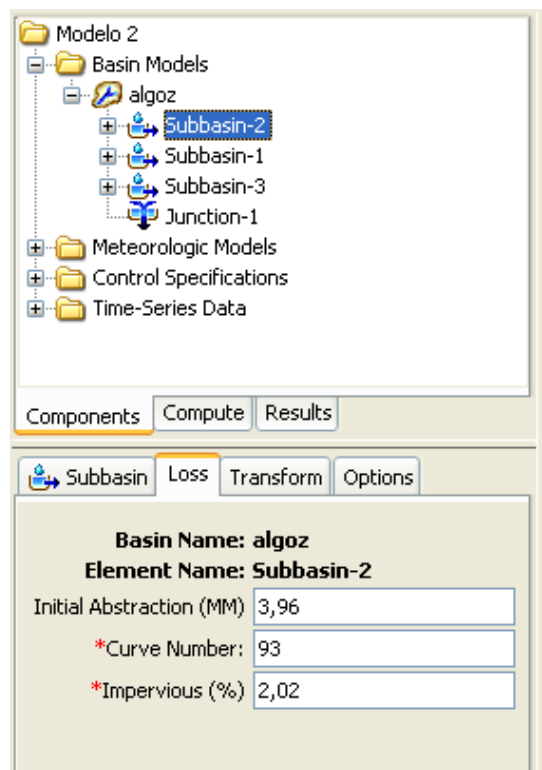


Figura 88 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 2'

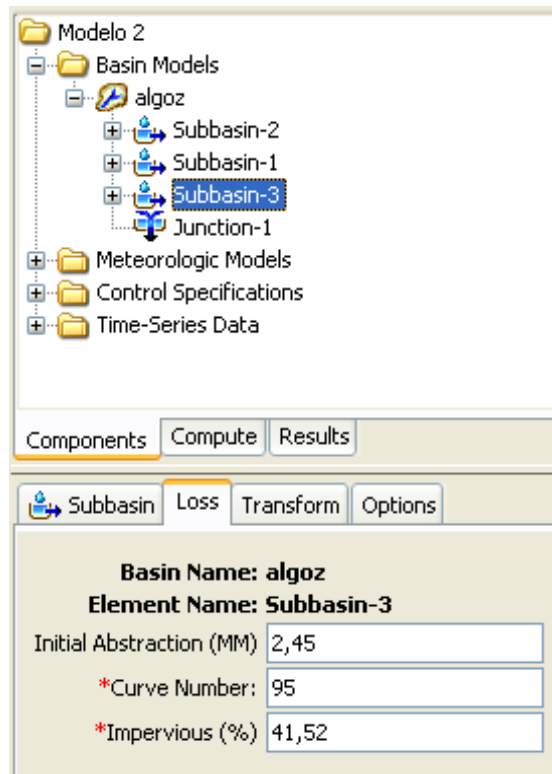


Figura 89 - Parâmetros requeridos pelo modelo de perdas seleccionado da Bacia 3'

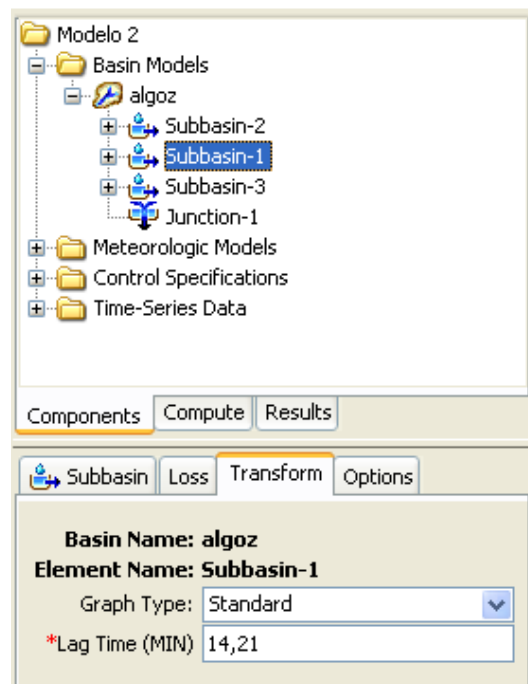


Figura 90 – T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 1'

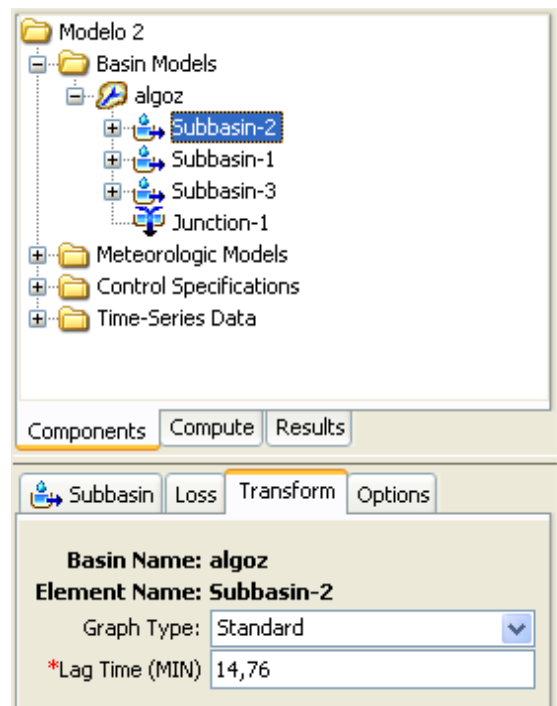


Figura 91 – T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 2'

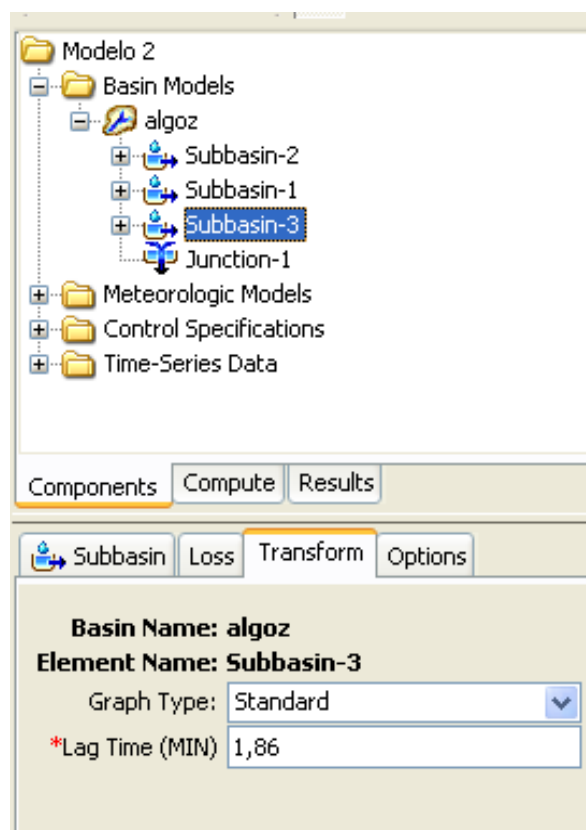


Figura 92 – T_{lag} corresponde a $0.6 \times T_c$ da Bacia 3'

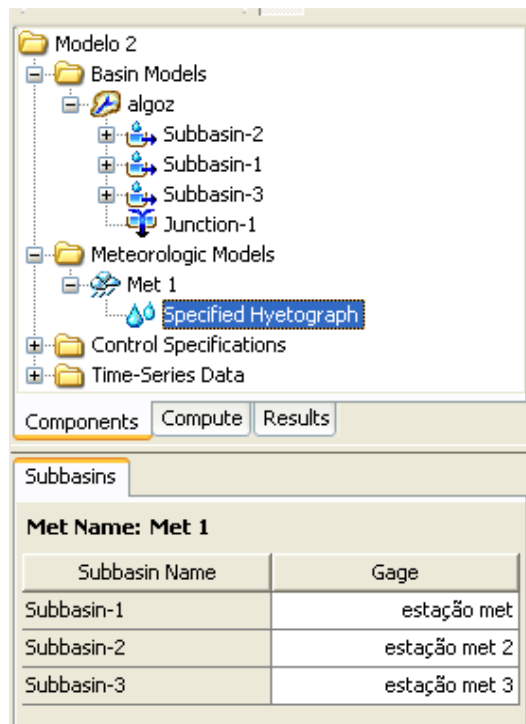


Figura 93 – Estação Met atribuída à bacia 1', Estação Met 2 atribuída à bacia 2' em Estação Met3 atribuída à bacia 3' no modelo meteorológico

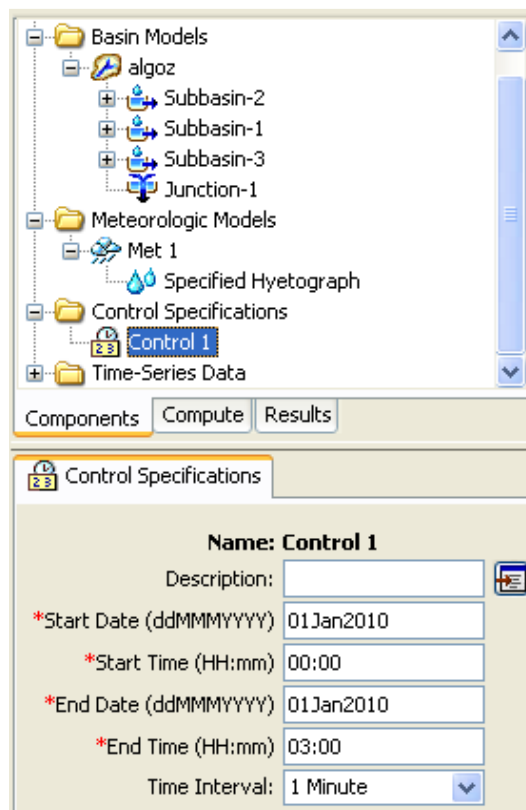


Figura 94 - Módulo de controlo da duração da simulação do Cenário 2

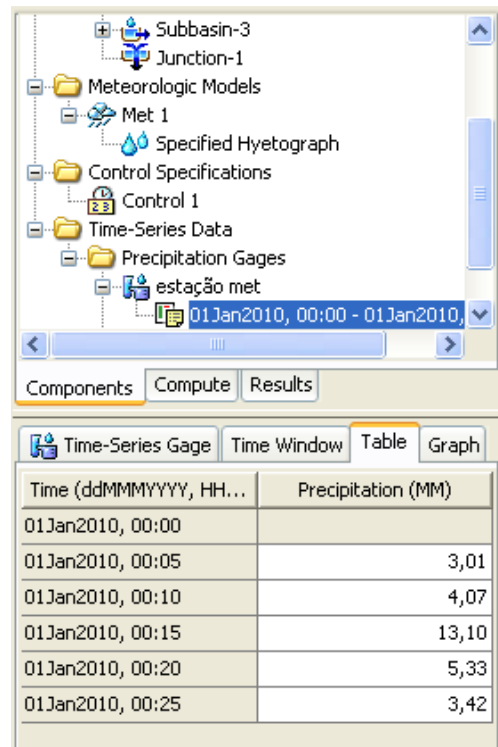


Figura 95 – Definição da chuvada na Estação Met

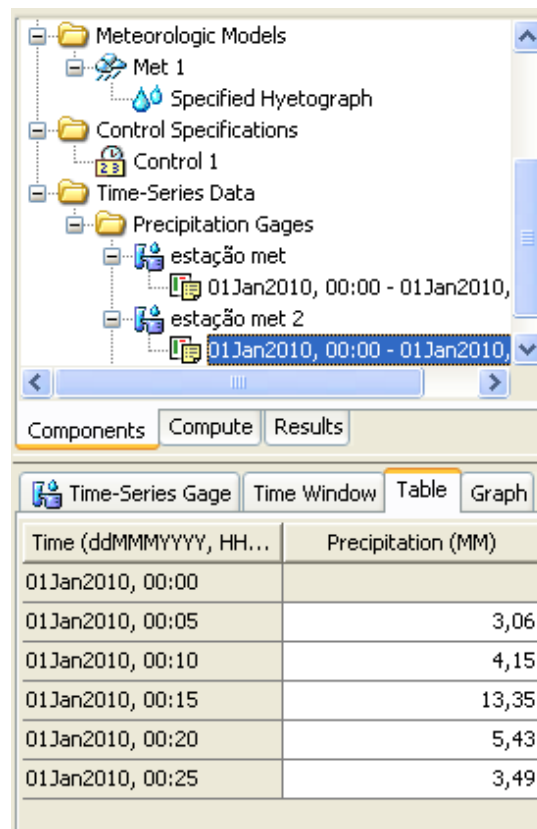


Figura 96 - Definição da chuvada na Estação Met 2

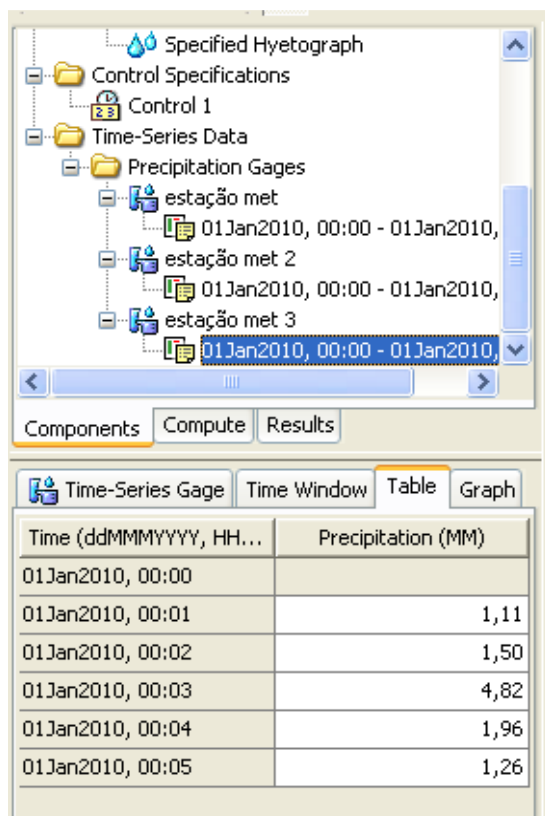


Figura 97 - Definição da chuvada na Estação Met 3

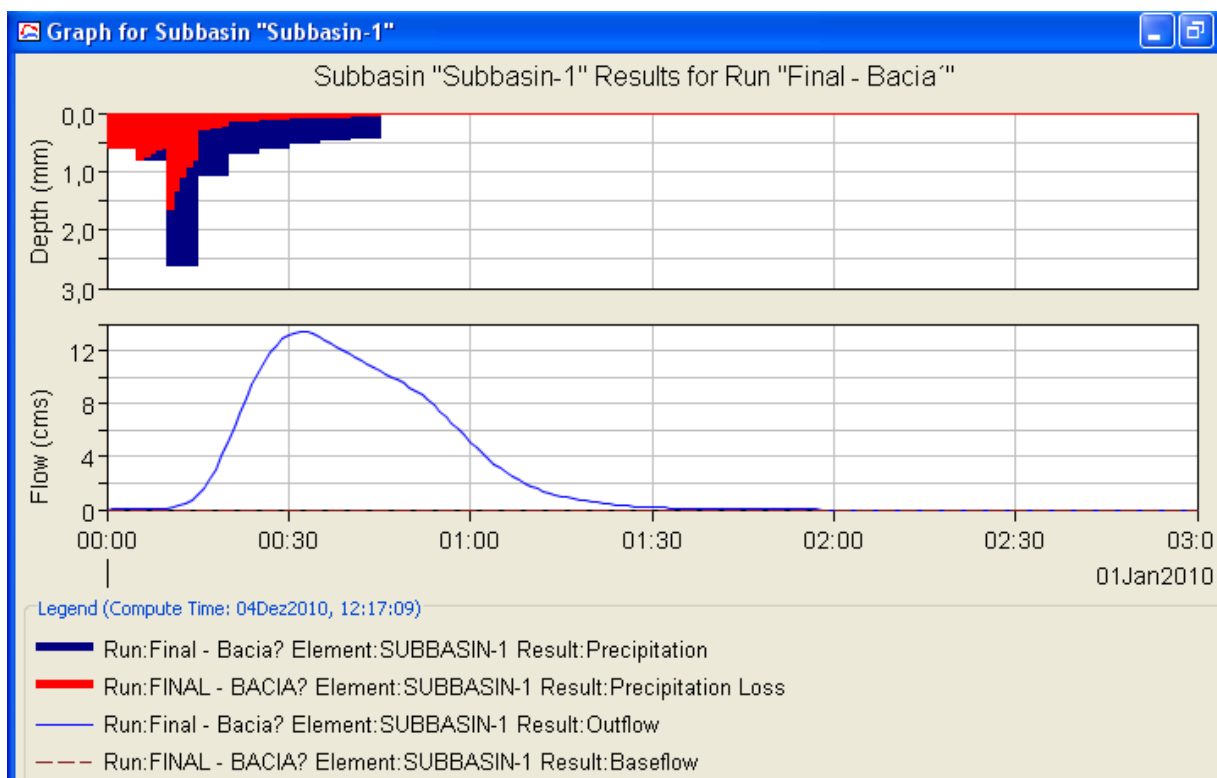


Figura 98 – Hidrograma da Bacia 1'

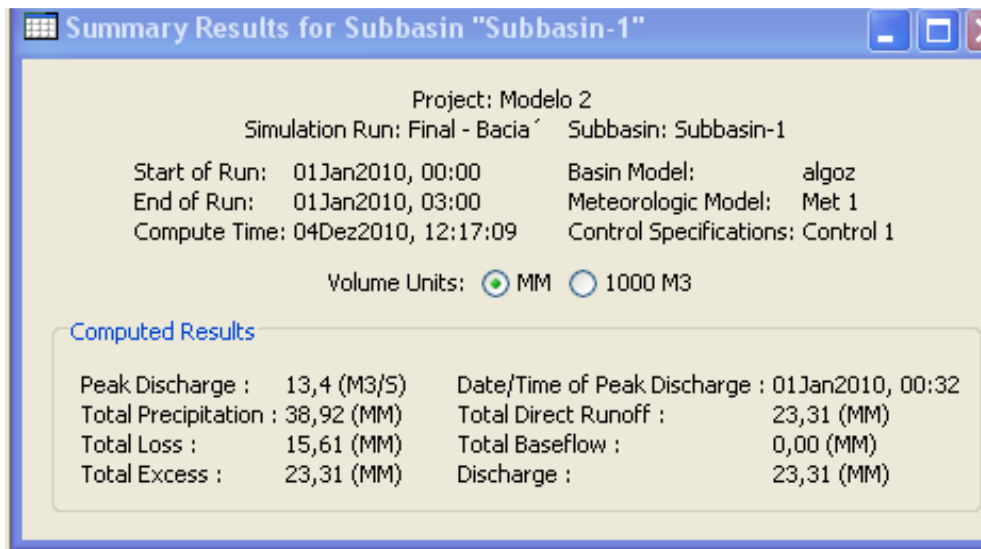


Figura 99 – Resumo dos Resultados da Bacia 1´ (mm)

Verifica-se um caudal de pico na bacia 1´ de 13,40 m³/s, uma chuvada de 38,92 mm, dos quais 15,61 mm são perdas (infiltração e outras) e 23,31 mm contribuem para o escoamento superficial.

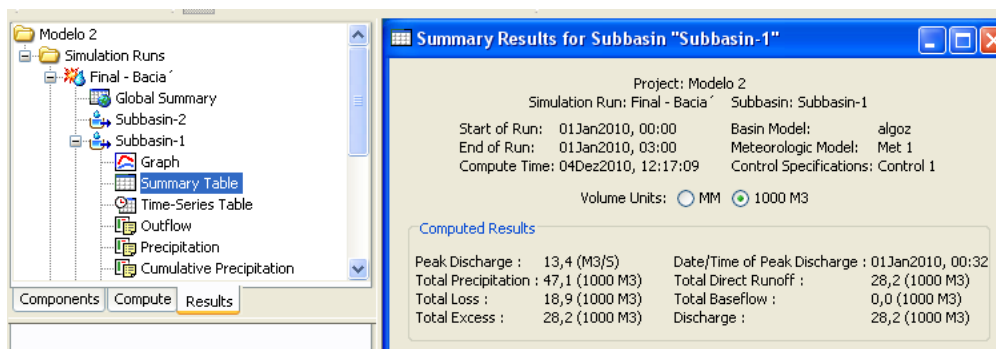


Figura 100 – Resumo dos Resultados da Bacia 1´ (m³)

No evento centenário da bacia 1´ são precipitados 47100 m³ dos quais 28200 m³ afluem ao sistema de drenagem superficial no período do evento (1 hora≈tc da bacia).

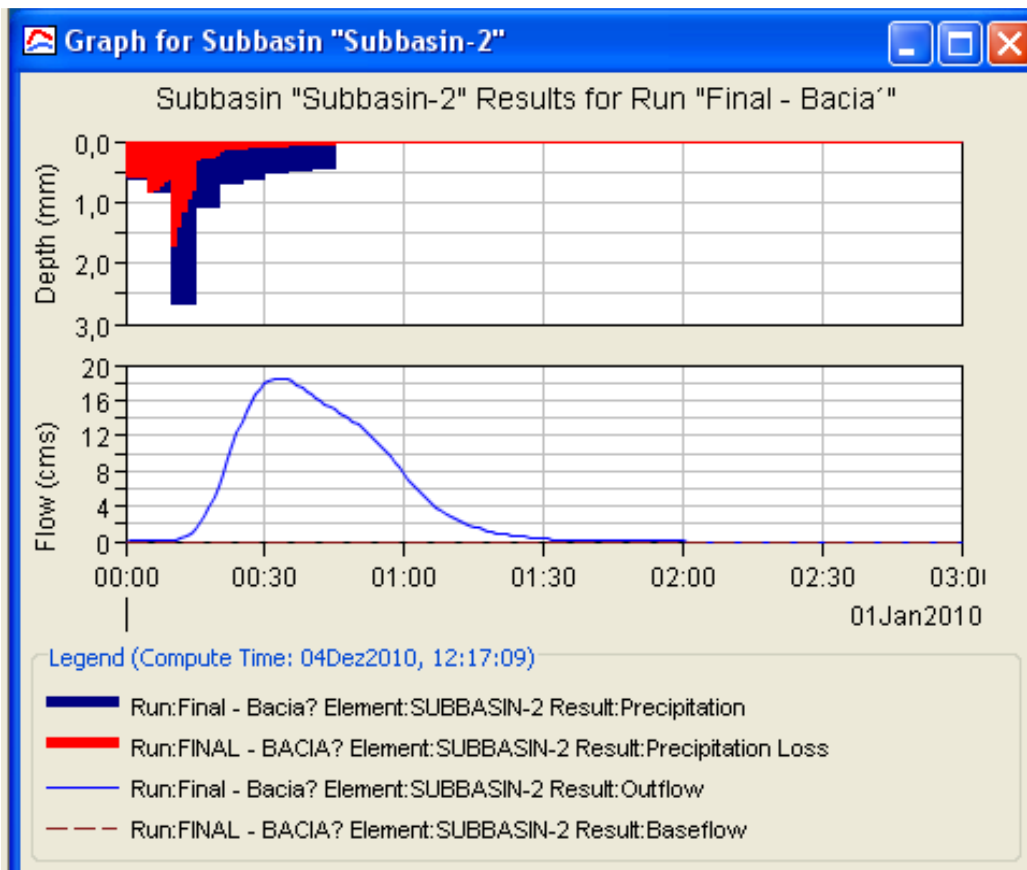


Figura 101 – Hidrograma da Bacia 2'

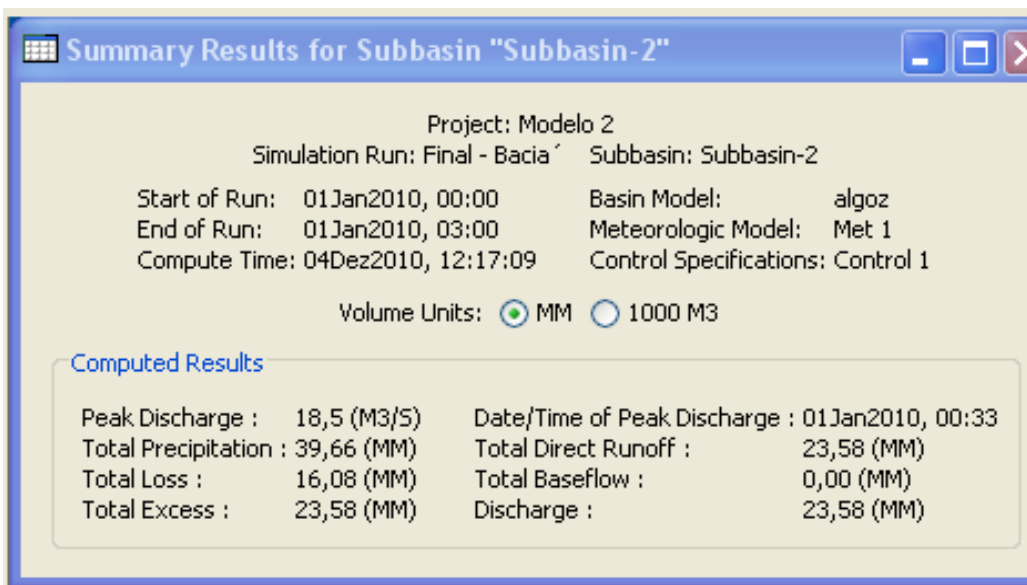


Figura 102 – Resumo dos Resultados da Bacia 2' (mm)

Tem-se um caudal de pico na bacia 2' de $18,50 \text{ m}^3/\text{s}$, uma chuvada de 39,66 mm, dos quais 16,08 mm são perdas (infiltração e outras) e 23,58 mm contribuem para o escoamento superficial.

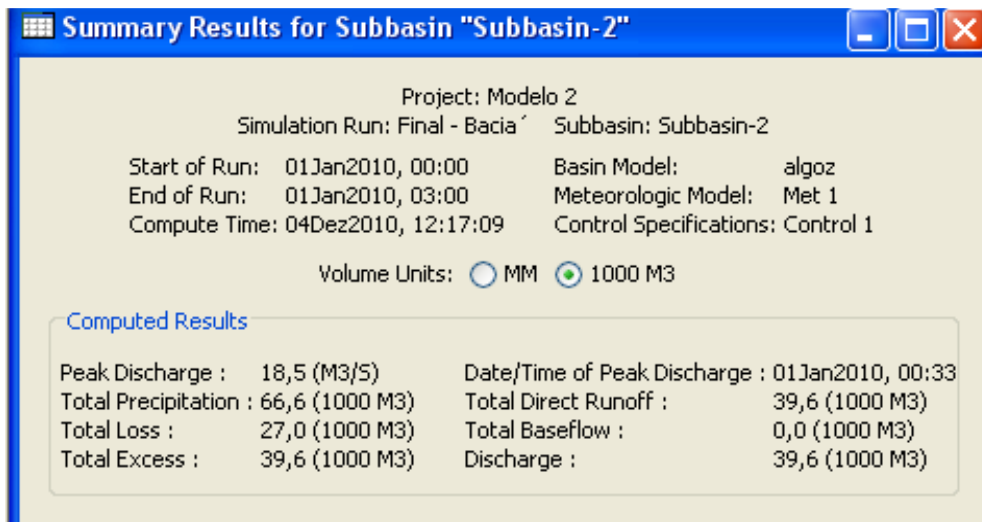


Figura 103 – Resumo dos Resultados da Bacia 2' (m³)

No evento centenário da bacia 2' são precipitados 66600 m³ dos quais 39600 m³ afluem ao sistema de drenagem superficial no período do evento (1 hora≈tc da bacia).

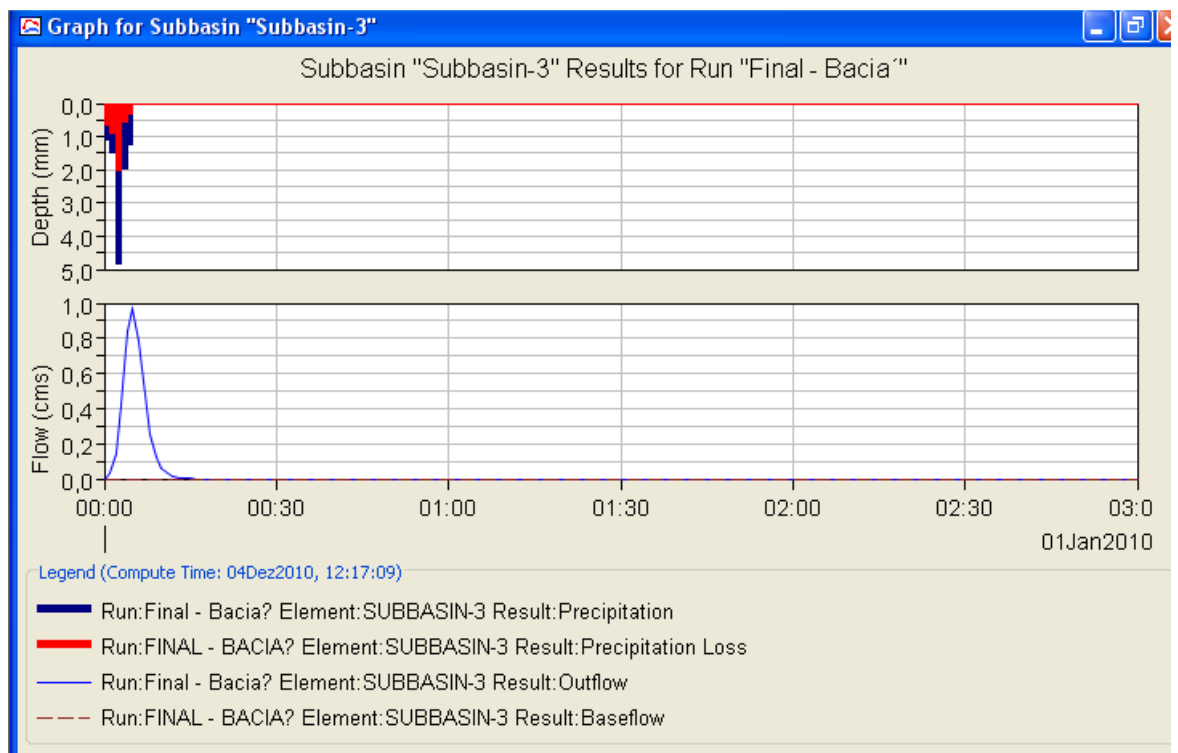


Figura 104 – Hidrograma da Bacia 3'

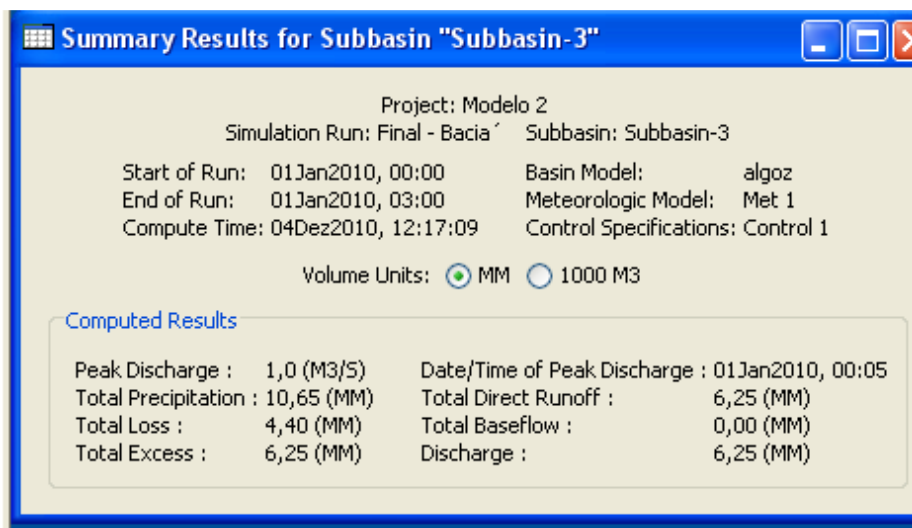


Figura 105 – Resumo dos Resultados da Bacia 3' (mm)

Tem-se um caudal de pico na bacia 3' de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, uma chuvada de 10,65 mm, dos quais 4,40 mm são perdas (infiltração e outras) e 6,25 mm contribuem para o escoamento superficial.

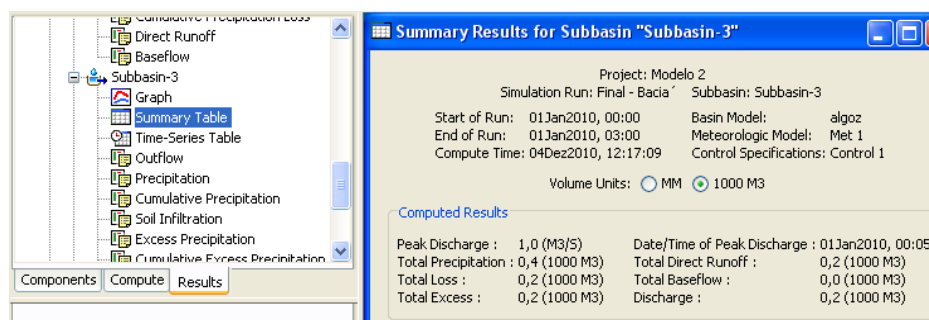


Figura 106 – Resumo dos Resultados da Bacia 3' (m^3)

No evento centenário da bacia 3' são precipitados 400 m^3 dos quais 200 m^3 afluem ao sistema de drenagem superficial no período do evento (1 hora \approx c da bacia).

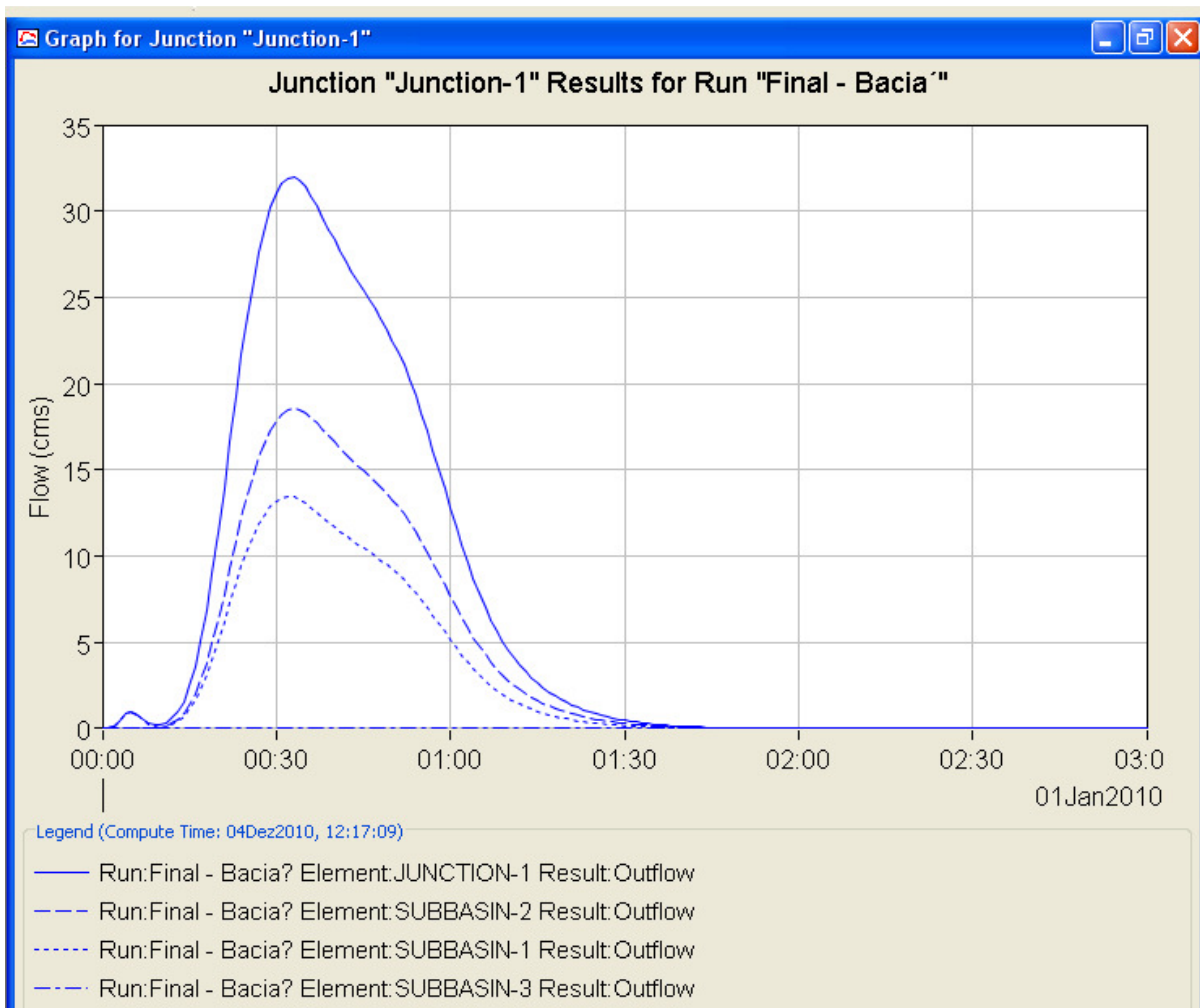


Figura 107 – Hidrograma Comparativo da Bacia 1', 2' e 3' com o Hidrograma da “Junção” das três Bacias

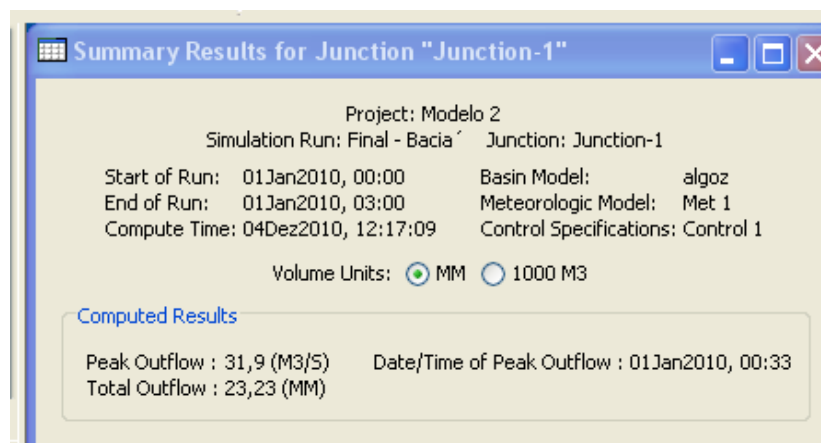


Figura 108 – Resumo dos Resultados da “Junção” das Três Bacias (mm)

Tem-se um caudal de pico combinado da “Junção” para o cenário 2, de 31,90 m³/s e contribuem 23,23mm para o escoamento superficial combinado.

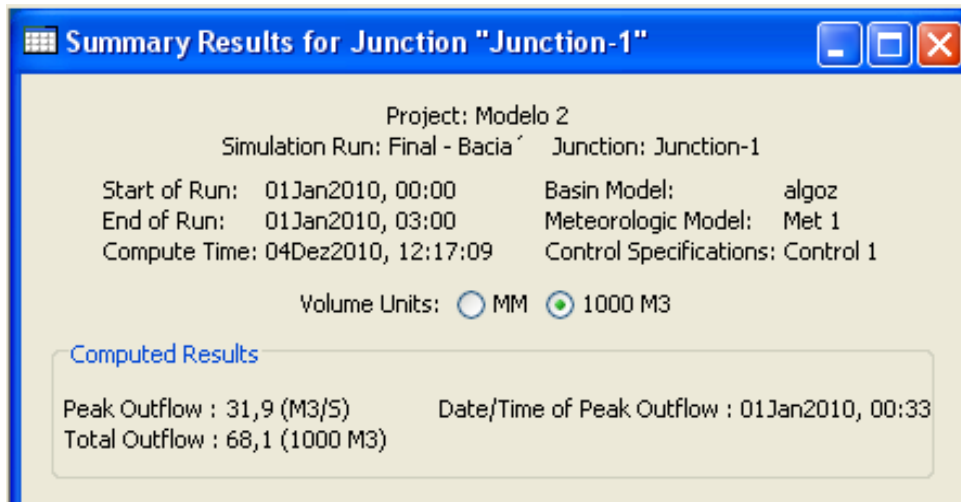


Figura 109 – Resumo dos Resultados da “Junção” das três bacias (m³)

No evento centenário da junção das três bacias afluem 68100 m³ no sistema de drenagem superficial.

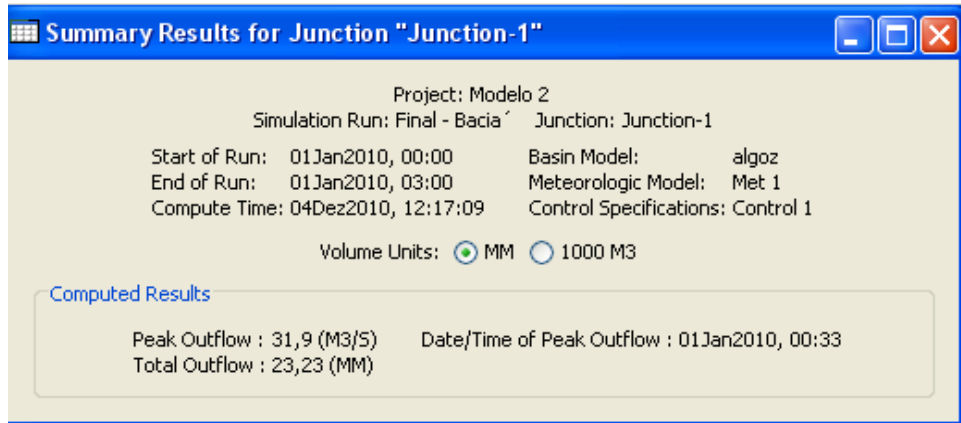


Figura 110 – Resumo dos Resultados do Cenário 2 (Volume - mm)

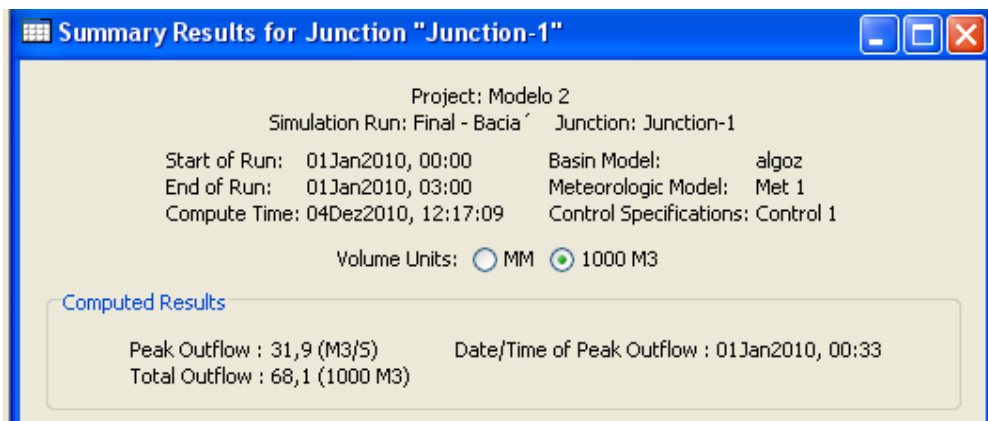


Figura 111 – Resumo dos Resultados do Cenário 2 (Volume - m³)

10.6. Fórmula de Loureiro

Os caudais de cheia também podem ser calculados pela fórmula de Loureiro, trata-se de uma fórmula regional obtida a partir da análise das relações precipitação/escoamento superficial em algumas bacias hidrográficas da região (Loureiro, 1992).

$$Q = C \cdot A^z$$

Sendo:

- Q - caudal de cheia (m³/s);
- C - parâmetro função do período de retorno considerado;
- Z - parâmetro função da região onde se localiza a bacia hidrográfica.

Junção Bacia 1 com a Bacia 2		
	Tr=10 anos	Tr = 100 anos
Área (km ²)	2,93	
C	4,4	7,09
Z	0,784	
Q (m ³ /s)	10,23	16,48

Tabela 57 – Caudais Loureiro para a Condição 1

A área total das duas bacias para a Condição 1, totaliza 2,93 km² obtendo-se um caudal centenário de 16.48 m³/s.

Junção Bacia 1' com a Bacia 2' e Bacia 3'		
	Tr=10 anos	Tr = 100 anos
Área (km ²)	2,93	
C	4,4	7,09
Z	0,784	
Q (m ³ /s)	10,22	16,47

Tabela 58 – Caudais Loureiro para a Condição 2

A área total das três bacias para a Condição 2, totaliza 2,93 km² obtendo-se um caudal centenário de 16.47 m³/s.

Este método dá bons resultados para bacias do Algarve com ocupações do tipo rural, com formas regulares de bacia com solos semi-permeáveis. Considera-se que os valores obtidos por Loureiro servem como referência para limites inferiores de outros métodos.

Caracterizaram-se os parâmetros que condicionam o escoamento superficial na área afectada às bacias, em função do conhecimento de campo, dos tipos e usos do solo, estimou-se o tempo de concentração pelo método que aporta valores mais próximos da realidade.

Aferiram-se os resultados obtidos por vários métodos e processos. Os resultados obtidos interessam particularmente pelos valores extremos e serão assumidos os resultados obtidos pelo software HEC-HMS para este tipo de referência.

10.7. Discussão de Resultados

Através da realização de dois cenários descritos no início do capítulo 6 e inseridos no programa HEC-HMS foi possível obter os hidrogramas que se apresentam nas duas figuras seguintes.

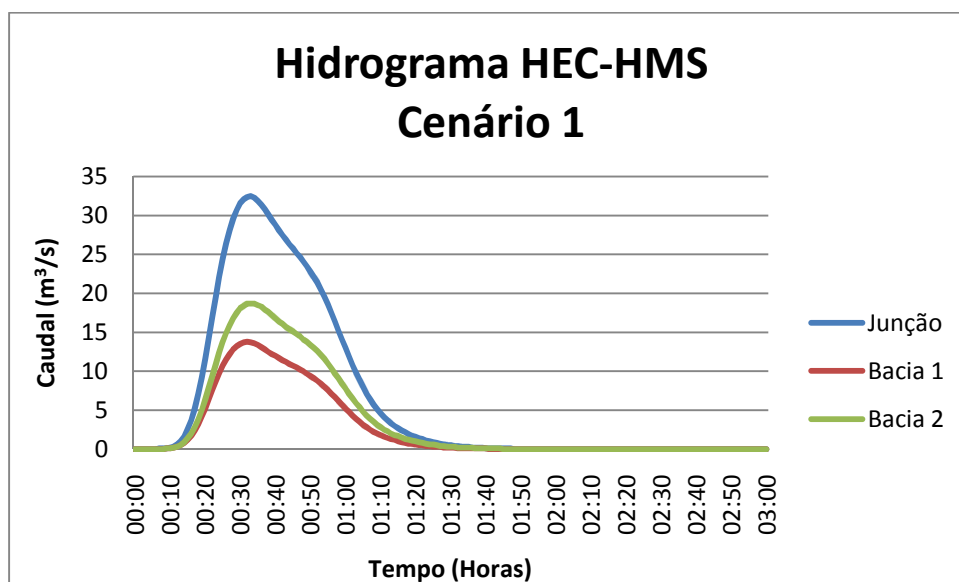


Figura 112 – Resumo de Resultados obtidos no Hidrograma do Cenário 1

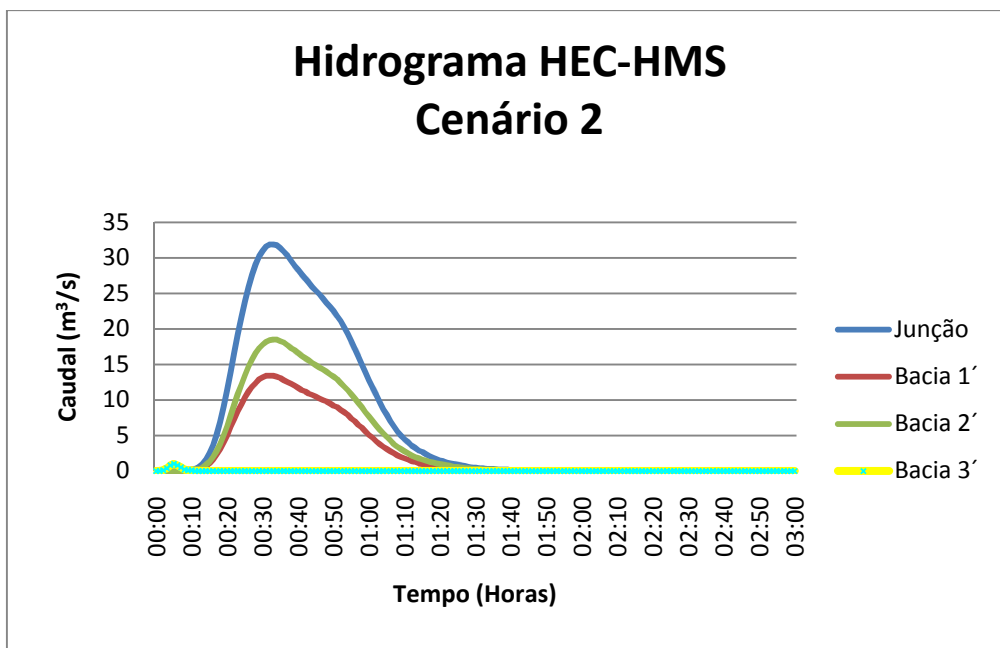


Figura 113 – Resumo de Resultados obtidos no Hidrograma do Cenário 2

É possível verificar que os Hidrogramas do Cenário 1 onde constam a Bacia 1 e Bacia 2 têm comportamentos similares mas com ordens de grandeza diferentes, obtendo-se a Junção que é a soma dos dois hidrogramas, o qual representa o escoamento total para a Ribeira do Meirinho neste cenário.

No Cenário 2 foram delineadas 3 bacias, tendo ficticiamente assumido, que a área da urbanização seria tratada como a de uma bacia hidrográfica, todavia constatou-se que a mesma é pequena em comparação com as restantes áreas da bacia 1' e 2'. Obteve-se os hidrogramas e verificou-se o hidrograma da Bacia 3' (Urbanização) é muito pequeno sendo mesmo quase insignificante também porque o seu tempo de concentração é curto e assim destacam-se apenas os restantes hidrogramas. Somando depois os 3 hidrogramas tem-se o hidrograma denominado “junção” o qual representa o escoamento total resultante das 3 bacias para a Ribeira do Meirinho.

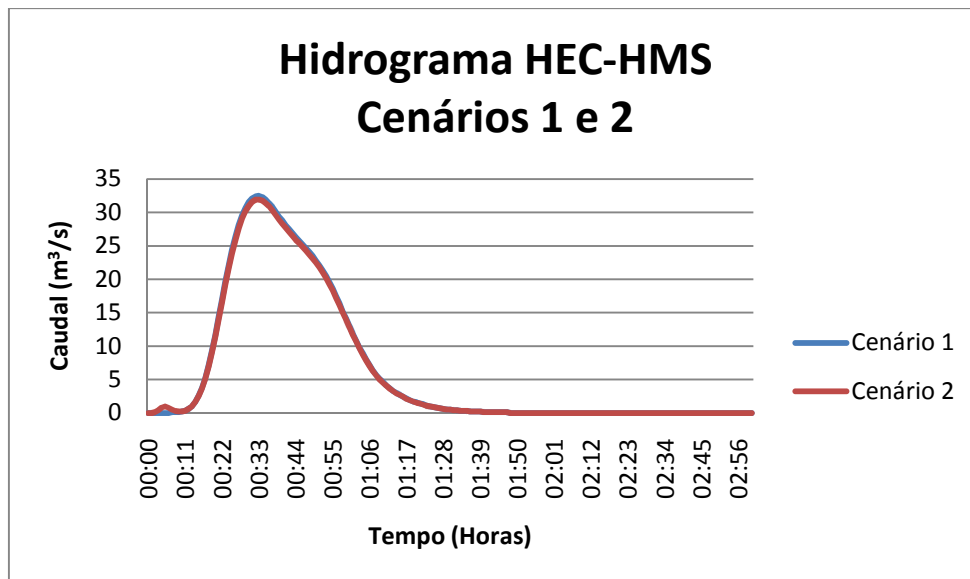


Figura 114 – Comparação de Resultados obtidos nos Hidrogramas dos Cenários 1 e 2

Em conclusão, para a análise entre os dois cenários foi inserido no mesmo gráfico o resultado final das duas “Junções” de modo a verificar as diferenças das mesmas, conforme é visível na figura anteriormente mencionada. Concluiu-se ainda, que existe um pequeno ressalto no início do hidrograma do cenário 2, sendo visível um comportamento no escoamento dos dois cenários praticamente similar.

11. Storm Water Management Model (SWMM)

O EPA Storm Water Management Model (SWMM) começou a ser desenvolvido em 1971, e desde então tem sofrido grandes actualizações. Continua a ser largamente utilizado em todo o mundo para planeamento, análises e projectos referentes a escoamentos decorrentes da pluviosidade (redes pluviais), redes unitárias de drenagem, redes domésticas de drenagem, e outros sistemas de drenagem em áreas urbanas, mas também com muitas aplicações em áreas não urbanas.

Utilizando o sistema Windows, o SWMM 5 providencia um ambiente integrado para edição de dados de entrada na área de estudo, realizando simulações hidrológicas, hidráulicas e de qualidade da água, assim como a visualização dos resultados nos mais variados formatos. Estes incluem códigos de cores para a área de drenagem, gráficos e tabelas das séries temporais, vistas em perfil, análises de frequência estatística, etc...

O SWMM é um programa que modela dinamicamente a simulação da interacção precipitação-escoamento aplicada a um evento único, ou realiza a simulação a longo prazo (contínua) da quantidade e qualidade do escoamento.

A componente de escoamento superficial do SWMM opéra sobre uma série de sub-bacias que recebem precipitação, geram escoamento e as cargas poluentes. A componente de escoamento na rede de drenagem do SWMM transporta o escoamento acima referido através de um sistema de colectores, canais, instalações de tratamento/armazenagem, estações elevatórias, e reguladores de caudal. O SWMM permite acompanhar a quantidade e a qualidade do escoamento gerado por cada sub-bacia, como o caudal, altura e qualidade da água em cada colector ou canal durante o período de simulação composto por múltiplos passos temporais.

11.1. Capacidades do Modelo

11.1.1. Hidrologia

O SWMM tem em conta vários processos hidrológicos que produzem escoamento superficial, tais como:

- Eventos de precipitação variáveis no tempo;
- Evaporação em corpos de água;
- Acumulação de neve e derretimento;
- Intercepção da precipitação por retenção superficial;
- Infiltração da precipitação em camadas de solos não saturados;
- Percolação de água infiltrada para o subsolo;
- Trocas de escoamento entre o subsolo e o sistema de drenagem;
- Modelação não linear do escoamento superficial.

A variação espacial é obtida através da definição prévia de sub-bacias hidrográficas mais pequenas do que a área total em estudo, homogéneas em termos da sua caracterização física.

11.1.2. Hidráulica

O SWMM também contém um conjunto flexível de capacidades de modelação hidráulica aplicadas ao escoamento superficial e a entradas externas de caudal para o sistema de redes de colectores, canais, instalações de tratamento/armazenagem e outras estruturas. As capacidades de modelação hidráulica são as seguintes:

- Simula escoamento em redes de tamanho ilimitado;
- Possibilidade de definição de uma vasta gama de secções transversais abertas ou fechadas, assim como, os canais naturais;
- Modela elementos especiais (unidades de armazenagem/tratamento, divisores de caudal, bombas, orifícios e descarregadores);

- Recebe informação de quantidade e qualidade do modelo de escoamento superficial;
- Recebe dados externos sobre a forma de séries temporais (entradas de águas residuais domésticas, efeitos de maré);
- Utiliza a aproximação da onda cinemática ou da onda dinâmica completa para a resolução da equação da conservação da quantidade de movimento;
- Modela diversos fenómenos hidráulicos (ressalto hidráulico, entrada em carga, contra-escoamento, e acumulação superficial);
- Aplica regras de controlo definidas pelo utilizador para simular a operação de bombas, abertura e fecho de orifícios, e níveis de crista de descarregadores.

11.1.3. Qualidade da Água

O SWMM também pode estimar a produção de cargas poluentes associadas ao escoamento. Os seguintes processos podem ser modelados para qualquer número de constituintes presentes na água, definidos da seguinte forma pelo utilizador:

- Acumulação em tempo seco para diferentes utilizações do solo;
- Redução da acumulação em arruamentos devido a limpeza;
- Redução da carga poluente devido à aplicação de soluções de controlo na origem;
- Recebe dados de entrada externos sobre a forma de séries temporais (entradas de ARD ou outras);
- Redução da concentração de poluentes devido ao tempo de retenção em dispositivos de armazenamento ou nos próprios colectores.

11.2. Métodos Computacionais

11.2.1. Escoamento Superficial

A superfície de cada sub-bacia é tratada como um reservatório não linear. A afluência de caudal é proveniente da precipitação e de qualquer sub-bacia ligada

a montante. Existem várias saídas de caudal, incluindo a infiltração, evaporação e o escoamento superficial. A capacidade deste “reservatório” é a retenção superficial máxima. O escoamento superficial, “Q”, só ocorre quando a altura da água no “reservatório” excede a altura máxima de retenção superficial, “dp”, e é facultado pela equação de Manning. A conceptualização do escoamento superficial utilizada pelo SWMM está ilustrada na figura seguinte.

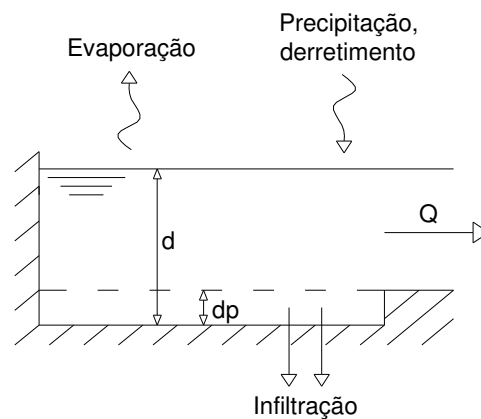


Figura 115 – Escoamento Superficial

A altura da água acima da sub-bacia, “d”, é continuamente actualizada com o tempo (t) através da resolução numérica da equação do balanço da água acima da sub-bacia.

11.2.2. Infiltração

A Infiltração é o processo no qual a precipitação penetra na superfície do terreno até às zonas de solos não saturados, pertencentes às áreas permeáveis das sub-bacias. O SWMM disponibiliza três hipóteses de modelação deste fenómeno:

- Método da equação de Horton – Este método é baseado em observações empíricas que mostram que a infiltração decai exponencialmente de uma taxa máxima inicial até uma taxa mínima enquanto decorre um evento longo de precipitação. Os parâmetros de entrada necessários para utilizar este método incluem as taxas de infiltração máximas e mínimas, o coeficiente de decaimento, e o tempo que o solo saturado demora a secar completamente.

- Método de Green-Ampt – Este método assume que existe uma frente molhada na coluna de solo, separando solo com alguma humidade inicial, em baixo, de um solo saturado, por cima. Os parâmetros de entrada necessários para aplicar este método são: a humidade inicial, a condutividade hidráulica do solo, e a carga hidráulica na frente molhada.
- Método do SCS (CN – Número de Escoamento) – Este método assume que a capacidade total de infiltração de um solo pode ser obtida através de valores de curvas do sol, que se encontram já tabeladas. Durante um evento de precipitação esta capacidade é despoletada como função da acumulação de pluviosidade e da restante capacidade. Os parâmetros necessários à aplicação deste método são retirados através do conhecimento prévio da ocupação do solo, e incluem o número de curva, condutividade hidráulica do solo, e o tempo que o solo saturado demora a secar completamente.

11.2.3. Escoamento no subsolo

O modelo de escoamento no subsolo utilizado pelo SWMM pode ser observado esquematicamente como indica a figura abaixo apresentada. Neste modelo, é assumido que a zona superficial do terreno está não saturada com um determinado teor de humidade e que a zona mais profunda está saturada. Os fluxos assinalados na figura seguinte, expressos em unidades de volume por área e por tempo, $V/(A.t)$, consistem no seguinte:

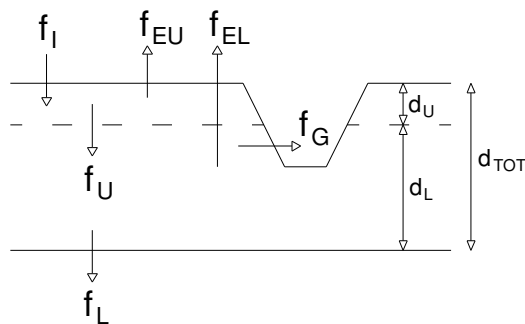


Figura 116 – Escoamento no Subsolo

Em que:

f_i – Infiltração proveniente da superfície;

f_{EU} – Evapotranspiração proveniente da zona superficial;

f_U – Percolação proveniente da zona superficial para a zona mais profunda;

f_{EL} – Evapotranspiração da zona mais profunda;

f_L – Percolação da zona mais profunda para o escoamento mais profundo do subsolo;

f_G – Escoamento lateral do subsolo que interage com o do sistema de drenagem.

11.2.4. Escoamento na rede de drenagem

O escoamento na rede de drenagem, no SWMM, é calculado através de um modelo hidrodinâmico baseado nas equações de conservação de massa e momento de Saint Venant. O utilizador do SWMM tem a possibilidade de escolher o nível de sofisticação, ou resolução, usado para resolver as equações. Leia-se então as principais características de cada um destes níveis.

- Steady Flow – escoamento constante; Translação simples do hidrograma de montante para jusante; apenas para uma análise preliminar de longo prazo de situações muito simples.
- Kinematic Wave – onda cinemática; Acelerações pequenas e escoamento quase constante; escoamento rápido, sem influência de jusante; permite variação temporal e espacial do caudal e da área de escoamento; não simula o regime transitório; útil para simulações de longo prazo onde não se preveja a ocorrência de escoamento variável.
- Dynamic Wave – onda dinâmica; Resolução completa das equações; permite simulação de escoamento em pressão, contra-escoamento, reentrada de descargas, ressalto hidráulico; utilizar para simulações onde se preveja ocorrência de escoamento variável.

11.3. Principais Aplicações

Desde a sua concepção, o SWMM tem sido utilizado em milhares de estudos de drenagem por todo o mundo. Algumas das suas principais aplicações incluem:

- Projecto, planeamento e análise de situações existentes;

- Sistemas unitários, separativos pluviais, separativos domésticos ou pseudo-separativos;
- Controlo de cheias, controlo de qualidade em descargas, delimitação de leitos de cheia, estratégias para redução de descargas de ARD, avaliação o impacto de infiltração em sistemas de ARD, avaliação de desempenho de sistemas de controlo na origem.

11.4. Simulações

11.4.1. Simulações adoptadas

As simulações efectuadas serão relativas ao capítulo 6 relativamente ao estudo do Hidrograma no Cenário 3. Sintetizando será realizado os Hidrogramas relativos à Urbanização com e sem a inclusão do reservatório de aproveitamento de água da chuva.

Uma vez que o programa de modelação HEC-HMS e SWMM são diferentes, foram efectuados quatro modelos de simulações no SWMM. As quatro simulações devem-se ao facto de ter sido verificado que no final das simulações com os dados da precipitação do diagrama unitário triangular os Hidrogramas são de muito curta duração e os caudais obtidos são baixos. Assim sendo foram efectuados mais dois modelos com dados de precipitação obtidos por uma série temporal de precipitação proposta por Matos.

Em síntese, serão efectuados os seguintes modelos:

- Cenário 3.1 – Simulação de uma chuvada na Urbanização sem reservatórios implantados, com os dados da precipitação obtidos no hidrograma unitário triangular;
- Cenário 3.2 – Simulação de uma chuvada na Urbanização com os reservatórios implantados, com os dados da precipitação obtidos no hidrograma unitário triangular;
- Cenário 3.3 – Simulação de uma chuvada na Urbanização sem reservatórios implantados, com os dados da precipitação por uma série temporal proposta por Matos;

- Cenário 3.4 – Simulação de uma chuvada na Urbanização com os reservatórios implantados, com os dados da precipitação por uma série temporal proposta por Matos;

11.4.2. Pré-definição de opções

Antes de se dar início a uma simulação, é necessário pré-definir uma série de opções por forma a que esta prossiga da melhor maneira.

- Geral – Unidades, modelo de infiltração, modelo hidráulico, se permite alagamento e se pretende relatório sobre as acções de controlo.

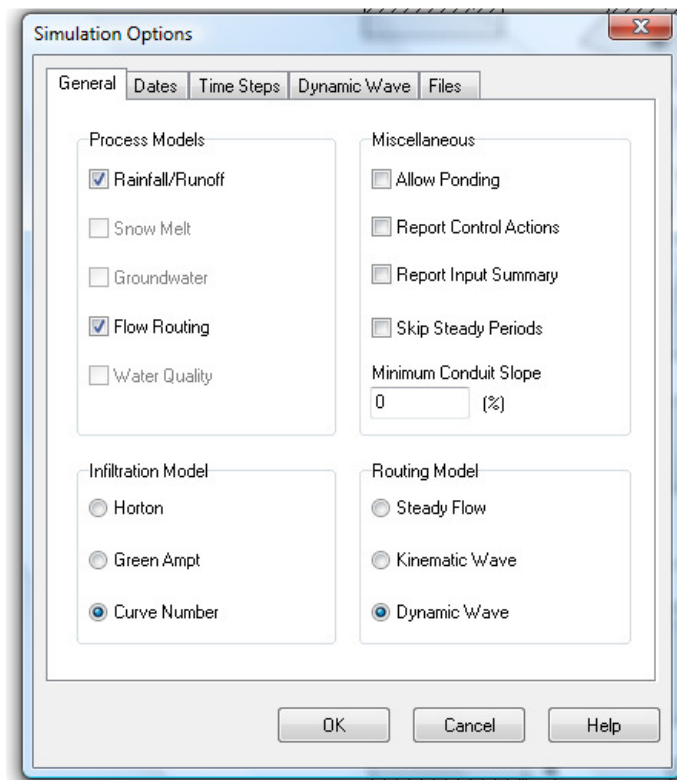


Figura 117 – Opções de Simulação (Geral)

- Datas – Início e fim da simulação, início da saída de resultados, início e fim da limpeza de ruas (para estudos de qualidade), período seco anterior.

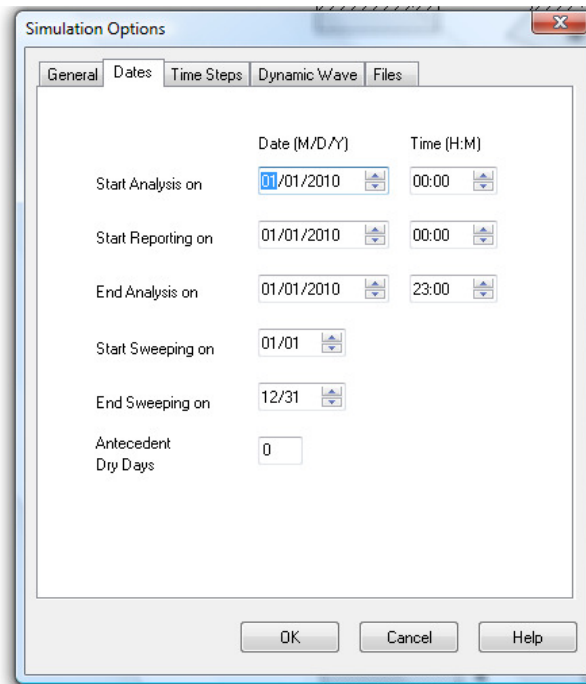


Figura 118 – Opções de Simulação (datas)

- Intervalos de tempo: Escoamento em tempo de chuva e em tempo seco, modelo hidrodinâmico e saída de resultados; Verificação de ocorrência de erros na simulação.

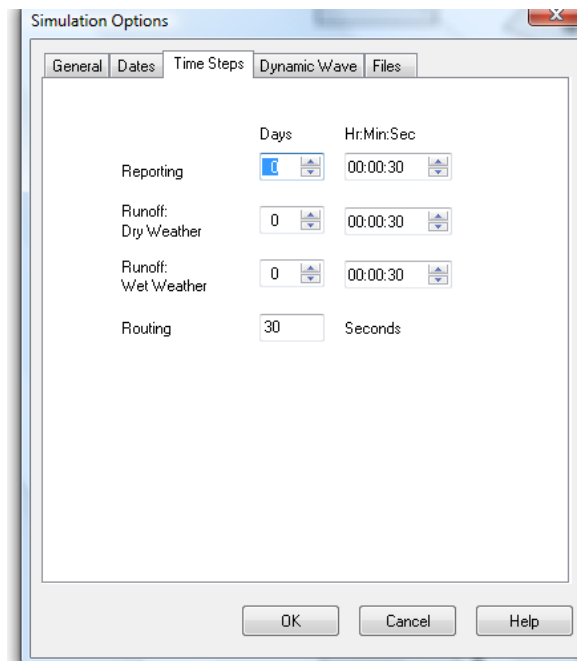


Figura 119 – Opções de Simulação (intervalos de tempo)

- Ficheiros – Referência sobre os ficheiros externos que se pretende utilizar.

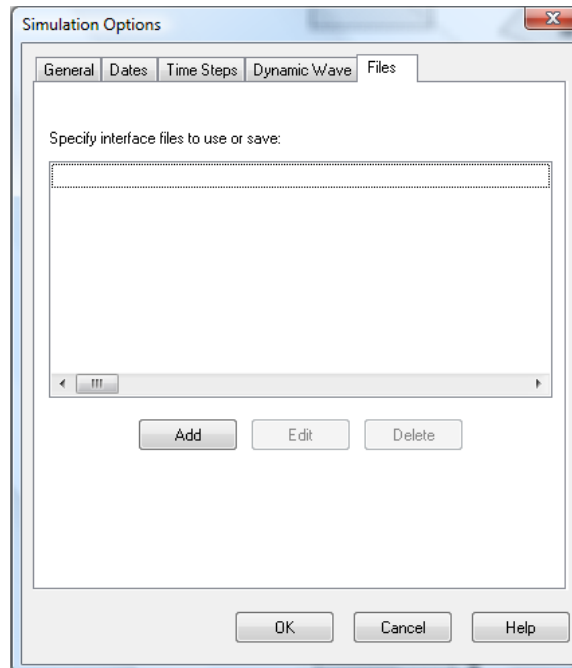


Figura 120 – Opções de Simulação (ficheiros)

- Onda dinâmica - É possível optar por critérios diferentes para a resolução numérica das equações, com vista a reduzir a probabilidade de erro e instabilidade.

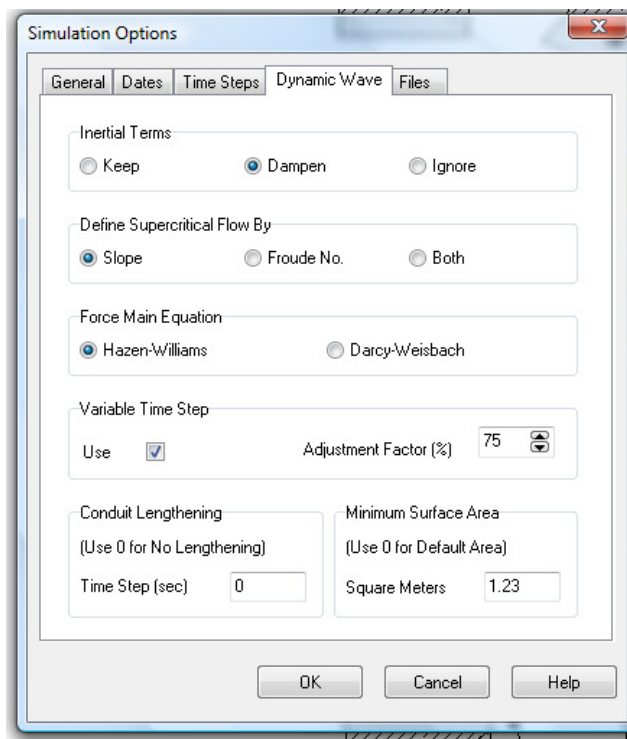


Figura 121 – Opções de Simulação (onda dinâmica)

- Inertial Terms – Indica o que fazer com os termos da inércia da equação da conservação de massa de Saint Venant.
 - KEEP – mantém esses termos em qualquer condição.
 - DAMPEN – reduz esses termos à medida que o escoamento se aproxima de crítico e ignora-os quando o escoamento é rápido.
 - IGNORE – retira esses termos da equação, produzindo uma solução de onda difusiva (esta solução minimiza a probabilidade de instabilidade).
- Variable Time Step – Usado para satisfazer a condição de estabilidade de Courant e para prevenir uma variação excessiva da altura da água em cada nó.
- Adjustment Factor – Entre 10% e 200%, aplicável ao Δt variável calculado pelo critério de Courant (quanto menor for menor a probabilidade de instabilidade).
- Time Step for Conduit Lengthning – Artificio usado para aumentar o comprimento de colectores, por forma a que se cumpra a condição de Courant em secção cheia, ou seja, de modo a que o tempo de percurso de uma onda não seja inferior a este Time Step. Quanto menor este valor, menos troços irão requerer ser aumentados.
- Minimum Surface Area – Valor mínimo a considerar nos nós, quando se simula alterações em altura da água.

11.4.3. Erros

Se o SWMM não conseguir efectuar a simulação do modelo, surge um aviso identificando o erro detectado.

Mesmo quando a simulação corre bem, no final surge um aviso com os erros do balanço de massa, para que o utilizador saiba se tem de ajustar algum parâmetro – aparece uma percentagem para os “continuity errors” no módulo de *Surface Runoff*, *Flow Routing* e *Quality Routing*. É conveniente não admitir erros superiores a 10%. Caso tal ocorra, deve verificar-se os *Time Steps* definidos.

11.4.4. Instabilidade no cálculo hidráulico

Podem surgir instabilidades numéricas devido à própria natureza do método utilizado, especialmente com a utilização da *Dynamic Wave*.

O utilizador deve verificar alguns gráficos, prestando atenção aos pontos-chave da rede para detectar essas eventuais instabilidades. Se detectar instabilidades, pedir *Reports* com Δt menores. Se, se mantiverem, rever os *Time Steps* e, seguidamente, as *Dynamic Wave Options*.

11.5. Caracterização dos Sistemas

Encontra-se cartografada nas figuras seguintes a rede separativa de drenagem das águas residuais pluviais e os sentidos de escoamento, identificação das câmaras de visita, reservatórios (apenas para os Cenários 3.2 e 3.4), as sub-bacias com as respectivas áreas de contribuição. A bacia urbana está dividida em 20 sub-bacias. Nos Cenários 3.1 e 3.3, a ocorrência de eventos de precipitação, o escoamento superficial é encaminhado exclusivamente para os sumidouros, e destes para as câmaras de visita mais próximas, que fazem a ligação aos colectores do sistema público de drenagem separativa de águas residuais pluviais. Enquanto que, para os Cenários 3.2 e 3.4, a ocorrência de eventos de precipitação provoca o escoamento proveniente dos telhados sendo encaminhado para os reservatórios de aproveitamento de água da chuva e só depois de os mesmos estarem cheios, o excedente é drenado para a rede de drenagem de águas pluviais onde se irá juntar ao restante escoamento que é recolhido por sumidouros.

A rede em estudo para o Cenário 3.1 e 3.3 é do tipo ramificada, composta por 18 câmaras de visita e 18 colectores, ambos de secção circular, sendo que, para utilização no modelo SWMM, optou-se por substituir a câmara de visita mais a jusante (final da rede) por um elemento do tipo “outfall” de forma a permitir a libertação do caudal.

Quanto aos Cenários 3.2 e 3.4 a rede também é do tipo ramificada, mas é composta por 18 câmaras de visita, 36 colectores de secção circular e 18 reservatórios para aproveitamento de água da chuva.

Efectuou-se a representação gráfica do modelo de drenagem directamente sobre a área de trabalho do SWMM.

Representa-se nas figuras seguintes as nomenclaturas dos nós (câmaras de visita), troços (colectores) e reservatórios, delimitação esquemática das bacias e respectivas áreas de contribuição e sentido de escoamento.

- Cenário 3.1 e Cenário 3.3 (Urbanização sem reservatórios para aproveitamento da água da chuva).

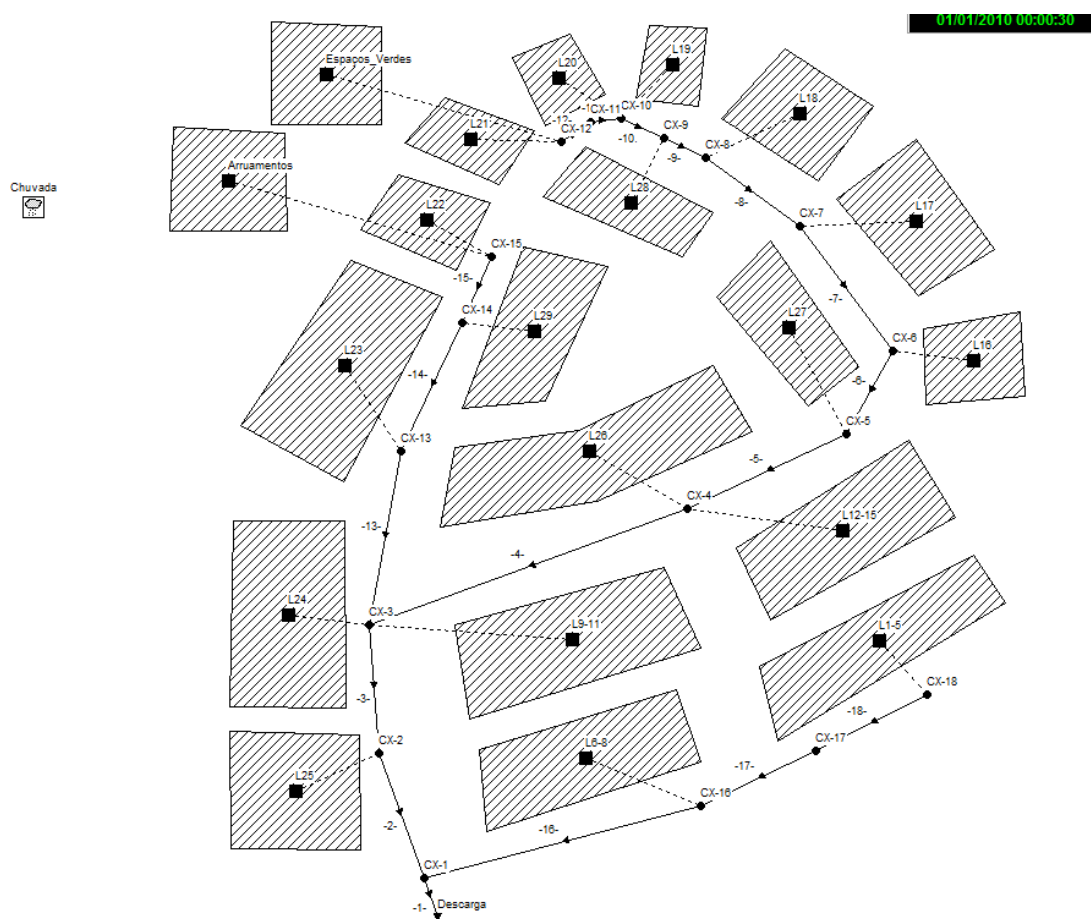


Figura 122 – Modelo de Simulação SWMM da rede de drenagem de águas pluviais para os Cenários 3.1 e 3.3

- Cenário 3.2 e Cenário 3.4 (Urbanização com reservatórios para aproveitamento da água da chuva).

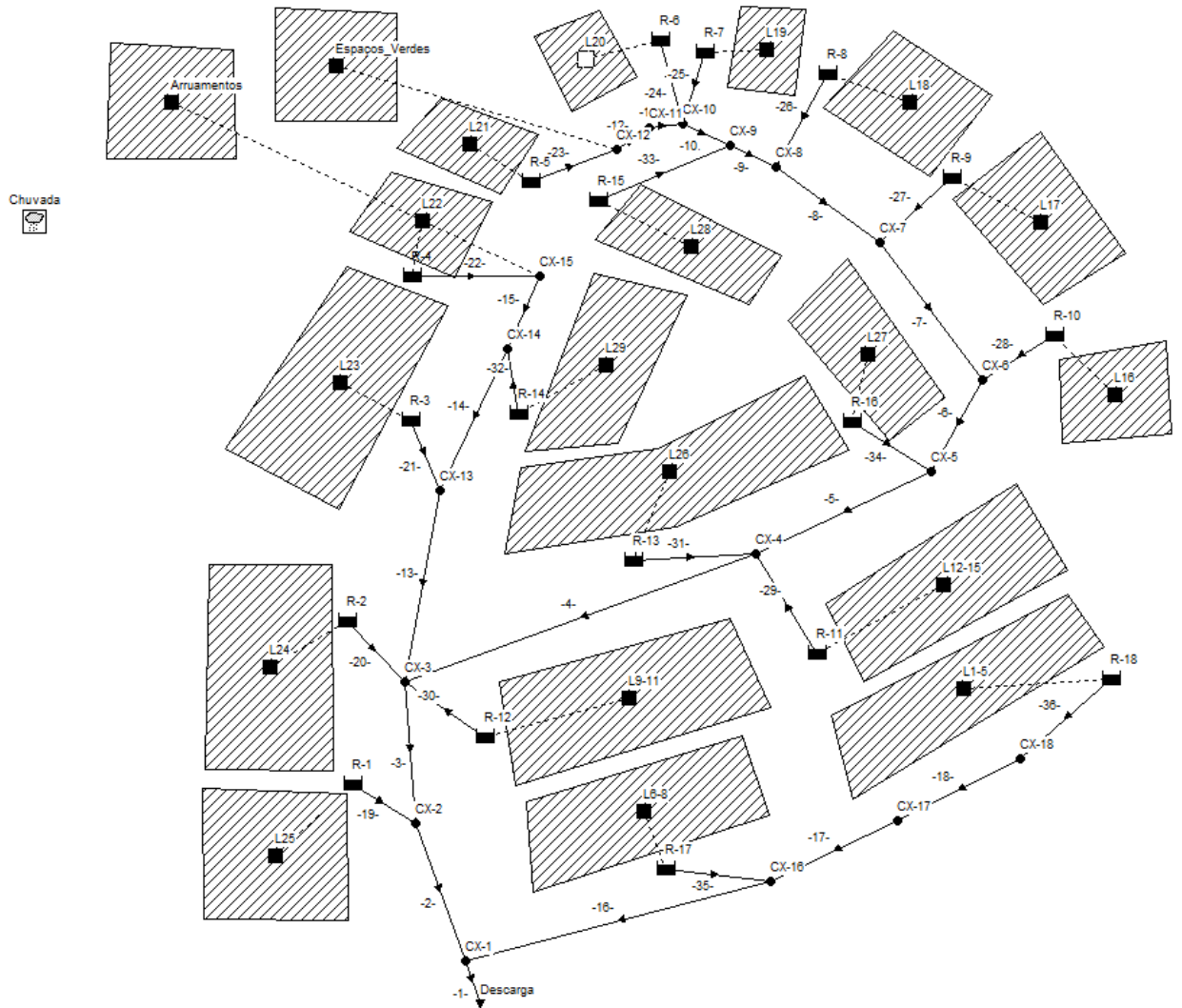


Figura 123 – Modelo de Simulação SWMM da rede de drenagem de águas pluviais para os Cenários 3.2 e 3.4

11.6. Dados

11.6.1. Dados relativos aos nós

Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4					
Câmaras de Visitas					
ID	Cota de Soleira	Cota do Terreno	Profundidade (m)	Tipo	Diâmetro
Descarga	33,70	34,70	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-1	33,96	34,96	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-2	34,93	35,93	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-3	36,60	37,60	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-4	37,18	38,18	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-5	38,02	39,02	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-6	38,38	39,38	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-7	39,08	40,08	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-8	39,71	40,71	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-9	40,05	41,05	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-10	40,23	41,23	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-11	40,32	41,32	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-12	40,40	41,40	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-13	37,59	38,59	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-14	39,44	40,44	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-15	40,00	41,00	1,00	Câmara de Visita	1,25
CX-16	36,16	40,00	3,84	Câmara de Visita	1,25
CX-17	37,41	40,00	2,59	Câmara de Visita	1,25
CX-18	39,00	40,00	1,00	Câmara de Visita	1,25

Tabela 59 – Propriedades dos nós para os Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4

Cenários 3.2 e 3.4					
Reservatórios					
ID	Cota de Soleira	Cota do Terreno	Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
R1	31	36,34	5,34	28,51	152,24
R2	30	35,68	5,68	32,28	183,35
R3	33	38,68	5,68	32,28	183,35
R4	37,2	41,13	3,93	15,52	60,99
R5	38	41,93	3,93	15,52	60,99
R6	37	40,93	3,93	15,52	60,99
R7	37	40,93	3,93	15,52	60,99
R8	35	39,96	4,96	24,64	122,21
R9	34	39,34	5,34	28,51	152,24
R10	35	38,93	3,93	15,52	60,99
R11	31	37,5	6,5	42,31	275,02
R12	30,6	36,28	5,68	32,28	183,35
R13	31	37,73	6,73	45,36	305,27
R14	35,2	40,54	5,34	28,51	152,24
R15	35,5	40,84	5,34	28,51	152,24
R16	33	38,34	5,34	28,51	152,24
R17	32	37,68	5,68	32,28	183,35
R18	33	39,73	6,73	45,36	305,27

Tabela 60 – Propriedades dos Reservatórios para os Cenários 3.2 e 3.4

11.6.2. Dados relativos aos troços

Cenários 3.1 e 3.3									
Colectores									
ID	Nó de Montante	Nó de Jusante	Material	Coeficiente de Manning	Comprimento (m)	Formato da Secção	Cota de Soleira		Diâmetro (m)
							Montante	Jusante	
-1-	CX-1	Descarga	Cimento	0,014	4,00	Circular	33,96	33,70	0,60
-2-	CX-2	CX-1	Cimento	0,014	32,44	Circular	34,93	33,96	0,60
-3-	CX-3	CX-2	Cimento	0,014	32,44	Circular	36,60	34,93	0,50
-4-	CX-4	CX-3	Cimento	0,014	62,46	Circular	37,18	36,60	0,50
-5-	CX-5	CX-4	Cimento	0,014	48,13	Circular	38,02	37,18	0,50
-6-	CX-6	CX-5	Cimento	0,014	20,72	Circular	38,38	38,02	0,50
-7-	CX-7	CX-6	Cimento	0,014	39,66	Circular	39,08	38,38	0,50
-8-	CX-8	CX-7	Cimento	0,014	36,16	Circular	39,71	39,08	0,50
-9-	CX-9	CX-8	Cimento	0,014	19,38	Circular	40,05	39,71	0,40
-10-	CX-10	CX-9	Cimento	0,014	10,39	Circular	40,23	40,05	0,40
-11-	CX-11	CX-10	Cimento	0,014	5,53	Circular	40,32	40,23	0,40
-12-	CX-12	CX-11	Cimento	0,014	4,40	Circular	40,40	40,32	0,40
-13-	CX-13	CX-3	Cimento	0,014	32,97	Circular	37,59	36,60	0,40
-14-	CX-14	CX-13	Cimento	0,014	40,70	Circular	39,44	37,59	0,40
-15-	CX-15	CX-14	Cimento	0,014	16,78	Circular	40,00	39,44	0,40
-16-	CX-16	CX-1	Cimento	0,014	60,61	Circular	36,16	33,96	0,40
-17-	CX-17	CX-16	Cimento	0,014	32,44	Circular	37,41	36,16	0,40
-18-	CX-18	CX-17	Cimento	0,014	54,79	Circular	39,00	37,41	0,40

Tabela 61 – Propriedades para os Troços para os Cenários 3.1 e 3.3

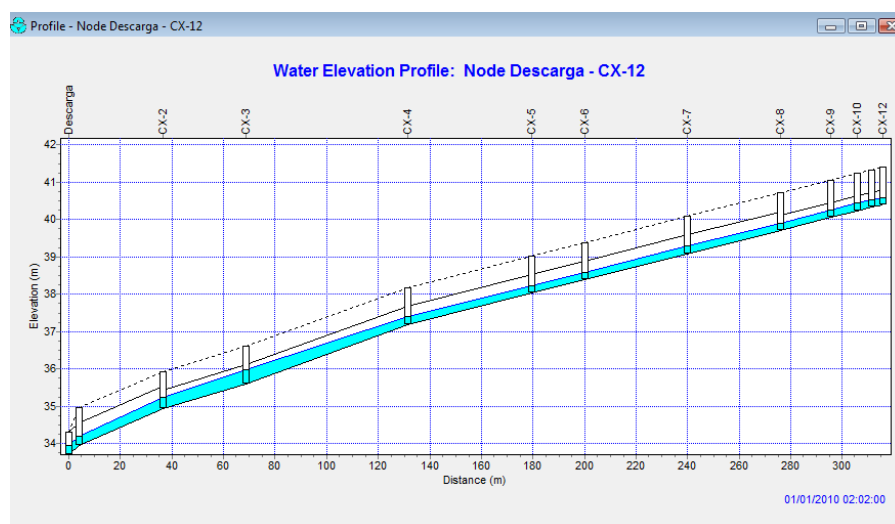


Figura 124 – Modelo de Simulação SWMM na rede de drenagem de águas pluviais entre as Caixas de Visitas nº 12 e a Descarga para o Cenário 3.3

Cenários 3.2 e 3.4

Colectores										
ID	Nó de Montante	Nó de Jusante	Material	Coef. de Manning	Comprimento (m)	Formato da Secção	Cota de Soleira		Diâm. (m)	Cota Saída do Reserv.
							Mont.	Jus.		
-1-	CX-1	Descarga	Cimento	0,014	4,00	Circular	33,96	33,70	0,60	-
-2-	CX-2	CX-1	Cimento	0,014	32,44	Circular	34,93	33,96	0,60	-
-3-	CX-3	CX-2	Cimento	0,014	32,44	Circular	36,60	34,93	0,50	-
-4-	CX-4	CX-3	Cimento	0,014	62,46	Circular	37,18	36,60	0,50	-
-5-	CX-5	CX-4	Cimento	0,014	48,13	Circular	38,02	37,18	0,50	-
-6-	CX-6	CX-5	Cimento	0,014	20,72	Circular	38,38	38,02	0,50	-
-7-	CX-7	CX-6	Cimento	0,014	39,66	Circular	39,08	38,38	0,50	-
-8-	CX-8	CX-7	Cimento	0,014	36,16	Circular	39,71	39,08	0,50	-
-9-	CX-9	CX-8	Cimento	0,014	19,38	Circular	40,05	39,71	0,40	-
-10-	CX-10	CX-9	Cimento	0,014	10,39	Circular	40,23	40,05	0,40	-
-11-	CX-11	CX-10	Cimento	0,014	5,53	Circular	40,32	40,23	0,40	-
-12-	CX-12	CX-11	Cimento	0,014	4,40	Circular	40,40	40,32	0,40	-
-13-	CX-13	CX-3	Cimento	0,014	32,97	Circular	37,59	36,60	0,40	-
-14-	CX-14	CX-13	Cimento	0,014	40,70	Circular	39,44	37,59	0,40	-
-15-	CX-15	CX-14	Cimento	0,014	16,78	Circular	40,00	39,44	0,40	-
-16-	CX-16	CX-1	Cimento	0,014	60,61	Circular	36,16	33,96	0,40	-
-17-	CX-17	CX-16	Cimento	0,014	32,44	Circular	37,41	36,16	0,40	-
-18-	CX-18	CX-17	Cimento	0,014	54,79	Circular	39,00	37,41	0,40	-
-19-	R1	CX-2	Cimento	0,014	6,00	Circular	31,00	34,93	0,30	35,80
-20-	R2	CX-3	Cimento	0,014	6,00	Circular	30,00	36,60	0,30	35,40
-21-	R3	CX-13	Cimento	0,014	6,00	Circular	33,00	37,59	0,30	38,50
-22-	R4	CX-15	Cimento	0,014	6,00	Circular	37,20	40,00	0,30	41,00
-23-	R5	CX-12	Cimento	0,014	6,00	Circular	38,00	40,40	0,30	41,80
-24-	R6	CX-10	Cimento	0,014	6,00	Circular	37,00	40,23	0,30	40,80
-25-	R7	CX-10	Cimento	0,014	6,00	Circular	37,00	40,23	0,30	40,80
-26-	R8	CX-8	Cimento	0,014	6,00	Circular	35,00	39,71	0,30	39,80
-27-	R9	CX-7	Cimento	0,014	6,00	Circular	34,00	39,08	0,30	39,20
-28-	R10	CX-6	Cimento	0,014	6,00	Circular	35,00	38,38	0,30	38,80
-29-	R11	CX-4	Cimento	0,014	6,00	Circular	31,00	37,18	0,30	37,40
-30-	R12	CX-3	Cimento	0,014	6,00	Circular	30,60	36,60	0,30	36,00
-31-	R13	CX-4	Cimento	0,014	6,00	Circular	31,00	37,18	0,30	37,50
-32-	R14	CX-14	Cimento	0,014	6,00	Circular	35,20	39,44	0,30	40,30
-33-	R15	CX-9	Cimento	0,014	6,00	Circular	35,50	40,05	0,30	40,70
-34-	R16	CX-5	Cimento	0,014	6,00	Circular	33,00	38,02	0,30	38,20
-35-	R17	CX-16	Cimento	0,014	6,00	Circular	32,00	36,16	0,30	37,50
-36-	R18	CX-18	Cimento	0,014	6,00	Circular	33,00	39,00	0,30	39,60

Tabela 62 – Propriedades para os Troços para os Cenários 3.2 e 3.4

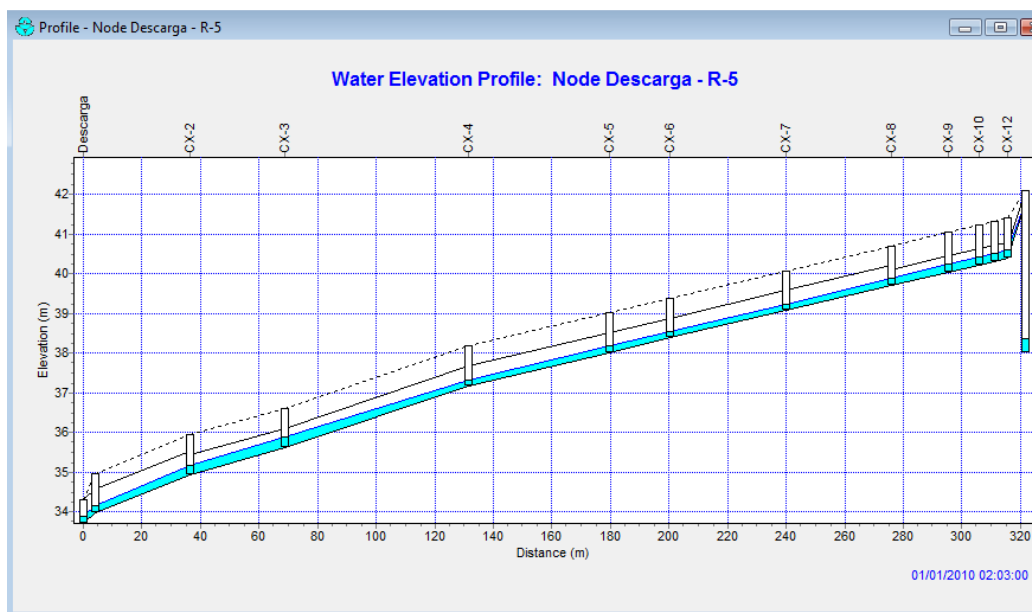


Figura 125 – Modelo de Simulação SWMM na rede de drenagem de águas pluviais entre o Reservatório R5 e a Descarga para o Cenário 3.4

11.7. Cálculo Dinâmico (SWMM)

Como opções de simulação, optou-se pela utilização do método de aproximação de onda dinâmica (Dynamic Wave) para o cálculo do escoamento na rede de drenagem, visto ser o método mais eficaz e com menor probabilidade de ocorrência de erros ou instabilidade de resultados. Dentro desta opção, considerou-se o nível de sofisticação Dampen, área mínima de superfície igual a 1.23 m^2 (câmaras de visita circulares com 1.25 m de diâmetro), factor de ajustamento de 75% (mais recomendado).

Para o método de infiltração considerou-se o SCS (CN), por ser um método simples, no para o qual é apenas necessário conhecer o tipo de ocupação do solo, a condutividade hidráulica e o tempo de secagem do solo saturado.

11.7.1. Caracterização das bacias

Após análise cartográfica da zona em estudo, delimitaram-se as sub-bacias de contribuição que estão representados por diversos lotes onde se encontram implantadas moradias em banda e geminadas e duas zonas sub-bacias suplementares que estão identificadas com zonas pavimentadas (pavimentos betuminosos e calçadas) e zonas verdes.

Deste modo para os Cenários 3.1 e 3.3, todo o escoamento proveniente da precipitação será encaminhado para os sumidouros. Em relação aos Cenários 3.2 e 3.4, o escoamento proveniente das sub-bacias onde se encontram implantados edifícios será encaminhada para os reservatórios de aproveitamento de água da chuva que estarão ligados à rede de drenagem de águas pluviais, enquanto que nas zonas verdes e zonas pavimentadas continuarão a drenar directamente para os sumidouros e para a rede de drenagem de águas pluviais.

Os valores das áreas de contribuição foram calculados com recurso ao programa AUTOCAD, sobre a planta cartográfica, assim como a estimativa das áreas impermeáveis e larguras médias e inclinações. Os valores obtidos apresentam-se no quadro seguinte:

Cenários 3.1 e 3.3					
Sub-Bacias					
ID	Nó de saída	Área (ha)	Área Impermeável (%)	Largura média (m)	Inclinação (%)
L25	CX-2	0,04120	100	12,98	40
L24	CX-3	0,05429	100	13,36	40
L23	CX-13	0,05429	100	13,36	40
L22	CX-15	0,01810	100	13,36	40
L21	CX-12	0,01810	100	12,86	40
L20	CX-10	0,01938	100	13,36	40
L19	CX-10	0,01938	100	13,36	40
L18	CX-8	0,03747	100	13,36	40
L17	CX-7	0,04652	100	13,36	40
L16	CX-6	0,01938	100	13,36	40
L12-15	CX-4	0,08719	100	13,36	40
L9-11	CX-3	0,05320	100	13,36	40
L6-8	CX-16	0,05320	100	13,36	40
L1-5	CX-18	0,08578	100	13,36	40
L26	CX-4	0,08748	100	13,36	40
L27	CX-5	0,04228	100	13,36	40
L28	CX-9	0,04229	100	13,36	40
L29	CX-14	0,04476	100	13,36	40
Arruamentos	CX-15	0,77230	73	139,00	2
Espaços Verdes	CX-12	1,93000	0	87,88	2

Tabela 63 – Dados Gerais das Sub-Bacias para os Cenários 3.1 e 3.3

Cenários 3.2 e 3.4					
Sub-Bacias					
ID	Nó de saída	Área (ha)	Área Impermeável (%)	Largura média (m)	Inclinação (%)
L25	R1	0,04120	100	12,98	40
L24	R2	0,05429	100	13,36	40
L23	R3	0,05429	100	13,36	40
L22	R4	0,01810	100	13,36	40
L21	R5	0,01810	100	12,86	40
L20	R6	0,01938	100	13,36	40
L19	R7	0,01938	100	13,36	40
L18	R8	0,03747	100	13,36	40
L17	R9	0,04652	100	13,36	40
L16	R10	0,01938	100	13,36	40
L12-15	R11	0,08719	100	13,36	40
L9-11	R12	0,05320	100	13,36	40
L6-8	R17	0,05320	100	13,36	40
L1-5	R18	0,08578	100	13,36	40
L26	R13	0,08748	100	13,36	40
L27	R16	0,04228	100	13,36	40
L28	R15	0,04229	100	13,36	40
L29	R14	0,04476	100	13,36	40
Arruamentos	CX-15	0,77230	73	139,00	2
Espaços Verdes	CX-12	1,93000	0	87,88	2

Tabela 64 – Dados Gerais das Sub-Bacias para os Cenários 3.2 e 3.4

O preenchimento da janela de propriedades das sub-bacias, no programa SWMM, requer a introdução de dados mais específicos, obtidos com recurso a tabelas existentes, tais como:

- N, é o coeficiente de Manning para a área impermeável (asfalto), e para a permeável (erva rasteira).
- D, é a altura máxima de retenção superficial do terreno (fonte: ASCE, (1992), Design & Construction of Urban Stormwater Management Systems, New York, NY).

O Quadro seguinte contém a apresentação dos valores determinados conforme o acima descrito.

Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4				
Parâmetros de Infiltração das Sub-Bacias				
ID	N-imperm. (-)	N-perm. (-)	Dstore-imperv. (mm)	Dstore-perv. (mm)
L25	0,015	0,1	1,27	1,27
L24	0,015	0,1	1,27	1,27
L23	0,015	0,1	1,27	1,27
L22	0,015	0,1	1,27	1,27
L21	0,015	0,1	1,27	1,27
L20	0,015	0,1	1,27	1,27
L19	0,015	0,1	1,27	1,27
L18	0,015	0,1	1,27	1,27
L17	0,015	0,1	1,27	1,27
L16	0,015	0,1	1,27	1,27
L12-15	0,015	0,1	1,27	1,27
L9-11	0,015	0,1	1,27	1,27
L6-8	0,015	0,1	1,27	1,27
L1-5	0,015	0,1	1,27	1,27
L26	0,015	0,1	1,27	1,27
L27	0,015	0,1	1,27	1,27
L28	0,015	0,1	1,27	1,27
L29	0,015	0,1	1,27	1,27
Arruamentos	0,011	0,012	1,27	1,27
Espaços Verdes	0,15	0,15	0,381	0,05

Tabela 65 – Parâmetros de Infiltração das Sub-Bacias para os Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4

Ainda em relação às sub-bacias, procedeu-se à adopção de um modelo de infiltração e posteriormente à introdução dos parâmetros necessários para a sua completa caracterização. Assim sendo, considerou-se para modelo de infiltração o método do SCS (CN), utilizando o número do escoamento 100 para coberturas e telhados das zonas residenciais (100% de área impermeável, visto que a recolha de água se dará directamente pelas coberturas), o número de escoamento 93 para as zonas contendo sítios pavimentados (pavimentos betuminosos e calçada) e zonas verdes.

O quadro seguinte apresenta os parâmetros introduzidos para a caracterização do modelo de infiltração:

Sub-Bacias - Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4			
ID	Método de infiltração	Número de curva	Tempo de secagem do solo (dias)
L25	SCS (Curve Number)	100	7
L24	SCS (Curve Number)	100	7
L23	SCS (Curve Number)	100	7
L22	SCS (Curve Number)	100	7
L21	SCS (Curve Number)	100	7
L20	SCS (Curve Number)	100	7
L19	SCS (Curve Number)	100	7
L18	SCS (Curve Number)	100	7
L17	SCS (Curve Number)	100	7
L16	SCS (Curve Number)	100	7
L12-15	SCS (Curve Number)	100	7
L9-11	SCS (Curve Number)	100	7
L6-8	SCS (Curve Number)	100	7
L1-5	SCS (Curve Number)	100	7
L26	SCS (Curve Number)	100	7
L27	SCS (Curve Number)	100	7
L28	SCS (Curve Number)	100	7
L29	SCS (Curve Number)	100	7
Arruamentos	SCS (Curve Number)	93	3
Espaços Verdes	SCS (Curve Number)	93	3

Tabela 66 – Parâmetros de Infiltração das Sub-Bacias para os Cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4

11.7.2. Série Temporal de Precipitação

A série temporal de precipitação a utilizar no presente estudo foi calculada segundo a configuração dos hietogramas de projecto em Portugal proposta por Matos, método este que se apresenta de seguida.

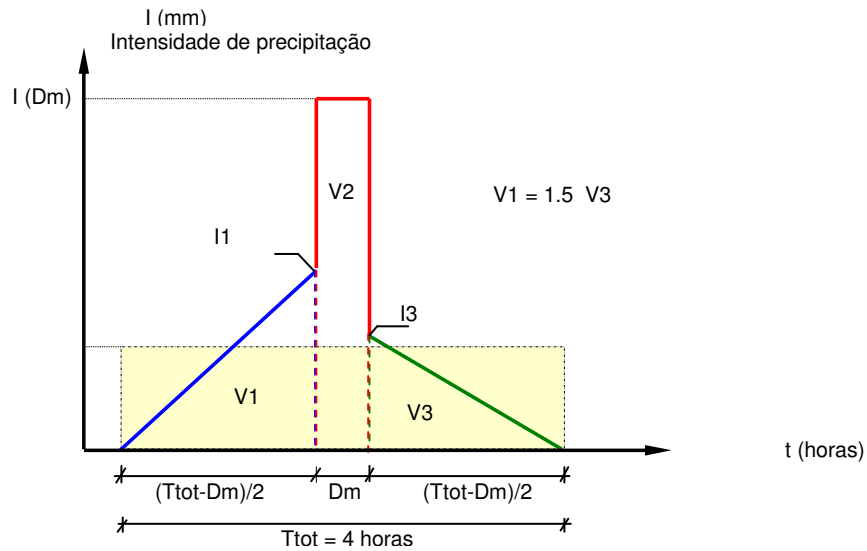


Figura 126 – Modelo de hietograma de projecto em Portugal (Matos)

Em que:

$$I_{Ttot} = I_{4h} = a \times (4 \times 60)^b \text{ (mm/hora)}$$

$$V_{tot} = V_{4h} = 4 \times I_{4horas} \text{ (mm)}$$

$$I_{Dm} = a \times D_m^b \text{ (mm/hora) com } D_m \text{ em minutos}$$

$$V_2 = V_{Dm} = \frac{D_m \times I_{Dm}}{60} \text{ (mm)}$$

$$V_1 = \frac{3 \times (V_{tot} - V_2)}{5} \text{ (mm)}$$

$$V_3 = \frac{2 \times (V_{tot} - V_2)}{5} \text{ (mm)}$$

$$I_1 = \frac{V_1 \times 2}{\left[\frac{\left(\frac{4 - D_m}{60} \right)}{2} \right]} \text{ (mm/hora)}$$

$$I_3 = \frac{V_3 \times 2}{\left[\frac{\left(\frac{4 - D_m}{60} \right)}{2} \right]} \text{ (mm/hora)}$$

Os resultados obtidos encontram-se no quadro seguinte, e foram calculados para uma duração total de 4 horas e com a duração do período mais intenso de 5 minutos. Considerou-se um período de retorno de 5 anos para a zona de estudo.

T (tot) (horas)	Dm (min)	T (anos)	a Parâmetros de região	b	V (tot) (mm)	V1 (mm)	V2 (mm)	V3 (mm)	I (tot) (mm/h)	I1 (mm/h)	I (Dm) (mm/h)	I3 (mm/h)
4	5	5	259.26	-0.562	47.66	23.35	8.74	15.56	11.91	23.84	104.93	15.90

Tabela 67 – Valores de construção do hietograma de “Matos”

A intensidade de precipitação em função do tempo apresenta-se na figura seguinte e a listagem discriminada dos valores com passo de temporal de 30 segundos, tal como introduzidos no programa SWMM, encontrando-se transcritos no anexo 4.

Note-se que, o SWMM não admite na inserção dos valores das séries temporais, a atribuição de dois ou mais valores de intensidade diferentes, para o mesmo instante de tempo. Optou-se então, por não referenciar os valores de intensidade mínima correspondentes ao início e fim da duração do período de maior intensidade de precipitação, sendo esta uma forma conservativa de solucionar o problema.

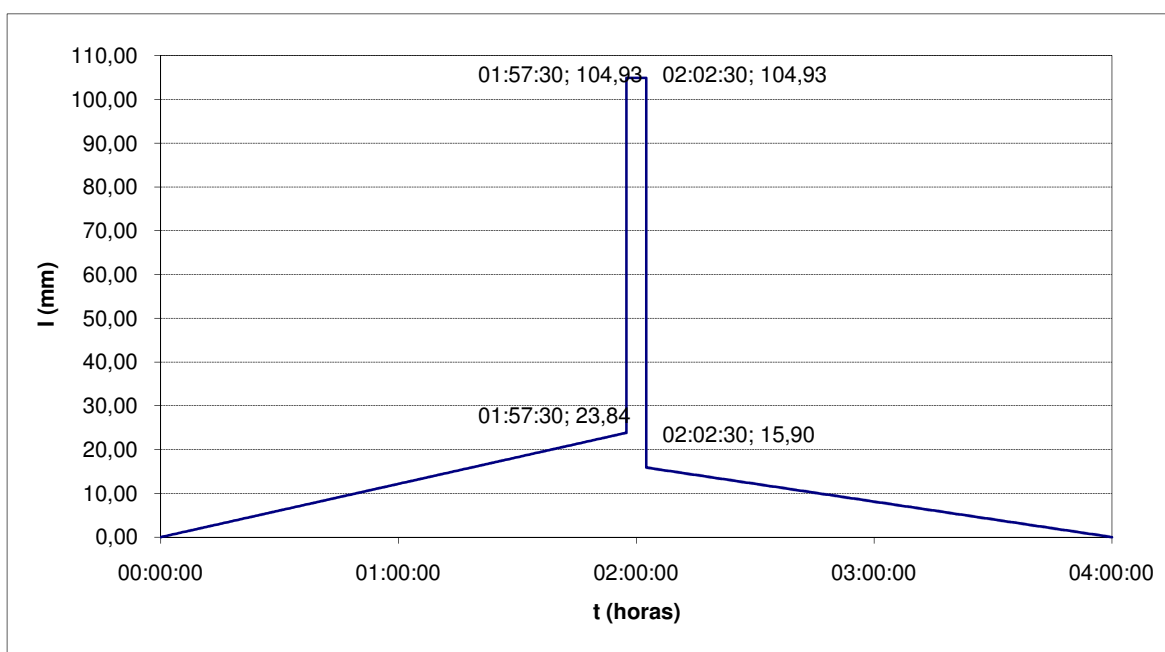


Figura 127 – Série temporal de Precipitação de “Matos”

11.8. Hidrogramas

Em seguida apresentam-se duas tabelas extraídas do programa SWMM, relativas aos Hidrogramas obtidos para os Cenários 3.1 e 3.2 para uma chuvada de 5 minutos de acordo com os dados de precipitação obtidos pelo método do hidrograma unitário triangular.

Sem Reservatório			
Descarga – Cenário 3.1			
T	T	Caudal	Caudal
Dias	Horas	L/S	m ³ /s
0	00:01:00	0	0
0	00:02:00	0	0
0	00:03:00	0,07	0,00007
0	00:04:00	0,01	0,00001
0	00:05:00	0,01	0,00001

Tabela 68 – Valores de construção do hietograma para o Cenário 3.1 para uma Chuvada Unitária

Com Reservatório			
Descarga – Cenário 3.2			
T	T	Caudal	Caudal
Dias	Horas	L/S	m ³ /s
0	00:01:00	0	0
0	00:02:00	0	0
0	00:03:00	0	0
0	00:04:00	0,06	0,00006
0	00:05:00	0,01	0,00001

Tabela 69 – Valores de construção do hietograma para o Cenário 3.1 para uma Chuvada Unitária

Com os dados obtidos para os Cenários 3.1 e 3.2 foram traçados os hidrogramas respectivos, apresentados na figura seguinte.

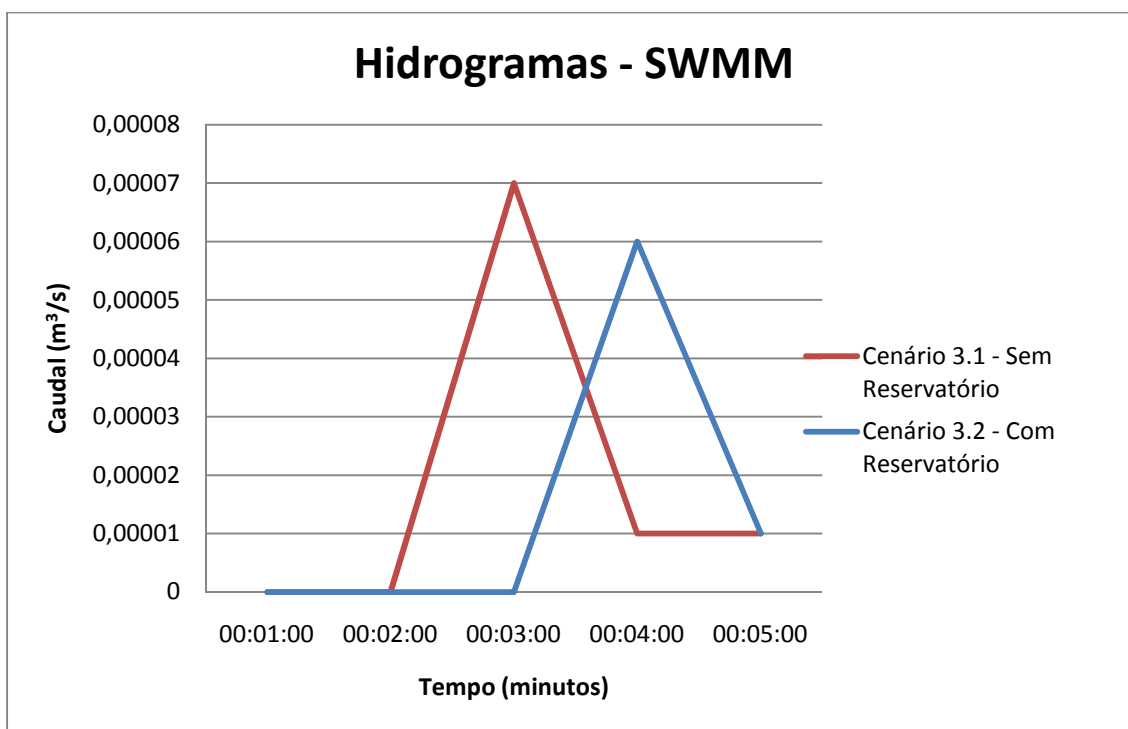


Figura 128 – Hidrogramas obtidos pela série de precipitação do método do hidrograma unitário triangular

$$Eficiência = \frac{Q_{m\acute{a}x(Cen\acute{a}rio\ 3.2)}}{Q_{m\acute{a}x(Cen\acute{a}rio\ 3.1)}} (\%)$$

➤ Eficiência=77,78%

Concluiu-se que, para este caso e depois de comparados os hidrogramas obtidos dos cenários 3.1 e 3.2, a eficiência do sistema com a utilização de um reservatório de aproveitamento de água da chuva para diminuição do pico de cheia na urbanização é de 77,78%.

Apresenta-se na figura seguinte, o hidrograma relativo aos cenários 3.3 e 3.4, que representam um período de pluviosidade de 4 horas, com passo temporal de 30 segundos, estando os dados que serviram de base para o referido nos Anexos 5 e 6.

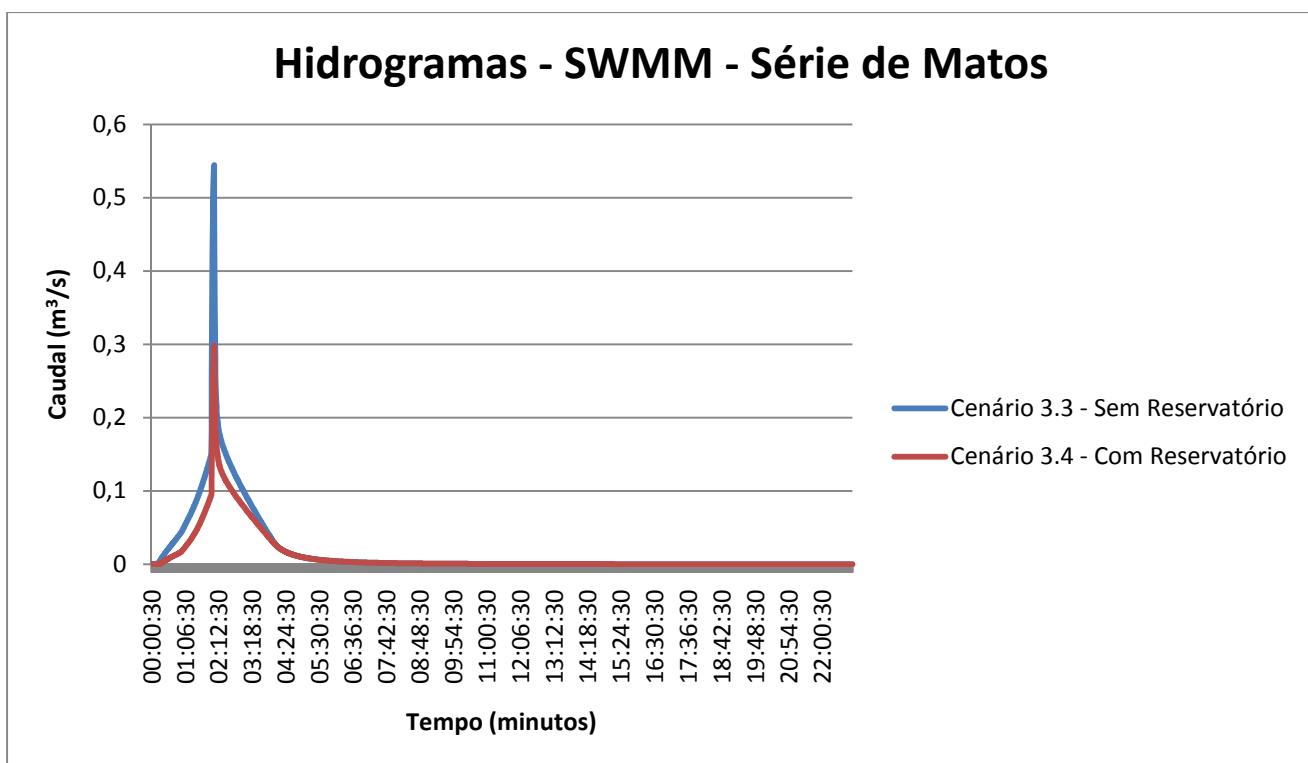


Figura 129 – Hidrogramas obtidos pela série temporal de Precipitação de “Matos”

$$Eficiência = \frac{Q_{m\acute{a}x(Cen\acute{a}rio\ 3.2)} }{Q_{m\acute{a}x(Cen\acute{a}rio\ 3.1)} } (\%)$$

➤ Eficiência=69,87%

Verifica-se que, para uma chuvada maior, tendo-se seleccionado a proposta da Série de Matos, resulta numa eficiência de 69,87% para a utilização de reservatórios de aproveitamento de água da chuva na diminuição do pico de cheia.

12. Conclusões

Para a realização desta dissertação delineou-se um estudo que foi desenvolvido sobre 3 cenários diferentes.

O Cenário 1 contemplou a caracterização de um hidrograma para as duas bacias principais ignorando a urbanização implementada, com base na utilização do programa HEC-HMS.

O Cenário 2 englobou um Hidrograma para as duas bacias hidrográficas principais mais a Urbanização (assumindo que a mesma é tratada como uma bacia hidrográfica), retirando-se as áreas referentes da urbanização às duas primeiras bacias hidrográficas, sem a utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva, mediante a utilização do programa HEC-HMS.

No Cenário 3 foi desenvolvido os hidrogramas unicamente na área da Urbanização do Vales do Algoz com e sem a utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva, onde geraram-se 4 modelos diferentes, recorrendo-se ao programa SWMM. A execução de 4 modelos proveio dos resultados obtidos nas primeiras duas simulações (Cenários 3.1 e 3.2), as quais recriaram uma chuvada na Urbanização sem/com reservatórios de aproveitamento de água da chuva (respectivamente), com dados da precipitação obtidos através do método do hidrograma unitário triangular, tendo-se obtido caudais muito diminutos, num espaço temporal também curto, com pouca expressão para a compreensão do fenómeno da diminuição do pico de cheia através da utilização de sistemas de aproveitamento de água da chuva. Criou-se assim, os cenários 3.3 e 3.4 com uma série de precipitação proposta por Matos, com um passo temporal de 30 segundos para uma chuvada de 4 horas, sem/com sistemas de aproveitamento de água da chuva (respectivamente).

Caracterizaram-se os parâmetros que condicionam o escoamento superficial nas áreas das bacias (Bacias 1 e 2) que confirmam à Urbanização do Vales do Algoz.

Com esta análise, concluiu-se que, as bacias analisadas para os cenários 1 e 2 têm tendência para fraca ocorrência de cheias e que as mesmas são bem drenadas. As áreas impermeabilizadas nas bacias encontram-se abaixo dos 4% da área total das bacias em ambos os cenários (Cenário 1 e 2) e por isso, as bacias encontram-se pouco impermeabilizadas sendo uma área predominantemente rural.

Através dos dados da precipitação entre 1979-2009, foram calculadas precipitações médias na estação metrológica do Algoz, servindo de base para o dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água da chuva das 92 habitações da urbanização através do método de Rippl. Neste cálculo foi assumido que apenas seria utilizada água da chuva para a descarga dos aparelhos sanitários e para a rega dos espaços verdes.

Depois da modelação dos cenários 1 e 2 no programa HEC-HMS e dos cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 no programa SWMM foram extraídos os dados relativos aos hidrogramas. Analisados os resultados, verificou-se desde logo que nos cenários 1 e 2 os dados obtidos são praticamente idênticos. Sabe-se que foi assumido no cenário 2, que a área da urbanização é tratada como a de uma bacia hidrográfica e que perante a comparação com os resultados obtidos nos cenários 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4, que a mesma não pode ser tratada como tal, visto que se obteve resultados completamente díspares, não podendo ser comparáveis, dos obtidos através da modelação no SWMM, software que é mais indicado para o tratamento de modelos de drenagem de redes de águas pluviais. Verificou-se ainda que a área urbanizada é muito pequena em comparação com as duas bacias hidrográficas onde está inserida, esperando-se resultados na diminuição do pico de cheia interessantes de se analisarem caso a área impermeabilizada tivesse maior expressão.

Foi ainda possível comparar a eficiência da utilização destes sistemas com a utilização de reservatórios de aproveitamento de água da chuva perante uma chuvada intensa. Uma vez que, foram feitas duas séries de precipitação para valores extremos, pelo método do hidrograma unitário triangular e outra pela proposta de Matos, obteve-se as eficiências 77,78% e 69,87% (respectivamente), respostas que foram bastante positivas.

13. Referências Bibliográficas

3P Technik. (s.d.). Obtido em Setembro de 2010, de 3P Technik: <http://www.3PTechnick.com>

Afonso, A. S. (2008). Repensar o uso no ciclo predial. Contributos para a sustentabilidade. *Congresso de Inovação da Construção Sustentável* (p. 7). Aveiro: Universidade de Aveiro.

Água, I. d. (s.d.). *Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos*. Obtido em Agosto de 2010, de <http://snirh.pt/>

Alves, N. (2009). *Estudo de Viabilidade para a Reutilização de Águas Residuais Urbanas Tratadas na Recarga de Aquíferos - Normativos de Qualidade - Caso de Estudo ETAR de Beja. Dissertação do Mestrado de Engenharia do Ambiente*. Faro: Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente.

Assis Paixão, M. d. (1999). *Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais*. Amadora: Edições Orion.

Bertolo, E. (2006). *Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações - Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente*. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto.

Bertolo, E., & Simões, V. (2008). *Manual Sobre Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial*. Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais.

Brito, W. *Construindo a Solidariedade no Semi-Árido, Manual de Cisterna de Placas*. Brasília: Cáritas Brasileira.

Brown, C., Gerston, J., & Colley, S. (2005). *Texas Manual on Rainwater Harvesting*. Austin, Texas: Texas Water Development Board.

Carvalho, G. d. (2007). *Análise de uma Proposta de um Sistema de Captação e Aproveitamento de água de Chuva para uso em bacias Sanitárias com caixa acoplada em Residências unifamiliares - Dissertação de Licenciatura de Engenharia Ambiental*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrologia Aplicada*. Colombia: Mc Graw Hill.

Correia dos Reis, A., Brazão Farinha, M., & Brazão Farinha, J. (2007). *Tabelas Técnicas*. Lisboa: Edições Técnicas E.T.K., Lda.

Delphin. (s.d.). Obtido em Setembro de 2010, de Delphin: <http://www.delphin-ws.de>

Dill, A. C. (2009). *Apontamentos de Hidrologia*. Faro: Universidade do Algarve.

EcoÁgua. (s.d.). Obtido em Outubro de 2010, de EcoÁgua: <http://www.ecoagua.pt>

Especificação Técnica 701 - Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (23 de 01 de 2009).

Espírito Santo, F. d. (2007). *Empreendimentos Sustentáveis, Responsabilidade Ambiental e Vantagem Competitiva. Dissertação em Administração*. Santos: Centro Universitário Monte Serrat.

Government, U. S. (2009). *User's Manual Hydrologic Modeling System*. Davis: U.S. Army Corps of Engineer.

Graf. (s.d.). Obtido em Dezembro de 2010, de Graf: <http://www.graf.pt/>

Guerrero, C. (2009). *Rega com Águas Residuais, O exemplo dos Campos de Golfe*. Faro: Universidade do Algarve - FERN.

Knebel Felton, C. (2008). *Análise Quantitativa e Qualitativa de Água Pluvial Armazenada em Cisternas para Uso Potável - Dissertação de Licenciatura de Engenharia Civil*. Foz de Iguaçu: Faculdade de Dinâmica de Cataratas.

Lança, R. (2000). *Contribuição para o Estudo de Cheias Recorrendo a um Modelo Distribuído - Dissertação de Mestrado em Engenharia do Solo e da Água*. Faro: Universidade Nova de Lisboa.

Lança, R., & Costa, T. d. (2001). *Hidrologia de Superfície*. Faro: Universidade Superior de Tecnologia do Algarve.

Lança, R., & Rodrigues, A. C. (2000). Apresentação de um Modelo Distribuído de Precipitação/Escoamento Superficial. *Congresso da Água* (p. 14). Lisboa: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

Lencastre, A. (1996). *Hidráulica Geral*. Lisboa: Gráfica de Coimbra, Lda.

Lencastre, A., & Franco, J. (2010). *Lições de Hidrologia*. Lisboa: Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa.

Macedo, R. L. (2010). *Estudo Hidrológico do Rio Negro - Dissertação de Licenciatura em Engenharia Sanitária e Ambiental*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico.

Marinoski, A. K. (2007). *Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino, estudo de caso em Florianópolis. Dissertação de Licenciatura de Engenharia Civil*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil.

May, S. (2004). *Estudo de Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações - Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil*. São Paulo: Universidade de São Paulo .

Mendes, T. A. (2008). *Avaliação da Vulnerabilidade de Barragens ao Rompimento de Pequenos Barramentos Localizados a Montante - Dissertação de Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.

Neufert, P., & Neff, L. (2007). *Casa.Apartamento.Jardim*. Barcelona: Gustavo Gili. SL.

Pereira, C. C. (1995). *Análise de Precipitações Intensas. Dissertação de Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.

Quintela, A. (2000). *Hidráulica*. Lisboa: Fundação Calouste Gilbenkian.

Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição, Decreto Regulamentar nº.23/95 (23 de Agosto de 1995).

Tomaz, P. (2006). *Água Pague Menos, Guia Profissional para a Economia de Água em Prédio de Apartamento, Comércio e Indústria*. Guarulhos: Plíneo Tomaz.

Tomaz, P. (2007). *BMPs, Best Mangement Practices, Melhoria da Qualidade das Águas Pluviais*. Guarulhos: Plíneo Tomaz.

Tomaz, P. (2005). *Critério Unificado para Manejo das Águas Pluviais em Áreas Urbanas*. Guarulhos: Plíneo Tomaz.

Tomaz, P. (2009). *Curso de Manejo de Águas Pluviais*. Guarulhos: Plíneo Tomaz.

Tomaz, P. (2006). *Infiltração e balanço Hídrico*. Guarulhos: Plíneo Tomaz.

Weierbacher, L. (2008). *Estudo de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva na Indústria Moveleira Bento Móveis de Alvorada - Dissertação de Licenciatura de Engenharia Civil*. Canoas: Universidade Luterana do Brasil.

Wikipédia. (s.d.). Obtido em Outubro de 2010, de Wikipédia: <http://pt.wikipedia.org>

Anexos

Anexo 1

➤ Dados da Precipitação Mensal entre os anos de 1979 a 2009 na Estação Metrológica do Algoz.

Precipitação Mensal Anual (mm)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1979										248,6	1,9	9,4
1980	27,5	90,8	46,1	80	69,1	2,8	4	6,5	3,1	38,1	90,9	0
1981	2,2	20,4	32,1	38,7	25,5	2,6	0	0	28,1	12,2	1,5	172,7
1982	94,9	47,6	38,5	19	0	0	0	10,2	55,5	11	92,5	16,6
1983	2,5	81,1	12,5	56,5	16,6	7,8	0	0	0	66	218,4	150,6
1984	19,3	15,1	55,8	72,8	17	1,8	0	0	0	20,9	128,4	125,7
1985	165	127,6	4,2	46,7	14,6	6,5	0	0	2	0	44,5	76,5
1986	41,9	112,2	45	60	32,3	0,6	0	0	62,5	27,5	41,4	22,4
1987	109,7	105,6	12,1	71,2	0	1	12,5	30,2	18,7	121,2	160,5	267,7
1988	83,9	29	43,5	15,8	39,7	24,7	6,5	0	0	58,6	392,6	5,6
1989	112,1	49,2	30,2	101,5	38,3	0	0	1,8	30,5	185,2	247,5	454,5
1990	43,7	2,5	52,4	101	16,6	1	0	0	6,1	79	36,2	160,6
1991	10,8	99,6	75,9	48,2	0	15,6	0,9	1,2	7,9	77,7	7,4	114,4
1992	80,3	18,5	22	38,6	11,9	9,4	0,1	1,2	21	30,6	0,4	181,3
1993	23,9	34,8	22,7	41,8	87,5	0,8	0	0,6	8,7	126,7	126,1	0,5
1994	48,2	72,6	11,5	15	38,6	0	0	0	8,6	30,2	51	52,6
1995	25,4	43,9	24,2	24,4	5,8	7,6	2,5	0	5,6	12,9	142,9	285,8
1996	284	58,9	202,2	15,4	103,5	0	0	0	38,4	53	36,3	299,7
1997				64,2	36	30,3	4,4	1,8	12,2	78	236,8	163,2
1998	71,3	61,9	9,5	24,2	37,3	1,5	1,5	0	54,7	8,2	27,6	21,5
1999	64,3	7,9	67	17,7	10,8	0	1,8	1,2	25,5	103,4	44,1	22,8
2000	42,6	11	30,9	114,2	128	0	0	0	8,5	9,8	49,9	211,8
2001	84,6	54,3	128,6	0,3	14,5	1,4	0	0,1	95,7	85,2	47,6	183,5
2002	103,3	68,8	4,1	1,7	0	0,1	70,5	42,4	132	98,5	68,1	65,1
2003	68,1	65,1	66,3	7,7	0,4	0,9	1,2	8,8	134,1	91,5	93,4	16,2
2004	16,2	47,1	38,1	7,5	22,3	0,4	0,4	8,1	6,3	63,6	16,4	83,5
2005	1,6	30	10,3	22,1	0,3	4,1	0,9	1,8	124,8	150,1	58,3	74,6
2006	74,6	51,3	70,9	22,4	19,5	0,2	22,4	120,3	171,6	42	17,6	42,5
2007	17,6	42,5	16,2	58,2	9,1	0,6	23,6	42,7	50,6	110,8	89,2	31,4
2008		89,2	31,4	116,5	47,8	0,3	0,8	0,2	83,8	74	26,3	42,4
2009	92,7	68,6	31,9	34,5								
Nº. Meses	28	29	30	30	29	29	29	29	29	30	30	30
Média	64,72	55,42	41,20	44,59	29,07	4,21	5,31	9,62	41,26	70,48	86,52	111,84

Fonte: <http://snirh.pt/>

Anexo 2

➤ Dados extraídos do HEC-HMS relativos aos Hidrogramas do Cenário 1

Cenário 1 - Bacia 1 e 2				
Date	Time	Inflow from Sub basin-2 (m3/s)	Inflow from Sub basin-1 (m3/s)	Outflow (m3/s)
01-Jan-10	00:00	0	0	0
01-Jan-10	00:01	0	0	0
01-Jan-10	00:02	0	0	0
01-Jan-10	00:03	0	0	0
01-Jan-10	00:04	0	0	0
01-Jan-10	00:05	0	0	0
01-Jan-10	00:06	0	0	0
01-Jan-10	00:07	0	0	0,1
01-Jan-10	00:08	0	0	0,1
01-Jan-10	00:09	0,1	0,1	0,1
01-Jan-10	00:10	0,1	0,1	0,2
01-Jan-10	00:11	0,2	0,2	0,3
01-Jan-10	00:12	0,3	0,3	0,6
01-Jan-10	00:13	0,5	0,5	1
01-Jan-10	00:14	0,9	0,8	1,6
01-Jan-10	00:15	1,4	1,2	2,6
01-Jan-10	00:16	2	1,7	3,7
01-Jan-10	00:17	2,8	2,4	5,2
01-Jan-10	00:18	3,8	3,2	7,1
01-Jan-10	00:19	5	4,2	9,2
01-Jan-10	00:20	6,4	5,2	11,6
01-Jan-10	00:21	7,9	6,4	14,3
01-Jan-10	00:22	9,4	7,6	17
01-Jan-10	00:23	10,9	8,7	19,6
01-Jan-10	00:24	12,4	9,7	22,1
01-Jan-10	00:25	13,7	10,7	24,4
01-Jan-10	00:26	14,9	11,5	26,4
01-Jan-10	00:27	15,9	12,2	28,1
01-Jan-10	00:28	16,8	12,8	29,6
01-Jan-10	00:29	17,5	13,2	30,7
01-Jan-10	00:30	18,1	13,5	31,6
01-Jan-10	00:31	18,4	13,7	32,1
01-Jan-10	00:32	18,7	13,8	32,4
01-Jan-10	00:33	18,7	13,7	32,5
01-Jan-10	00:34	18,7	13,6	32,3
01-Jan-10	00:35	18,5	13,4	31,9
01-Jan-10	00:36	18,3	13,1	31,4
01-Jan-10	00:37	17,9	12,8	30,8
01-Jan-10	00:38	17,6	12,5	30,1
01-Jan-10	00:39	17,2	12,2	29,4
01-Jan-10	00:40	16,8	12	28,8
01-Jan-10	00:41	16,4	11,7	28,1
01-Jan-10	00:42	16,1	11,4	27,5
01-Jan-10	00:43	15,7	11,2	26,9
01-Jan-10	00:44	15,4	10,9	26,3
01-Jan-10	00:45	15,1	10,7	25,8
01-Jan-10	00:46	14,8	10,5	25,2
01-Jan-10	00:47	14,5	10,2	24,7
01-Jan-10	00:48	14,1	10	24,1
01-Jan-10	00:49	13,8	9,7	23,5
01-Jan-10	00:50	13,4	9,4	22,8
01-Jan-10	00:51	13	9,1	22,1
01-Jan-10	00:52	12,6	8,8	21,4
01-Jan-10	00:53	12,1	8,4	20,5
01-Jan-10	00:54	11,6	8	19,6
01-Jan-10	00:55	11	7,6	18,6
01-Jan-10	00:56	10,4	7,1	17,5
01-Jan-10	00:57	9,7	6,7	16,4
01-Jan-10	00:58	9,1	6,2	15,2
01-Jan-10	00:59	8,4	5,7	14,1
01-Jan-10	01:00	7,8	5,2	13
01-Jan-10	01:01	7,1	4,8	11,9
01-Jan-10	01:02	6,5	4,3	10,8
01-Jan-10	01:03	5,9	3,9	9,8
01-Jan-10	01:04	5,4	3,5	8,9
01-Jan-10	01:05	4,8	3,1	8
01-Jan-10	01:06	4,3	2,8	7,1
01-Jan-10	01:07	3,9	2,5	6,4
01-Jan-10	01:08	3,5	2,2	5,7
01-Jan-10	01:09	3,1	2	5,1
01-Jan-10	01:10	2,8	1,8	4,6
01-Jan-10	01:11	2,5	1,6	4,1
01-Jan-10	01:12	2,3	1,4	3,7
01-Jan-10	01:13	2	1,3	3,3
01-Jan-10	01:14	1,8	1,2	3
01-Jan-10	01:15	1,7	1	2,7

01-Jan-10	01:16	1,5	0,9	2,4	01-Jan-10	01:59	0	0	0
01-Jan-10	01:17	1,3	0,8	2,2	01-Jan-10	02:00	0	0	0
01-Jan-10	01:18	1,2	0,7	1,9	01-Jan-10	02:01	0	0	0
01-Jan-10	01:19	1,1	0,7	1,7	01-Jan-10	02:02	0	0	0
01-Jan-10	01:20	1	0,6	1,6	01-Jan-10	02:03	0	0	0
01-Jan-10	01:21	0,9	0,5	1,4	01-Jan-10	02:04	0	0	0
01-Jan-10	01:22	0,8	0,5	1,3	01-Jan-10	02:05	0	0	0
01-Jan-10	01:23	0,7	0,4	1,1	01-Jan-10	02:06	0	0	0
01-Jan-10	01:24	0,6	0,4	1	01-Jan-10	02:07	0	0	0
01-Jan-10	01:25	0,6	0,3	0,9	01-Jan-10	02:08	0	0	0
01-Jan-10	01:26	0,5	0,3	0,8	01-Jan-10	02:09	0	0	0
01-Jan-10	01:27	0,4	0,3	0,7	01-Jan-10	02:10	0	0	0
01-Jan-10	01:28	0,4	0,2	0,6	01-Jan-10	02:11	0	0	0
01-Jan-10	01:29	0,3	0,2	0,5	01-Jan-10	02:12	0	0	0
01-Jan-10	01:30	0,3	0,2	0,5	01-Jan-10	02:13	0	0	0
01-Jan-10	01:31	0,3	0,2	0,4	01-Jan-10	02:14	0	0	0
01-Jan-10	01:32	0,2	0,1	0,4	01-Jan-10	02:15	0	0	0
01-Jan-10	01:33	0,2	0,1	0,3	01-Jan-10	02:16	0	0	0
01-Jan-10	01:34	0,2	0,1	0,3	01-Jan-10	02:17	0	0	0
01-Jan-10	01:35	0,2	0,1	0,3	01-Jan-10	02:18	0	0	0
01-Jan-10	01:36	0,2	0,1	0,2	01-Jan-10	02:19	0	0	0
01-Jan-10	01:37	0,1	0,1	0,2	01-Jan-10	02:20	0	0	0
01-Jan-10	01:38	0,1	0,1	0,2	01-Jan-10	02:21	0	0	0
01-Jan-10	01:39	0,1	0,1	0,2	01-Jan-10	02:22	0	0	0
01-Jan-10	01:40	0,1	0,1	0,1	01-Jan-10	02:23	0	0	0
01-Jan-10	01:41	0,1	0	0,1	01-Jan-10	02:24	0	0	0
01-Jan-10	01:42	0,1	0	0,1	01-Jan-10	02:25	0	0	0
01-Jan-10	01:43	0,1	0	0,1	01-Jan-10	02:26	0	0	0
01-Jan-10	01:44	0,1	0	0,1	01-Jan-10	02:27	0	0	0
01-Jan-10	01:45	0	0	0,1	01-Jan-10	02:28	0	0	0
01-Jan-10	01:46	0	0	0,1	01-Jan-10	02:29	0	0	0
01-Jan-10	01:47	0	0	0,1	01-Jan-10	02:30	0	0	0
01-Jan-10	01:48	0	0	0	01-Jan-10	02:31	0	0	0
01-Jan-10	01:49	0	0	0	01-Jan-10	02:32	0	0	0
01-Jan-10	01:50	0	0	0	01-Jan-10	02:33	0	0	0
01-Jan-10	01:51	0	0	0	01-Jan-10	02:34	0	0	0
01-Jan-10	01:52	0	0	0	01-Jan-10	02:35	0	0	0
01-Jan-10	01:53	0	0	0	01-Jan-10	02:36	0	0	0
01-Jan-10	01:54	0	0	0	01-Jan-10	02:37	0	0	0
01-Jan-10	01:55	0	0	0	01-Jan-10	02:38	0	0	0
01-Jan-10	01:56	0	0	0	01-Jan-10	02:39	0	0	0
01-Jan-10	01:57	0	0	0	01-Jan-10	02:40	0	0	0
01-Jan-10	01:58	0	0	0	01-Jan-10	02:41	0	0	0

01-Jan-10	02:42	0	0	0
01-Jan-10	02:43	0	0	0
01-Jan-10	02:44	0	0	0
01-Jan-10	02:45	0	0	0
01-Jan-10	02:46	0	0	0
01-Jan-10	02:47	0	0	0
01-Jan-10	02:48	0	0	0
01-Jan-10	02:49	0	0	0
01-Jan-10	02:50	0	0	0
01-Jan-10	02:51	0	0	0
01-Jan-10	02:52	0	0	0
01-Jan-10	02:53	0	0	0
01-Jan-10	02:54	0	0	0
01-Jan-10	02:55	0	0	0
01-Jan-10	02:56	0	0	0
01-Jan-10	02:57	0	0	0
01-Jan-10	02:58	0	0	0
01-Jan-10	02:59	0	0	0
01-Jan-10	03:00	0	0	0

Anexo 3

➤ Dados extraídos do HEC-HMS relativos aos Hidrogramas do Cenário 2

Cenário 2 - Bacia 1', 2' e 3'					
Date	Time	Inflow from Sub basin-2 (M3/S)	Inflow from Sub basin-1 (M3/S)	Inflow from Sub basin-3 (M3/S)	Outflow (M3/S)
01-Jan-10	00:00	0	0	0	0
01-Jan-10	00:01	0	0	0	0
01-Jan-10	00:02	0	0	0,1	0,1
01-Jan-10	00:03	0	0	0,4	0,4
01-Jan-10	00:04	0	0	0,8	0,8
01-Jan-10	00:05	0	0	1	1
01-Jan-10	00:06	0	0	0,8	0,8
01-Jan-10	00:07	0	0	0,5	0,5
01-Jan-10	00:08	0	0	0,2	0,3
01-Jan-10	00:09	0,1	0,1	0,1	0,2
01-Jan-10	00:10	0,1	0,1	0,1	0,2
01-Jan-10	00:11	0,2	0,1	0	0,3
01-Jan-10	00:12	0,3	0,3	0	0,6
01-Jan-10	00:13	0,5	0,4	0	1
01-Jan-10	00:14	0,9	0,7	0	1,6
01-Jan-10	00:15	1,3	1,1	0	2,5
01-Jan-10	00:16	2	1,6	0	3,6
01-Jan-10	00:17	2,8	2,3	0	5,1
01-Jan-10	00:18	3,8	3,1	0	6,9
01-Jan-10	00:19	5	4	0	9
01-Jan-10	00:20	6,3	5	0	11,4
01-Jan-10	00:21	7,8	6,2	0	13,9
01-Jan-10	00:22	9,3	7,3	0	16,6
01-Jan-10	00:23	10,8	8,4	0	19,2
01-Jan-10	00:24	12,2	9,4	0	21,7
01-Jan-10	00:25	13,5	10,4	0	23,9
01-Jan-10	00:26	14,7	11,2	0	25,9
01-Jan-10	00:27	15,7	11,9	0	27,6
01-Jan-10	00:28	16,6	12,4	0	29,1
01-Jan-10	00:29	17,3	12,9	0	30,2
01-Jan-10	00:30	17,8	13,2	0	31
01-Jan-10	00:31	18,2	13,4	0	31,6
01-Jan-10	00:32	18,4	13,4	0	31,9
01-Jan-10	00:33	18,5	13,4	0	31,9
01-Jan-10	00:34	18,5	13,3	0	31,8
01-Jan-10	00:35	18,3	13,1	0	31,4

01-Jan-10	00:36	18,1	12,8	0	30,9
01-Jan-10	00:37	17,7	12,5	0	30,3
01-Jan-10	00:38	17,3	12,3	0	29,6
01-Jan-10	00:39	17	12	0	28,9
01-Jan-10	00:40	16,6	11,7	0	28,3
01-Jan-10	00:41	16,2	11,4	0	27,7
01-Jan-10	00:42	15,9	11,2	0	27,1
01-Jan-10	00:43	15,6	10,9	0	26,5
01-Jan-10	00:44	15,2	10,7	0	25,9
01-Jan-10	00:45	14,9	10,5	0	25,4
01-Jan-10	00:46	14,6	10,2	0	24,9
01-Jan-10	00:47	14,3	10	0	24,3
01-Jan-10	00:48	14	9,8	0	23,7
01-Jan-10	00:49	13,6	9,5	0	23,1
01-Jan-10	00:50	13,3	9,2	0	22,5
01-Jan-10	00:51	12,9	9	0	21,8
01-Jan-10	00:52	12,4	8,6	0	21,1
01-Jan-10	00:53	11,9	8,3	0	20,2
01-Jan-10	00:54	11,4	7,9	0	19,3
01-Jan-10	00:55	10,8	7,4	0	18,3
01-Jan-10	00:56	10,2	7	0	17,2
01-Jan-10	00:57	9,6	6,5	0	16,1
01-Jan-10	00:58	9	6,1	0	15
01-Jan-10	00:59	8,3	5,6	0	13,9
01-Jan-10	01:00	7,7	5,1	0	12,8
01-Jan-10	01:01	7	4,7	0	11,7
01-Jan-10	01:02	6,4	4,2	0	10,7
01-Jan-10	01:03	5,8	3,8	0	9,7
01-Jan-10	01:04	5,3	3,4	0	8,7
01-Jan-10	01:05	4,8	3,1	0	7,9
01-Jan-10	01:06	4,3	2,8	0	7
01-Jan-10	01:07	3,8	2,5	0	6,3
01-Jan-10	01:08	3,4	2,2	0	5,6
01-Jan-10	01:09	3,1	2	0	5
01-Jan-10	01:10	2,8	1,8	0	4,5
01-Jan-10	01:11	2,5	1,6	0	4,1
01-Jan-10	01:12	2,2	1,4	0	3,6
01-Jan-10	01:13	2	1,3	0	3,3
01-Jan-10	01:14	1,8	1,1	0	2,9
01-Jan-10	01:15	1,6	1	0	2,7
01-Jan-10	01:16	1,5	0,9	0	2,4
01-Jan-10	01:17	1,3	0,8	0	2,1

01-Jan-10	01:18	1,2	0,7	0	1,9
01-Jan-10	01:19	1,1	0,7	0	1,7
01-Jan-10	01:20	1	0,6	0	1,5
01-Jan-10	01:21	0,9	0,5	0	1,4
01-Jan-10	01:22	0,8	0,5	0	1,2
01-Jan-10	01:23	0,7	0,4	0	1,1
01-Jan-10	01:24	0,6	0,4	0	1
01-Jan-10	01:25	0,6	0,3	0	0,9
01-Jan-10	01:26	0,5	0,3	0	0,8
01-Jan-10	01:27	0,4	0,3	0	0,7
01-Jan-10	01:28	0,4	0,2	0	0,6
01-Jan-10	01:29	0,3	0,2	0	0,5
01-Jan-10	01:30	0,3	0,2	0	0,5
01-Jan-10	01:31	0,3	0,2	0	0,4
01-Jan-10	01:32	0,2	0,1	0	0,4
01-Jan-10	01:33	0,2	0,1	0	0,3
01-Jan-10	01:34	0,2	0,1	0	0,3
01-Jan-10	01:35	0,2	0,1	0	0,3
01-Jan-10	01:36	0,2	0,1	0	0,2
01-Jan-10	01:37	0,1	0,1	0	0,2
01-Jan-10	01:38	0,1	0,1	0	0,2
01-Jan-10	01:39	0,1	0,1	0	0,2
01-Jan-10	01:40	0,1	0	0	0,1
01-Jan-10	01:41	0,1	0	0	0,1
01-Jan-10	01:42	0,1	0	0	0,1
01-Jan-10	01:43	0,1	0	0	0,1
01-Jan-10	01:44	0,1	0	0	0,1
01-Jan-10	01:45	0	0	0	0,1
01-Jan-10	01:46	0	0	0	0,1
01-Jan-10	01:47	0	0	0	0,1
01-Jan-10	01:48	0	0	0	0
01-Jan-10	01:49	0	0	0	0
01-Jan-10	01:50	0	0	0	0
01-Jan-10	01:51	0	0	0	0
01-Jan-10	01:52	0	0	0	0
01-Jan-10	01:53	0	0	0	0
01-Jan-10	01:54	0	0	0	0
01-Jan-10	01:55	0	0	0	0
01-Jan-10	01:56	0	0	0	0
01-Jan-10	01:57	0	0	0	0
01-Jan-10	01:58	0	0	0	0
01-Jan-10	01:59	0	0	0	0
01-Jan-10	02:00	0	0	0	0

01-Jan-10	02:01	0	0	0	0
01-Jan-10	02:02	0	0	0	0
01-Jan-10	02:03	0	0	0	0
01-Jan-10	02:04	0	0	0	0
01-Jan-10	02:05	0	0	0	0
01-Jan-10	02:06	0	0	0	0
01-Jan-10	02:07	0	0	0	0
01-Jan-10	02:08	0	0	0	0
01-Jan-10	02:09	0	0	0	0
01-Jan-10	02:10	0	0	0	0
01-Jan-10	02:11	0	0	0	0
01-Jan-10	02:12	0	0	0	0
01-Jan-10	02:13	0	0	0	0
01-Jan-10	02:14	0	0	0	0
01-Jan-10	02:15	0	0	0	0
01-Jan-10	02:16	0	0	0	0
01-Jan-10	02:17	0	0	0	0
01-Jan-10	02:18	0	0	0	0
01-Jan-10	02:19	0	0	0	0
01-Jan-10	02:20	0	0	0	0
01-Jan-10	02:21	0	0	0	0
01-Jan-10	02:22	0	0	0	0
01-Jan-10	02:23	0	0	0	0
01-Jan-10	02:24	0	0	0	0
01-Jan-10	02:25	0	0	0	0
01-Jan-10	02:26	0	0	0	0
01-Jan-10	02:27	0	0	0	0
01-Jan-10	02:28	0	0	0	0
01-Jan-10	02:29	0	0	0	0
01-Jan-10	02:30	0	0	0	0
01-Jan-10	02:31	0	0	0	0
01-Jan-10	02:32	0	0	0	0
01-Jan-10	02:33	0	0	0	0
01-Jan-10	02:34	0	0	0	0
01-Jan-10	02:35	0	0	0	0
01-Jan-10	02:36	0	0	0	0
01-Jan-10	02:37	0	0	0	0
01-Jan-10	02:38	0	0	0	0
01-Jan-10	02:39	0	0	0	0
01-Jan-10	02:40	0	0	0	0
01-Jan-10	02:41	0	0	0	0
01-Jan-10	02:42	0	0	0	0
01-Jan-10	02:43	0	0	0	0

01-Jan-10	02:44	0	0	0	0
01-Jan-10	02:45	0	0	0	0
01-Jan-10	02:46	0	0	0	0
01-Jan-10	02:47	0	0	0	0
01-Jan-10	02:48	0	0	0	0
01-Jan-10	02:49	0	0	0	0
01-Jan-10	02:50	0	0	0	0
01-Jan-10	02:51	0	0	0	0
01-Jan-10	02:52	0	0	0	0
01-Jan-10	02:53	0	0	0	0
01-Jan-10	02:54	0	0	0	0
01-Jan-10	02:55	0	0	0	0
01-Jan-10	02:56	0	0	0	0
01-Jan-10	02:57	0	0	0	0
01-Jan-10	02:58	0	0	0	0
01-Jan-10	02:59	0	0	0	0
01-Jan-10	03:00	0	0	0	0

Anexo 4

- Dados da Precipitação de Matos, utilizado para os cenários 3.3 e 3.4 no programa SWMM, para um período de pluviosidade de 4 horas, com passo de temporal de 30 segundos.

t (min)	I (mm)				
00:00:00	0,00	00:18:00	3,65	00:36:30	7,41
00:00:30	0,10	00:18:30	3,75	00:37:00	7,51
00:01:00	0,20	00:19:00	3,86	00:37:30	7,61
00:01:30	0,30	00:19:30	3,96	00:38:00	7,71
00:02:00	0,41	00:20:00	4,06	00:38:30	7,81
00:02:30	0,51	00:20:30	4,16	00:39:00	7,91
00:03:00	0,61	00:21:00	4,26	00:39:30	8,02
00:03:30	0,71	00:21:30	4,36	00:40:00	8,12
00:04:00	0,81	00:22:00	4,46	00:40:30	8,22
00:04:30	0,91	00:22:30	4,57	00:41:00	8,32
00:05:00	1,01	00:23:00	4,67	00:41:30	8,42
00:05:30	1,12	00:23:30	4,77	00:42:00	8,52
00:06:00	1,22	00:24:00	4,87	00:42:30	8,62
00:06:30	1,32	00:24:30	4,97	00:43:00	8,73
00:07:00	1,42	00:25:00	5,07	00:43:30	8,83
00:07:30	1,52	00:25:30	5,17	00:44:00	8,93
00:08:00	1,62	00:26:00	5,28	00:44:30	9,03
00:08:30	1,72	00:26:30	5,38	00:45:00	9,13
00:09:00	1,83	00:27:00	5,48	00:45:30	9,23
00:09:30	1,93	00:27:30	5,58	00:46:00	9,33
00:10:00	2,03	00:28:00	5,68	00:46:30	9,44
00:10:30	2,13	00:28:30	5,78	00:47:00	9,54
00:11:00	2,23	00:29:00	5,88	00:47:30	9,64
00:11:30	2,33	00:29:30	5,99	00:48:00	9,74
00:12:00	2,44	00:30:00	6,09	00:48:30	9,84
00:12:30	2,54	00:30:30	6,19	00:49:00	9,94
00:13:00	2,64	00:31:00	6,29	00:49:30	10,04
00:13:30	2,74	00:31:30	6,39	00:50:00	10,15
00:14:00	2,84	00:32:00	6,49	00:50:30	10,25
00:14:30	2,94	00:32:30	6,60	00:51:00	10,35
00:15:00	3,04	00:33:00	6,70	00:51:30	10,45
00:15:30	3,15	00:33:30	6,80	00:52:00	10,55
00:16:00	3,25	00:34:00	6,90	00:52:30	10,65
00:16:30	3,35	00:34:30	7,00	00:53:00	10,75
00:17:00	3,45	00:35:00	7,10	00:53:30	10,86
00:17:30	3,55	00:35:30	7,20	00:54:00	10,96
		00:36:00	7,31	00:54:30	11,06
				00:55:00	11,16
				00:55:30	11,26
				00:56:00	11,36
				00:56:30	11,47
				00:57:00	11,57
				00:57:30	11,67
				00:58:00	11,77
				00:58:30	11,87
				00:59:00	11,97
				00:59:30	12,07
				01:00:00	12,18
				01:00:30	12,28
				01:01:00	12,38
				01:01:30	12,48
				01:02:00	12,58
				01:02:30	12,68
				01:03:00	12,78
				01:03:30	12,89
				01:04:00	12,99
				01:04:30	13,09
				01:05:00	13,19
				01:05:30	13,29
				01:06:00	13,39
				01:06:30	13,49
				01:07:00	13,60
				01:07:30	13,70
				01:08:00	13,80
				01:08:30	13,90
				01:09:00	14,00
				01:09:30	14,10
				01:10:00	14,20
				01:10:30	14,31
				01:11:00	14,41
				01:11:30	14,51
				01:12:00	14,61
				01:12:30	14,71
				01:13:00	14,81

01:13:30	14,91
01:14:00	15,02
01:14:30	15,12
01:15:00	15,22
01:15:30	15,32
01:16:00	15,42
01:16:30	15,52
01:17:00	15,63
01:17:30	15,73
01:18:00	15,83
01:18:30	15,93
01:19:00	16,03
01:19:30	16,13
01:20:00	16,23
01:20:30	16,34
01:21:00	16,44
01:21:30	16,54
01:22:00	16,64
01:22:30	16,74
01:23:00	16,84
01:23:30	16,94
01:24:00	17,05
01:24:30	17,15
01:25:00	17,25
01:25:30	17,35
01:26:00	17,45
01:26:30	17,55
01:27:00	17,65
01:27:30	17,76
01:28:00	17,86
01:28:30	17,96
01:29:00	18,06
01:29:30	18,16
01:30:00	18,26
01:30:30	18,36
01:31:00	18,47
01:31:30	18,57
01:32:00	18,67
01:32:30	18,77
01:33:00	18,87
01:33:30	18,97
01:34:00	19,07
01:34:30	19,18

01:35:00	19,28
01:35:30	19,38
01:36:00	19,48
01:36:30	19,58
01:37:00	19,68
01:37:30	19,79
01:38:00	19,89
01:38:30	19,99
01:39:00	20,09
01:39:30	20,19
01:40:00	20,29
01:40:30	20,39
01:41:00	20,50
01:41:30	20,60
01:42:00	20,70
01:42:30	20,80
01:43:00	20,90
01:43:30	21,00
01:44:00	21,10
01:44:30	21,21
01:45:00	21,31
01:45:30	21,41
01:46:00	21,51
01:46:30	21,61
01:47:00	21,71
01:47:30	21,81
01:48:00	21,92
01:48:30	22,02
01:49:00	22,12
01:49:30	22,22
01:50:00	22,32
01:50:30	22,42
01:51:00	22,52
01:51:30	22,63
01:52:00	22,73
01:52:30	22,83
01:53:00	22,93
01:53:30	23,03
01:54:00	23,13
01:54:30	23,23
01:55:00	23,34
01:55:30	23,44
01:56:00	23,54

01:56:30	23,64
01:57:00	23,74
01:57:30	23,84
01:57:30	104,93
01:58:00	104,93
01:58:30	104,93
01:59:00	104,93
01:59:30	104,93
02:00:00	104,93
02:00:30	104,93
02:01:00	104,93
02:01:30	104,93
02:02:00	104,93
02:02:30	104,93
02:02:30	15,90
02:03:00	15,83
02:03:30	15,76
02:04:00	15,69
02:04:30	15,63
02:05:00	15,56
02:05:30	15,49
02:06:00	15,42
02:06:30	15,35
02:07:00	15,29
02:07:30	15,22
02:08:00	15,15
02:08:30	15,08
02:09:00	15,02
02:09:30	14,95
02:10:00	14,88
02:10:30	14,81
02:11:00	14,75
02:11:30	14,68
02:12:00	14,61
02:12:30	14,54
02:13:00	14,48
02:13:30	14,41
02:14:00	14,34
02:14:30	14,27
02:15:00	14,20
02:15:30	14,14
02:16:00	14,07
02:16:30	14,00

02:17:00	13,93
02:17:30	13,87
02:18:00	13,80
02:18:30	13,73
02:19:00	13,66
02:19:30	13,60
02:20:00	13,53
02:20:30	13,46
02:21:00	13,39
02:21:30	13,33
02:22:00	13,26
02:22:30	13,19
02:23:00	13,12
02:23:30	13,05
02:24:00	12,99
02:24:30	12,92
02:25:00	12,85
02:25:30	12,78
02:26:00	12,72
02:26:30	12,65
02:27:00	12,58
02:27:30	12,51
02:28:00	12,45
02:28:30	12,38
02:29:00	12,31
02:29:30	12,24
02:30:00	12,18
02:30:30	12,11
02:31:00	12,04
02:31:30	11,97
02:32:00	11,90
02:32:30	11,84
02:33:00	11,77
02:33:30	11,70
02:34:00	11,63
02:34:30	11,57
02:35:00	11,50
02:35:30	11,43
02:36:00	11,36
02:36:30	11,30
02:37:00	11,23
02:37:30	11,16
02:38:00	11,09

02:38:30	11,03
02:39:00	10,96
02:39:30	10,89
02:40:00	10,82
02:40:30	10,75
02:41:00	10,69
02:41:30	10,62
02:42:00	10,55
02:42:30	10,48
02:43:00	10,42
02:43:30	10,35
02:44:00	10,28
02:44:30	10,21
02:45:00	10,15
02:45:30	10,08
02:46:00	10,01
02:46:30	9,94
02:47:00	9,88
02:47:30	9,81
02:48:00	9,74
02:48:30	9,67
02:49:00	9,61
02:49:30	9,54
02:50:00	9,47
02:50:30	9,40
02:51:00	9,33
02:51:30	9,27
02:52:00	9,20
02:52:30	9,13
02:53:00	9,06
02:53:30	9,00
02:54:00	8,93
02:54:30	8,86
02:55:00	8,79
02:55:30	8,73
02:56:00	8,66
02:56:30	8,59
02:57:00	8,52
02:57:30	8,46
02:58:00	8,39
02:58:30	8,32
02:59:00	8,25
02:59:30	8,18

03:00:00	8,12
03:00:30	8,05
03:01:00	7,98
03:01:30	7,91
03:02:00	7,85
03:02:30	7,78
03:03:00	7,71
03:03:30	7,64
03:04:00	7,58
03:04:30	7,51
03:05:00	7,44
03:05:30	7,37
03:06:00	7,31
03:06:30	7,24
03:07:00	7,17
03:07:30	7,10
03:08:00	7,03
03:08:30	6,97
03:09:00	6,90
03:09:30	6,83
03:10:00	6,76
03:10:30	6,70
03:11:00	6,63
03:11:30	6,56
03:12:00	6,49
03:12:30	6,43
03:13:00	6,36
03:13:30	6,29
03:14:00	6,22
03:14:30	6,16
03:15:00	6,09
03:15:30	6,02
03:16:00	5,95
03:16:30	5,88
03:17:00	5,82
03:17:30	5,75
03:18:00	5,68
03:18:30	5,61
03:19:00	5,55
03:19:30	5,48
03:20:00	5,41
03:20:30	5,34
03:21:00	5,28

03:21:30	5,21
03:22:00	5,14
03:22:30	5,07
03:23:00	5,01
03:23:30	4,94
03:24:00	4,87
03:24:30	4,80
03:25:00	4,73
03:25:30	4,67
03:26:00	4,60
03:26:30	4,53
03:27:00	4,46
03:27:30	4,40
03:28:00	4,33
03:28:30	4,26
03:29:00	4,19
03:29:30	4,13
03:30:00	4,06
03:30:30	3,99
03:31:00	3,92
03:31:30	3,86
03:32:00	3,79
03:32:30	3,72
03:33:00	3,65
03:33:30	3,58
03:34:00	3,52
03:34:30	3,45
03:35:00	3,38
03:35:30	3,31
03:36:00	3,25
03:36:30	3,18
03:37:00	3,11
03:37:30	3,04
03:38:00	2,98
03:38:30	2,91
03:39:00	2,84
03:39:30	2,77
03:40:00	2,71
03:40:30	2,64
03:41:00	2,57
03:41:30	2,50
03:42:00	2,44
03:42:30	2,37

03:43:00	2,30
03:43:30	2,23
03:44:00	2,16
03:44:30	2,10
03:45:00	2,03
03:45:30	1,96
03:46:00	1,89
03:46:30	1,83
03:47:00	1,76
03:47:30	1,69
03:48:00	1,62
03:48:30	1,56
03:49:00	1,49
03:49:30	1,42
03:50:00	1,35
03:50:30	1,29
03:51:00	1,22
03:51:30	1,15
03:52:00	1,08
03:52:30	1,01
03:53:00	0,95
03:53:30	0,88
03:54:00	0,81
03:54:30	0,74
03:55:00	0,68
03:55:30	0,61
03:56:00	0,54
03:56:30	0,47
03:57:00	0,41
03:57:30	0,34
03:58:00	0,27
03:58:30	0,20
03:59:00	0,14
03:59:30	0,07
04:00:00	0,00

Anexo 5

- Dados extraídos do programa SWMM relativo ao hidrograma do Cenário 3.3, para um período de pluviosidade de 4 horas, com passo temporal de 30 segundos.

Descarga – Cenário 3.3				0	00:17:00	5,08	0,00508	0	00:35:00	22,51	0,02251
T	T	Caudal	Caudal	0	00:17:30	5,53	0,00553	0	00:35:30	22,83	0,02283
Dias	Horas	L/S	m ³ /s	0	00:18:00	6,07	0,00607	0	00:36:00	23,22	0,02322
0	00:00:30	0,00	0	0	00:18:30	6,68	0,00668	0	00:36:30	23,81	0,02381
0	00:01:00	0,00	0	0	00:19:00	7,17	0,00717	0	00:37:00	24,28	0,02428
0	00:01:30	0,00	0	0	00:19:30	7,65	0,00765	0	00:37:30	24,46	0,02446
0	00:02:00	0,00	0	0	00:20:00	8,20	0,0082	0	00:38:00	25,04	0,02504
0	00:02:30	0,00	0	0	00:20:30	8,79	0,00879	0	00:38:30	25,54	0,02554
0	00:03:00	0,00	0	0	00:21:00	9,31	0,00931	0	00:39:00	25,91	0,02591
0	00:03:30	0,33	0,00033	0	00:21:30	9,78	0,00978	0	00:39:30	26,34	0,02634
0	00:04:00	0,01	0,00001	0	00:22:00	10,31	0,01031	0	00:40:00	26,75	0,02675
0	00:04:30	0,00	0	0	00:22:30	10,86	0,01086	0	00:40:30	27,29	0,02729
0	00:05:00	0,00	0	0	00:23:00	11,30	0,0113	0	00:41:00	27,66	0,02766
0	00:05:30	0,00	0	0	00:23:30	11,75	0,01175	0	00:41:30	28,06	0,02806
0	00:06:00	0,00	0	0	00:24:00	12,26	0,01226	0	00:42:00	28,34	0,02834
0	00:06:30	0,00	0	0	00:24:30	12,77	0,01277	0	00:42:30	29,10	0,0291
0	00:07:00	0,00	0	0	00:25:00	13,22	0,01322	0	00:43:00	29,49	0,02949
0	00:07:30	0,00	0	0	00:25:30	13,69	0,01369	0	00:43:30	29,85	0,02985
0	00:08:00	0,00	0	0	00:26:00	14,27	0,01427	0	00:44:00	30,25	0,03025
0	00:08:30	0,51	0,00051	0	00:26:30	14,68	0,01468	0	00:44:30	30,66	0,03066
0	00:09:00	0,01	0,00001	0	00:27:00	15,09	0,01509	0	00:45:00	31,10	0,0311
0	00:09:30	0,48	0,00048	0	00:27:30	15,59	0,01559	0	00:45:30	31,53	0,03153
0	00:10:00	0,03	0,00003	0	00:28:00	16,08	0,01608	0	00:46:00	31,96	0,03196
0	00:10:30	0,12	0,00012	0	00:28:30	16,53	0,01653	0	00:46:30	32,39	0,03239
0	00:11:00	0,32	0,00032	0	00:29:00	16,99	0,01699	0	00:47:00	32,82	0,03282
0	00:11:30	0,52	0,00052	0	00:29:30	17,44	0,01744	0	00:47:30	33,25	0,03325
0	00:12:00	0,75	0,00075	0	00:30:00	17,88	0,01788	0	00:48:00	33,68	0,03368
0	00:12:30	1,04	0,00104	0	00:30:30	18,37	0,01837	0	00:48:30	34,11	0,03411
0	00:13:00	1,39	0,00139	0	00:31:00	18,86	0,01886	0	00:49:00	34,55	0,03455
0	00:13:30	1,79	0,00179	0	00:31:30	19,29	0,01929	0	00:49:30	34,98	0,03498
0	00:14:00	2,13	0,00213	0	00:32:00	19,69	0,01969	0	00:50:00	35,42	0,03542
0	00:14:30	2,55	0,00255	0	00:32:30	20,21	0,02021	0	00:50:30	35,86	0,03586
0	00:15:00	3,05	0,00305	0	00:33:00	20,70	0,0207	0	00:51:00	36,30	0,0363
0	00:15:30	3,52	0,00352	0	00:33:30	21,06	0,02106	0	00:51:30	36,74	0,03674
0	00:16:00	3,94	0,00394	0	00:34:00	21,48	0,02148	0	00:52:00	37,19	0,03719
0	00:16:30	4,47	0,00447	0	00:34:30	22,00	0,022	0	00:52:30	37,64	0,03764

0	00:53:00	38,09	0,03809	0	01:14:30	64,59	0,06459	0	01:36:00	100,22	0,10022
0	00:53:30	38,54	0,03854	0	01:15:00	65,28	0,06528	0	01:36:30	101,31	0,10131
0	00:54:00	38,99	0,03899	0	01:15:30	65,99	0,06599	0	01:37:00	102,29	0,10229
0	00:54:30	39,45	0,03945	0	01:16:00	66,70	0,0667	0	01:37:30	103,29	0,10329
0	00:55:00	39,90	0,0399	0	01:16:30	67,42	0,06742	0	01:38:00	104,29	0,10429
0	00:55:30	40,36	0,04036	0	01:17:00	68,15	0,06815	0	01:38:30	105,30	0,1053
0	00:56:00	40,83	0,04083	0	01:17:30	68,88	0,06888	0	01:39:00	106,32	0,10632
0	00:56:30	41,29	0,04129	0	01:18:00	69,61	0,06961	0	01:39:30	107,35	0,10735
0	00:57:00	41,75	0,04175	0	01:18:30	70,35	0,07035	0	01:40:00	108,37	0,10837
0	00:57:30	42,22	0,04222	0	01:19:00	71,09	0,07109	0	01:40:30	109,40	0,1094
0	00:58:00	42,69	0,04269	0	01:19:30	71,83	0,07183	0	01:41:00	110,44	0,11044
0	00:58:30	43,18	0,04318	0	01:20:00	72,59	0,07259	0	01:41:30	111,49	0,11149
0	00:59:00	43,66	0,04366	0	01:20:30	73,37	0,07337	0	01:42:00	112,54	0,11254
0	00:59:30	44,17	0,04417	0	01:21:00	74,15	0,07415	0	01:42:30	113,60	0,1136
0	01:00:00	44,72	0,04472	0	01:21:30	74,92	0,07492	0	01:43:00	114,66	0,11466
0	01:00:30	45,32	0,04532	0	01:22:00	75,70	0,0757	0	01:43:30	115,73	0,11573
0	01:01:00	45,95	0,04595	0	01:22:30	76,48	0,07648	0	01:44:00	116,80	0,1168
0	01:01:30	46,61	0,04661	0	01:23:00	77,26	0,07726	0	01:44:30	117,88	0,11788
0	01:02:00	47,30	0,0473	0	01:23:30	78,06	0,07806	0	01:45:00	118,96	0,11896
0	01:02:30	48,00	0,048	0	01:24:00	78,86	0,07886	0	01:45:30	120,05	0,12005
0	01:03:00	48,71	0,04871	0	01:24:30	79,67	0,07967	0	01:46:00	121,15	0,12115
0	01:03:30	49,43	0,04943	0	01:25:00	80,49	0,08049	0	01:46:30	122,26	0,12226
0	01:04:00	50,14	0,05014	0	01:25:30	81,33	0,08133	0	01:47:00	123,36	0,12336
0	01:04:30	50,85	0,05085	0	01:26:00	82,17	0,08217	0	01:47:30	124,48	0,12448
0	01:05:00	51,56	0,05156	0	01:26:30	83,01	0,08301	0	01:48:00	125,59	0,12559
0	01:05:30	52,28	0,05228	0	01:27:00	83,86	0,08386	0	01:48:30	126,72	0,12672
0	01:06:00	52,98	0,05298	0	01:27:30	84,71	0,08471	0	01:49:00	127,86	0,12786
0	01:06:30	53,68	0,05368	0	01:28:00	85,58	0,08558	0	01:49:30	128,99	0,12899
0	01:07:00	54,38	0,05438	0	01:28:30	86,45	0,08645	0	01:50:00	130,13	0,13013
0	01:07:30	55,07	0,05507	0	01:29:00	87,33	0,08733	0	01:50:30	131,28	0,13128
0	01:08:00	55,75	0,05575	0	01:29:30	88,21	0,08821	0	01:51:00	132,42	0,13242
0	01:08:30	56,43	0,05643	0	01:30:00	89,10	0,0891	0	01:51:30	133,57	0,13357
0	01:09:00	57,11	0,05711	0	01:30:30	90,00	0,09	0	01:52:00	134,73	0,13473
0	01:09:30	57,78	0,05778	0	01:31:00	90,90	0,0909	0	01:52:30	135,89	0,13589
0	01:10:00	58,45	0,05845	0	01:31:30	91,81	0,09181	0	01:53:00	137,06	0,13706
0	01:10:30	59,13	0,05913	0	01:32:00	92,73	0,09273	0	01:53:30	138,23	0,13823
0	01:11:00	59,80	0,0598	0	01:32:30	93,65	0,09365	0	01:54:00	139,41	0,13941
0	01:11:30	60,47	0,06047	0	01:33:00	94,59	0,09459	0	01:54:30	140,59	0,14059
0	01:12:00	61,15	0,06115	0	01:33:30	95,53	0,09553	0	01:55:00	141,77	0,14177
0	01:12:30	61,84	0,06184	0	01:34:00	96,48	0,09648	0	01:55:30	142,96	0,14296
0	01:13:00	62,53	0,06253	0	01:34:30	97,43	0,09743	0	01:56:00	144,15	0,14415
0	01:13:30	63,21	0,06321	0	01:35:00	98,39	0,09839	0	01:56:30	145,35	0,14535
0	01:14:00	63,90	0,0639	0	01:35:30	99,36	0,09936	0	01:57:00	146,55	0,14655

0	01:57:30	147,75	0,14775	0	02:19:00	165,22	0,16522	0	02:40:30	128,30	0,1283
0	01:58:00	152,50	0,1525	0	02:19:30	164,11	0,16411	0	02:41:00	127,57	0,12757
0	01:58:30	181,55	0,18155	0	02:20:00	163,03	0,16303	0	02:41:30	126,84	0,12684
0	01:59:00	250,49	0,25049	0	02:20:30	161,98	0,16198	0	02:42:00	126,12	0,12612
0	01:59:30	327,80	0,3278	0	02:21:00	160,95	0,16095	0	02:42:30	125,40	0,1254
0	02:00:00	393,64	0,39364	0	02:21:30	159,94	0,15994	0	02:43:00	124,68	0,12468
0	02:00:30	443,05	0,44305	0	02:22:00	158,94	0,15894	0	02:43:30	123,96	0,12396
0	02:01:00	473,73	0,47373	0	02:22:30	157,96	0,15796	0	02:44:00	123,25	0,12325
0	02:01:30	495,87	0,49587	0	02:23:00	157,00	0,157	0	02:44:30	122,55	0,12255
0	02:02:00	513,77	0,51377	0	02:23:30	156,04	0,15604	0	02:45:00	121,84	0,12184
0	02:02:30	528,34	0,52834	0	02:24:00	155,10	0,1551	0	02:45:30	121,14	0,12114
0	02:03:00	541,00	0,541	0	02:24:30	154,18	0,15418	0	02:46:00	120,44	0,12044
0	02:03:30	544,19	0,54419	0	02:25:00	153,26	0,15326	0	02:46:30	119,74	0,11974
0	02:04:00	496,29	0,49629	0	02:25:30	152,35	0,15235	0	02:47:00	119,05	0,11905
0	02:04:30	417,35	0,41735	0	02:26:00	151,46	0,15146	0	02:47:30	118,36	0,11836
0	02:05:00	354,72	0,35472	0	02:26:30	150,57	0,15057	0	02:48:00	117,67	0,11767
0	02:05:30	309,58	0,30958	0	02:27:00	149,69	0,14969	0	02:48:30	116,98	0,11698
0	02:06:00	277,89	0,27789	0	02:27:30	148,82	0,14882	0	02:49:00	116,30	0,1163
0	02:06:30	256,42	0,25642	0	02:28:00	147,96	0,14796	0	02:49:30	115,61	0,11561
0	02:07:00	241,03	0,24103	0	02:28:30	147,11	0,14711	0	02:50:00	114,93	0,11493
0	02:07:30	229,50	0,2295	0	02:29:00	146,26	0,14626	0	02:50:30	114,26	0,11426
0	02:08:00	220,54	0,22054	0	02:29:30	145,42	0,14542	0	02:51:00	113,58	0,11358
0	02:08:30	213,34	0,21334	0	02:30:00	144,59	0,14459	0	02:51:30	112,91	0,11291
0	02:09:00	207,50	0,2075	0	02:30:30	143,76	0,14376	0	02:52:00	112,23	0,11223
0	02:09:30	202,62	0,20262	0	02:31:00	142,94	0,14294	0	02:52:30	111,56	0,11156
0	02:10:00	198,51	0,19851	0	02:31:30	142,13	0,14213	0	02:53:00	110,89	0,11089
0	02:10:30	194,96	0,19496	0	02:32:00	141,32	0,14132	0	02:53:30	110,22	0,11022
0	02:11:00	191,81	0,19181	0	02:32:30	140,51	0,14051	0	02:54:00	109,56	0,10956
0	02:11:30	189,04	0,18904	0	02:33:00	139,71	0,13971	0	02:54:30	108,89	0,10889
0	02:12:00	186,55	0,18655	0	02:33:30	138,92	0,13892	0	02:55:00	108,23	0,10823
0	02:12:30	184,30	0,1843	0	02:34:00	138,13	0,13813	0	02:55:30	107,57	0,10757
0	02:13:00	182,27	0,18227	0	02:34:30	137,35	0,13735	0	02:56:00	106,92	0,10692
0	02:13:30	180,39	0,18039	0	02:35:00	136,57	0,13657	0	02:56:30	106,26	0,10626
0	02:14:00	178,64	0,17864	0	02:35:30	135,80	0,1358	0	02:57:00	105,61	0,10561
0	02:14:30	177,02	0,17702	0	02:36:00	135,03	0,13503	0	02:57:30	104,95	0,10495
0	02:15:00	175,45	0,17545	0	02:36:30	134,26	0,13426	0	02:58:00	104,30	0,1043
0	02:15:30	173,98	0,17398	0	02:37:00	133,50	0,1335	0	02:58:30	103,65	0,10365
0	02:16:00	172,58	0,17258	0	02:37:30	132,75	0,13275	0	02:59:00	103,01	0,10301
0	02:16:30	171,24	0,17124	0	02:38:00	132,00	0,132	0	02:59:30	102,37	0,10237
0	02:17:00	169,95	0,16995	0	02:38:30	131,25	0,13125	0	03:00:00	101,73	0,10173
0	02:17:30	168,71	0,16871	0	02:39:00	130,51	0,13051	0	03:00:30	101,08	0,10108
0	02:18:00	167,51	0,16751	0	02:39:30	129,76	0,12976	0	03:01:00	100,44	0,10044
0	02:18:30	166,35	0,16635	0	02:40:00	129,03	0,12903	0	03:01:30	99,81	0,09981

0	03:02:00	99,15	0,09915	0	03:23:30	72,68	0,07268	0	03:45:00	47,73	0,04773
0	03:02:30	98,51	0,09851	0	03:24:00	72,09	0,07209	0	03:45:30	47,17	0,04717
0	03:03:00	97,88	0,09788	0	03:24:30	71,50	0,0715	0	03:46:00	46,60	0,0466
0	03:03:30	97,24	0,09724	0	03:25:00	70,90	0,0709	0	03:46:30	46,04	0,04604
0	03:04:00	96,61	0,09661	0	03:25:30	70,31	0,07031	0	03:47:00	45,48	0,04548
0	03:04:30	95,98	0,09598	0	03:26:00	69,71	0,06971	0	03:47:30	44,92	0,04492
0	03:05:00	95,35	0,09535	0	03:26:30	69,12	0,06912	0	03:48:00	44,37	0,04437
0	03:05:30	94,72	0,09472	0	03:27:00	68,52	0,06852	0	03:48:30	43,81	0,04381
0	03:06:00	94,09	0,09409	0	03:27:30	67,93	0,06793	0	03:49:00	43,26	0,04326
0	03:06:30	93,46	0,09346	0	03:28:00	67,34	0,06734	0	03:49:30	42,71	0,04271
0	03:07:00	92,83	0,09283	0	03:28:30	66,75	0,06675	0	03:50:00	42,16	0,04216
0	03:07:30	92,20	0,0922	0	03:29:00	66,16	0,06616	0	03:50:30	41,61	0,04161
0	03:08:00	91,58	0,09158	0	03:29:30	65,57	0,06557	0	03:51:00	41,07	0,04107
0	03:08:30	90,95	0,09095	0	03:30:00	64,98	0,06498	0	03:51:30	40,52	0,04052
0	03:09:00	90,33	0,09033	0	03:30:30	64,40	0,0644	0	03:52:00	39,98	0,03998
0	03:09:30	89,71	0,08971	0	03:31:00	63,81	0,06381	0	03:52:30	39,44	0,03944
0	03:10:00	89,09	0,08909	0	03:31:30	63,23	0,06323	0	03:53:00	38,90	0,0389
0	03:10:30	88,47	0,08847	0	03:32:00	62,64	0,06264	0	03:53:30	38,35	0,03835
0	03:11:00	87,85	0,08785	0	03:32:30	62,06	0,06206	0	03:54:00	37,81	0,03781
0	03:11:30	87,23	0,08723	0	03:33:00	61,48	0,06148	0	03:54:30	37,26	0,03726
0	03:12:00	86,61	0,08661	0	03:33:30	60,90	0,0609	0	03:55:00	36,72	0,03672
0	03:12:30	86,00	0,086	0	03:34:00	60,32	0,06032	0	03:55:30	36,18	0,03618
0	03:13:00	85,39	0,08539	0	03:34:30	59,74	0,05974	0	03:56:00	35,64	0,03564
0	03:13:30	84,77	0,08477	0	03:35:00	59,16	0,05916	0	03:56:30	35,11	0,03511
0	03:14:00	84,16	0,08416	0	03:35:30	58,58	0,05858	0	03:57:00	34,58	0,03458
0	03:14:30	83,55	0,08355	0	03:36:00	58,00	0,058	0	03:57:30	34,05	0,03405
0	03:15:00	82,94	0,08294	0	03:36:30	57,42	0,05742	0	03:58:00	33,52	0,03352
0	03:15:30	82,33	0,08233	0	03:37:00	56,84	0,05684	0	03:58:30	33,00	0,033
0	03:16:00	81,73	0,08173	0	03:37:30	56,27	0,05627	0	03:59:00	32,48	0,03248
0	03:16:30	81,12	0,08112	0	03:38:00	55,69	0,05569	0	03:59:30	31,96	0,03196
0	03:17:00	80,51	0,08051	0	03:38:30	55,11	0,05511	0	04:00:00	31,45	0,03145
0	03:17:30	79,91	0,07991	0	03:39:00	54,54	0,05454	0	04:00:30	30,94	0,03094
0	03:18:00	79,30	0,0793	0	03:39:30	53,97	0,05397	0	04:01:00	30,43	0,03043
0	03:18:30	78,69	0,07869	0	03:40:00	53,40	0,0534	0	04:01:30	29,94	0,02994
0	03:19:00	78,09	0,07809	0	03:40:30	52,83	0,05283	0	04:02:00	29,44	0,02944
0	03:19:30	77,48	0,07748	0	03:41:00	52,26	0,05226	0	04:02:30	28,96	0,02896
0	03:20:00	76,88	0,07688	0	03:41:30	51,69	0,05169	0	04:03:00	28,48	0,02848
0	03:20:30	76,27	0,07627	0	03:42:00	51,12	0,05112	0	04:03:30	28,02	0,02802
0	03:21:00	75,67	0,07567	0	03:42:30	50,55	0,05055	0	04:04:00	27,58	0,02758
0	03:21:30	75,07	0,07507	0	03:43:00	49,98	0,04998	0	04:04:30	27,15	0,02715
0	03:22:00	74,47	0,07447	0	03:43:30	49,42	0,04942	0	04:05:00	26,74	0,02674
0	03:22:30	73,87	0,07387	0	03:44:00	48,86	0,04886	0	04:05:30	26,35	0,02635
0	03:23:00	73,27	0,07327	0	03:44:30	48,30	0,0483	0	04:06:00	25,97	0,02597

0	04:06:30	25,60	0,0256	0	04:28:00	15,91	0,01591	0	04:49:30	10,96	0,01096
0	04:07:00	25,25	0,02525	0	04:28:30	15,76	0,01576	0	04:50:00	10,88	0,01088
0	04:07:30	24,91	0,02491	0	04:29:00	15,61	0,01561	0	04:50:30	10,80	0,0108
0	04:08:00	24,57	0,02457	0	04:29:30	15,46	0,01546	0	04:51:00	10,73	0,01073
0	04:08:30	24,25	0,02425	0	04:30:00	15,32	0,01532	0	04:51:30	10,66	0,01066
0	04:09:00	23,94	0,02394	0	04:30:30	15,18	0,01518	0	04:52:00	10,57	0,01057
0	04:09:30	23,64	0,02364	0	04:31:00	15,04	0,01504	0	04:52:30	10,46	0,01046
0	04:10:00	23,35	0,02335	0	04:31:30	14,90	0,0149	0	04:53:00	10,37	0,01037
0	04:10:30	23,06	0,02306	0	04:32:00	14,77	0,01477	0	04:53:30	10,30	0,0103
0	04:11:00	22,78	0,02278	0	04:32:30	14,64	0,01464	0	04:54:00	10,25	0,01025
0	04:11:30	22,50	0,0225	0	04:33:00	14,51	0,01451	0	04:54:30	10,18	0,01018
0	04:12:00	22,24	0,02224	0	04:33:30	14,38	0,01438	0	04:55:00	10,09	0,01009
0	04:12:30	21,97	0,02197	0	04:34:00	14,25	0,01425	0	04:55:30	9,98	0,00998
0	04:13:00	21,71	0,02171	0	04:34:30	14,13	0,01413	0	04:56:00	9,89	0,00989
0	04:13:30	21,47	0,02147	0	04:35:00	14,00	0,014	0	04:56:30	9,83	0,00983
0	04:14:00	21,22	0,02122	0	04:35:30	13,88	0,01388	0	04:57:00	9,79	0,00979
0	04:14:30	20,98	0,02098	0	04:36:00	13,76	0,01376	0	04:57:30	9,73	0,00973
0	04:15:00	20,74	0,02074	0	04:36:30	13,64	0,01364	0	04:58:00	9,65	0,00965
0	04:15:30	20,52	0,02052	0	04:37:00	13,52	0,01352	0	04:58:30	9,56	0,00956
0	04:16:00	20,30	0,0203	0	04:37:30	13,41	0,01341	0	04:59:00	9,47	0,00947
0	04:16:30	20,08	0,02008	0	04:38:00	13,28	0,01328	0	04:59:30	9,41	0,00941
0	04:17:00	19,86	0,01986	0	04:38:30	13,18	0,01318	0	05:00:00	9,35	0,00935
0	04:17:30	19,65	0,01965	0	04:39:00	13,08	0,01308	0	05:00:30	9,28	0,00928
0	04:18:00	19,44	0,01944	0	04:39:30	12,96	0,01296	0	05:01:00	9,20	0,0092
0	04:18:30	19,23	0,01923	0	04:40:00	12,84	0,01284	0	05:01:30	9,13	0,00913
0	04:19:00	19,03	0,01903	0	04:40:30	12,73	0,01273	0	05:02:00	9,07	0,00907
0	04:19:30	18,84	0,01884	0	04:41:00	12,63	0,01263	0	05:02:30	9,02	0,00902
0	04:20:00	18,64	0,01864	0	04:41:30	12,52	0,01252	0	05:03:00	8,96	0,00896
0	04:20:30	18,45	0,01845	0	04:42:00	12,41	0,01241	0	05:03:30	8,89	0,00889
0	04:21:00	18,26	0,01826	0	04:42:30	12,30	0,0123	0	05:04:00	8,82	0,00882
0	04:21:30	18,07	0,01807	0	04:43:00	12,19	0,01219	0	05:04:30	8,74	0,00874
0	04:22:00	17,89	0,01789	0	04:43:30	12,10	0,0121	0	05:05:00	8,69	0,00869
0	04:22:30	17,71	0,01771	0	04:44:00	12,01	0,01201	0	05:05:30	8,63	0,00863
0	04:23:00	17,53	0,01753	0	04:44:30	11,91	0,01191	0	05:06:00	8,56	0,00856
0	04:23:30	17,36	0,01736	0	04:45:00	11,80	0,0118	0	05:06:30	8,49	0,00849
0	04:24:00	17,19	0,01719	0	04:45:30	11,71	0,01171	0	05:07:00	8,43	0,00843
0	04:24:30	17,02	0,01702	0	04:46:00	11,64	0,01164	0	05:07:30	8,38	0,00838
0	04:25:00	16,85	0,01685	0	04:46:30	11,59	0,01159	0	05:08:00	8,33	0,00833
0	04:25:30	16,69	0,01669	0	04:47:00	11,51	0,01151	0	05:08:30	8,27	0,00827
0	04:26:00	16,53	0,01653	0	04:47:30	11,38	0,01138	0	05:09:00	8,20	0,0082
0	04:26:30	16,37	0,01637	0	04:48:00	11,23	0,01123	0	05:09:30	8,13	0,00813
0	04:27:00	16,21	0,01621	0	04:48:30	11,12	0,01112	0	05:10:00	8,08	0,00808
0	04:27:30	16,06	0,01606	0	04:49:00	11,04	0,01104	0	05:10:30	8,03	0,00803

0	05:11:00	7,99	0,00799	0	05:32:30	6,03	0,00603	0	05:54:00	4,67	0,00467
0	05:11:30	7,94	0,00794	0	05:33:00	5,99	0,00599	0	05:54:30	4,65	0,00465
0	05:12:00	7,87	0,00787	0	05:33:30	5,96	0,00596	0	05:55:00	4,63	0,00463
0	05:12:30	7,80	0,0078	0	05:34:00	5,93	0,00593	0	05:55:30	4,60	0,0046
0	05:13:00	7,75	0,00775	0	05:34:30	5,89	0,00589	0	05:56:00	4,58	0,00458
0	05:13:30	7,70	0,0077	0	05:35:00	5,85	0,00585	0	05:56:30	4,55	0,00455
0	05:14:00	7,66	0,00766	0	05:35:30	5,81	0,00581	0	05:57:00	4,53	0,00453
0	05:14:30	7,60	0,0076	0	05:36:00	5,77	0,00577	0	05:57:30	4,50	0,0045
0	05:15:00	7,55	0,00755	0	05:36:30	5,73	0,00573	0	05:58:00	4,48	0,00448
0	05:15:30	7,50	0,0075	0	05:37:00	5,71	0,00571	0	05:58:30	4,45	0,00445
0	05:16:00	7,46	0,00746	0	05:37:30	5,68	0,00568	0	05:59:00	4,43	0,00443
0	05:16:30	7,40	0,0074	0	05:38:00	5,64	0,00564	0	05:59:30	4,40	0,0044
0	05:17:00	7,34	0,00734	0	05:38:30	5,61	0,00561	0	06:00:00	4,37	0,00437
0	05:17:30	7,29	0,00729	0	05:39:00	5,58	0,00558	0	06:00:30	4,34	0,00434
0	05:18:00	7,24	0,00724	0	05:39:30	5,54	0,00554	0	06:01:00	4,32	0,00432
0	05:18:30	7,20	0,0072	0	05:40:00	5,51	0,00551	0	06:01:30	4,30	0,0043
0	05:19:00	7,15	0,00715	0	05:40:30	5,48	0,00548	0	06:02:00	4,28	0,00428
0	05:19:30	7,12	0,00712	0	05:41:00	5,44	0,00544	0	06:02:30	4,26	0,00426
0	05:20:00	7,07	0,00707	0	05:41:30	5,41	0,00541	0	06:03:00	4,23	0,00423
0	05:20:30	7,02	0,00702	0	05:42:00	5,37	0,00537	0	06:03:30	4,21	0,00421
0	05:21:00	6,97	0,00697	0	05:42:30	5,34	0,00534	0	06:04:00	4,18	0,00418
0	05:21:30	6,92	0,00692	0	05:43:00	5,31	0,00531	0	06:04:30	4,16	0,00416
0	05:22:00	6,87	0,00687	0	05:43:30	5,27	0,00527	0	06:05:00	4,14	0,00414
0	05:22:30	6,83	0,00683	0	05:44:00	5,24	0,00524	0	06:05:30	4,12	0,00412
0	05:23:00	6,78	0,00678	0	05:44:30	5,21	0,00521	0	06:06:00	4,10	0,0041
0	05:23:30	6,74	0,00674	0	05:45:00	5,18	0,00518	0	06:06:30	4,08	0,00408
0	05:24:00	6,70	0,0067	0	05:45:30	5,15	0,00515	0	06:07:00	4,06	0,00406
0	05:24:30	6,65	0,00665	0	05:46:00	5,13	0,00513	0	06:07:30	4,04	0,00404
0	05:25:00	6,61	0,00661	0	05:46:30	5,09	0,00509	0	06:08:00	4,02	0,00402
0	05:25:30	6,58	0,00658	0	05:47:00	5,06	0,00506	0	06:08:30	4,00	0,004
0	05:26:00	6,55	0,00655	0	05:47:30	5,03	0,00503	0	06:09:00	3,98	0,00398
0	05:26:30	6,50	0,0065	0	05:48:00	5,01	0,00501	0	06:09:30	3,96	0,00396
0	05:27:00	6,45	0,00645	0	05:48:30	4,98	0,00498	0	06:10:00	3,93	0,00393
0	05:27:30	6,42	0,00642	0	05:49:00	4,95	0,00495	0	06:10:30	3,91	0,00391
0	05:28:00	6,37	0,00637	0	05:49:30	4,92	0,00492	0	06:11:00	3,89	0,00389
0	05:28:30	6,32	0,00632	0	05:50:00	4,89	0,00489	0	06:11:30	3,87	0,00387
0	05:29:00	6,29	0,00629	0	05:50:30	4,87	0,00487	0	06:12:00	3,85	0,00385
0	05:29:30	6,25	0,00625	0	05:51:00	4,84	0,00484	0	06:12:30	3,83	0,00383
0	05:30:00	6,20	0,0062	0	05:51:30	4,82	0,00482	0	06:13:00	3,81	0,00381
0	05:30:30	6,17	0,00617	0	05:52:00	4,79	0,00479	0	06:13:30	3,79	0,00379
0	05:31:00	6,13	0,00613	0	05:52:30	4,76	0,00476	0	06:14:00	3,78	0,00378
0	05:31:30	6,10	0,0061	0	05:53:00	4,72	0,00472	0	06:14:30	3,76	0,00376
0	05:32:00	6,07	0,00607	0	05:53:30	4,69	0,00469	0	06:15:00	3,74	0,00374

0	06:15:30	3,72	0,00372	0	06:37:00	3,02	0,00302	0	06:58:30	2,48	0,00248
0	06:16:00	3,70	0,0037	0	06:37:30	3,00	0,003	0	06:59:00	2,47	0,00247
0	06:16:30	3,67	0,00367	0	06:38:00	2,99	0,00299	0	06:59:30	2,46	0,00246
0	06:17:00	3,65	0,00365	0	06:38:30	2,98	0,00298	0	07:00:00	2,45	0,00245
0	06:17:30	3,64	0,00364	0	06:39:00	2,96	0,00296	0	07:00:30	2,44	0,00244
0	06:18:00	3,62	0,00362	0	06:39:30	2,95	0,00295	0	07:01:00	2,43	0,00243
0	06:18:30	3,61	0,00361	0	06:40:00	2,93	0,00293	0	07:01:30	2,42	0,00242
0	06:19:00	3,60	0,0036	0	06:40:30	2,92	0,00292	0	07:02:00	2,41	0,00241
0	06:19:30	3,58	0,00358	0	06:41:00	2,91	0,00291	0	07:02:30	2,40	0,0024
0	06:20:00	3,56	0,00356	0	06:41:30	2,90	0,0029	0	07:03:00	2,39	0,00239
0	06:20:30	3,54	0,00354	0	06:42:00	2,88	0,00288	0	07:03:30	2,38	0,00238
0	06:21:00	3,51	0,00351	0	06:42:30	2,87	0,00287	0	07:04:00	2,37	0,00237
0	06:21:30	3,50	0,0035	0	06:43:00	2,86	0,00286	0	07:04:30	2,36	0,00236
0	06:22:00	3,48	0,00348	0	06:43:30	2,84	0,00284	0	07:05:00	2,35	0,00235
0	06:22:30	3,46	0,00346	0	06:44:00	2,83	0,00283	0	07:05:30	2,34	0,00234
0	06:23:00	3,45	0,00345	0	06:44:30	2,81	0,00281	0	07:06:00	2,33	0,00233
0	06:23:30	3,43	0,00343	0	06:45:00	2,80	0,0028	0	07:06:30	2,32	0,00232
0	06:24:00	3,41	0,00341	0	06:45:30	2,79	0,00279	0	07:07:00	2,31	0,00231
0	06:24:30	3,40	0,0034	0	06:46:00	2,77	0,00277	0	07:07:30	2,30	0,0023
0	06:25:00	3,38	0,00338	0	06:46:30	2,76	0,00276	0	07:08:00	2,29	0,00229
0	06:25:30	3,36	0,00336	0	06:47:00	2,75	0,00275	0	07:08:30	2,28	0,00228
0	06:26:00	3,35	0,00335	0	06:47:30	2,74	0,00274	0	07:09:00	2,27	0,00227
0	06:26:30	3,33	0,00333	0	06:48:00	2,73	0,00273	0	07:09:30	2,26	0,00226
0	06:27:00	3,32	0,00332	0	06:48:30	2,72	0,00272	0	07:10:00	2,25	0,00225
0	06:27:30	3,30	0,0033	0	06:49:00	2,70	0,0027	0	07:10:30	2,24	0,00224
0	06:28:00	3,29	0,00329	0	06:49:30	2,69	0,00269	0	07:11:00	2,23	0,00223
0	06:28:30	3,27	0,00327	0	06:50:00	2,67	0,00267	0	07:11:30	2,22	0,00222
0	06:29:00	3,26	0,00326	0	06:50:30	2,66	0,00266	0	07:12:00	2,21	0,00221
0	06:29:30	3,24	0,00324	0	06:51:00	2,65	0,00265	0	07:12:30	2,20	0,0022
0	06:30:00	3,22	0,00322	0	06:51:30	2,64	0,00264	0	07:13:00	2,19	0,00219
0	06:30:30	3,21	0,00321	0	06:52:00	2,63	0,00263	0	07:13:30	2,18	0,00218
0	06:31:00	3,19	0,00319	0	06:52:30	2,62	0,00262	0	07:14:00	2,17	0,00217
0	06:31:30	3,18	0,00318	0	06:53:00	2,61	0,00261	0	07:14:30	2,16	0,00216
0	06:32:00	3,16	0,00316	0	06:53:30	2,59	0,00259	0	07:15:00	2,16	0,00216
0	06:32:30	3,15	0,00315	0	06:54:00	2,58	0,00258	0	07:15:30	2,15	0,00215
0	06:33:00	3,14	0,00314	0	06:54:30	2,57	0,00257	0	07:16:00	2,14	0,00214
0	06:33:30	3,12	0,00312	0	06:55:00	2,56	0,00256	0	07:16:30	2,13	0,00213
0	06:34:00	3,11	0,00311	0	06:55:30	2,55	0,00255	0	07:17:00	2,12	0,00212
0	06:34:30	3,10	0,0031	0	06:56:00	2,54	0,00254	0	07:17:30	2,11	0,00211
0	06:35:00	3,08	0,00308	0	06:56:30	2,52	0,00252	0	07:18:00	2,10	0,0021
0	06:35:30	3,07	0,00307	0	06:57:00	2,51	0,00251	0	07:18:30	2,09	0,00209
0	06:36:00	3,05	0,00305	0	06:57:30	2,50	0,0025	0	07:19:00	2,08	0,00208
0	06:36:30	3,04	0,00304	0	06:58:00	2,49	0,00249	0	07:19:30	2,08	0,00208

0	07:20:00	2,07	0,00207	0	07:41:30	1,75	0,00175	0	08:03:00	1,50	0,0015
0	07:20:30	2,06	0,00206	0	07:42:00	1,74	0,00174	0	08:03:30	1,49	0,00149
0	07:21:00	2,05	0,00205	0	07:42:30	1,74	0,00174	0	08:04:00	1,48	0,00148
0	07:21:30	2,04	0,00204	0	07:43:00	1,73	0,00173	0	08:04:30	1,48	0,00148
0	07:22:00	2,03	0,00203	0	07:43:30	1,72	0,00172	0	08:05:00	1,47	0,00147
0	07:22:30	2,03	0,00203	0	07:44:00	1,72	0,00172	0	08:05:30	1,47	0,00147
0	07:23:00	2,02	0,00202	0	07:44:30	1,71	0,00171	0	08:06:00	1,46	0,00146
0	07:23:30	2,01	0,00201	0	07:45:00	1,70	0,0017	0	08:06:30	1,46	0,00146
0	07:24:00	2,00	0,002	0	07:45:30	1,70	0,0017	0	08:07:00	1,45	0,00145
0	07:24:30	1,99	0,00199	0	07:46:00	1,69	0,00169	0	08:07:30	1,45	0,00145
0	07:25:00	1,99	0,00199	0	07:46:30	1,68	0,00168	0	08:08:00	1,44	0,00144
0	07:25:30	1,98	0,00198	0	07:47:00	1,68	0,00168	0	08:08:30	1,44	0,00144
0	07:26:00	1,97	0,00197	0	07:47:30	1,67	0,00167	0	08:09:00	1,43	0,00143
0	07:26:30	1,96	0,00196	0	07:48:00	1,67	0,00167	0	08:09:30	1,43	0,00143
0	07:27:00	1,95	0,00195	0	07:48:30	1,66	0,00166	0	08:10:00	1,42	0,00142
0	07:27:30	1,95	0,00195	0	07:49:00	1,65	0,00165	0	08:10:30	1,42	0,00142
0	07:28:00	1,94	0,00194	0	07:49:30	1,65	0,00165	0	08:11:00	1,41	0,00141
0	07:28:30	1,93	0,00193	0	07:50:00	1,64	0,00164	0	08:11:30	1,41	0,00141
0	07:29:00	1,92	0,00192	0	07:50:30	1,64	0,00164	0	08:12:00	1,41	0,00141
0	07:29:30	1,92	0,00192	0	07:51:00	1,63	0,00163	0	08:12:30	1,40	0,0014
0	07:30:00	1,91	0,00191	0	07:51:30	1,62	0,00162	0	08:13:00	1,40	0,0014
0	07:30:30	1,90	0,0019	0	07:52:00	1,62	0,00162	0	08:13:30	1,39	0,00139
0	07:31:00	1,89	0,00189	0	07:52:30	1,61	0,00161	0	08:14:00	1,39	0,00139
0	07:31:30	1,89	0,00189	0	07:53:00	1,61	0,00161	0	08:14:30	1,38	0,00138
0	07:32:00	1,88	0,00188	0	07:53:30	1,60	0,0016	0	08:15:00	1,38	0,00138
0	07:32:30	1,87	0,00187	0	07:54:00	1,59	0,00159	0	08:15:30	1,37	0,00137
0	07:33:00	1,86	0,00186	0	07:54:30	1,59	0,00159	0	08:16:00	1,37	0,00137
0	07:33:30	1,86	0,00186	0	07:55:00	1,58	0,00158	0	08:16:30	1,36	0,00136
0	07:34:00	1,85	0,00185	0	07:55:30	1,58	0,00158	0	08:17:00	1,36	0,00136
0	07:34:30	1,85	0,00185	0	07:56:00	1,57	0,00157	0	08:17:30	1,36	0,00136
0	07:35:00	1,84	0,00184	0	07:56:30	1,57	0,00157	0	08:18:00	1,35	0,00135
0	07:35:30	1,83	0,00183	0	07:57:00	1,56	0,00156	0	08:18:30	1,35	0,00135
0	07:36:00	1,82	0,00182	0	07:57:30	1,56	0,00156	0	08:19:00	1,34	0,00134
0	07:36:30	1,82	0,00182	0	07:58:00	1,55	0,00155	0	08:19:30	1,34	0,00134
0	07:37:00	1,81	0,00181	0	07:58:30	1,54	0,00154	0	08:20:00	1,33	0,00133
0	07:37:30	1,80	0,0018	0	07:59:00	1,54	0,00154	0	08:20:30	1,33	0,00133
0	07:38:00	1,80	0,0018	0	07:59:30	1,53	0,00153	0	08:21:00	1,32	0,00132
0	07:38:30	1,79	0,00179	0	08:00:00	1,53	0,00153	0	08:21:30	1,32	0,00132
0	07:39:00	1,78	0,00178	0	08:00:30	1,52	0,00152	0	08:22:00	1,32	0,00132
0	07:39:30	1,78	0,00178	0	08:01:00	1,52	0,00152	0	08:22:30	1,31	0,00131
0	07:40:00	1,77	0,00177	0	08:01:30	1,51	0,00151	0	08:23:00	1,31	0,00131
0	07:40:30	1,76	0,00176	0	08:02:00	1,51	0,00151	0	08:23:30	1,30	0,0013
0	07:41:00	1,76	0,00176	0	08:02:30	1,50	0,0015	0	08:24:00	1,30	0,0013

0	08:24:30	1,29	0,00129	0	08:46:00	1,13	0,00113	0	09:07:30	0,99	0,00099
0	08:25:00	1,29	0,00129	0	08:46:30	1,12	0,00112	0	09:08:00	0,98	0,00098
0	08:25:30	1,28	0,00128	0	08:47:00	1,12	0,00112	0	09:08:30	0,98	0,00098
0	08:26:00	1,28	0,00128	0	08:47:30	1,12	0,00112	0	09:09:00	0,98	0,00098
0	08:26:30	1,28	0,00128	0	08:48:00	1,11	0,00111	0	09:09:30	0,98	0,00098
0	08:27:00	1,27	0,00127	0	08:48:30	1,11	0,00111	0	09:10:00	0,97	0,00097
0	08:27:30	1,27	0,00127	0	08:49:00	1,11	0,00111	0	09:10:30	0,97	0,00097
0	08:28:00	1,26	0,00126	0	08:49:30	1,10	0,0011	0	09:11:00	0,97	0,00097
0	08:28:30	1,26	0,00126	0	08:50:00	1,10	0,0011	0	09:11:30	0,96	0,00096
0	08:29:00	1,26	0,00126	0	08:50:30	1,09	0,00109	0	09:12:00	0,96	0,00096
0	08:29:30	1,25	0,00125	0	08:51:00	1,09	0,00109	0	09:12:30	0,96	0,00096
0	08:30:00	1,25	0,00125	0	08:51:30	1,09	0,00109	0	09:13:00	0,96	0,00096
0	08:30:30	1,24	0,00124	0	08:52:00	1,08	0,00108	0	09:13:30	0,95	0,00095
0	08:31:00	1,24	0,00124	0	08:52:30	1,08	0,00108	0	09:14:00	0,95	0,00095
0	08:31:30	1,24	0,00124	0	08:53:00	1,08	0,00108	0	09:14:30	0,95	0,00095
0	08:32:00	1,23	0,00123	0	08:53:30	1,07	0,00107	0	09:15:00	0,94	0,00094
0	08:32:30	1,23	0,00123	0	08:54:00	1,07	0,00107	0	09:15:30	0,94	0,00094
0	08:33:00	1,23	0,00123	0	08:54:30	1,07	0,00107	0	09:16:00	0,94	0,00094
0	08:33:30	1,22	0,00122	0	08:55:00	1,06	0,00106	0	09:16:30	0,94	0,00094
0	08:34:00	1,22	0,00122	0	08:55:30	1,06	0,00106	0	09:17:00	0,93	0,00093
0	08:34:30	1,21	0,00121	0	08:56:00	1,06	0,00106	0	09:17:30	0,93	0,00093
0	08:35:00	1,21	0,00121	0	08:56:30	1,05	0,00105	0	09:18:00	0,93	0,00093
0	08:35:30	1,21	0,00121	0	08:57:00	1,05	0,00105	0	09:18:30	0,93	0,00093
0	08:36:00	1,20	0,0012	0	08:57:30	1,05	0,00105	0	09:19:00	0,92	0,00092
0	08:36:30	1,20	0,0012	0	08:58:00	1,05	0,00105	0	09:19:30	0,92	0,00092
0	08:37:00	1,19	0,00119	0	08:58:30	1,04	0,00104	0	09:20:00	0,92	0,00092
0	08:37:30	1,19	0,00119	0	08:59:00	1,04	0,00104	0	09:20:30	0,91	0,00091
0	08:38:00	1,19	0,00119	0	08:59:30	1,04	0,00104	0	09:21:00	0,91	0,00091
0	08:38:30	1,18	0,00118	0	09:00:00	1,03	0,00103	0	09:21:30	0,91	0,00091
0	08:39:00	1,18	0,00118	0	09:00:30	1,03	0,00103	0	09:22:00	0,91	0,00091
0	08:39:30	1,17	0,00117	0	09:01:00	1,03	0,00103	0	09:22:30	0,90	0,0009
0	08:40:00	1,17	0,00117	0	09:01:30	1,02	0,00102	0	09:23:00	0,90	0,0009
0	08:40:30	1,17	0,00117	0	09:02:00	1,02	0,00102	0	09:23:30	0,90	0,0009
0	08:41:00	1,16	0,00116	0	09:02:30	1,02	0,00102	0	09:24:00	0,90	0,0009
0	08:41:30	1,16	0,00116	0	09:03:00	1,01	0,00101	0	09:24:30	0,89	0,00089
0	08:42:00	1,16	0,00116	0	09:03:30	1,01	0,00101	0	09:25:00	0,89	0,00089
0	08:42:30	1,15	0,00115	0	09:04:00	1,01	0,00101	0	09:25:30	0,89	0,00089
0	08:43:00	1,15	0,00115	0	09:04:30	1,00	0,001	0	09:26:00	0,89	0,00089
0	08:43:30	1,14	0,00114	0	09:05:00	1,00	0,001	0	09:26:30	0,88	0,00088
0	08:44:00	1,14	0,00114	0	09:05:30	1,00	0,001	0	09:27:00	0,88	0,00088
0	08:44:30	1,14	0,00114	0	09:06:00	1,00	0,001	0	09:27:30	0,88	0,00088
0	08:45:00	1,13	0,00113	0	09:06:30	0,99	0,00099	0	09:28:00	0,88	0,00088
0	08:45:30	1,13	0,00113	0	09:07:00	0,99	0,00099	0	09:28:30	0,87	0,00087

0	09:29:00	0,87	0,00087	0	09:50:30	0,77	0,00077	0	10:12:00	0,69	0,00069
0	09:29:30	0,87	0,00087	0	09:51:00	0,77	0,00077	0	10:12:30	0,69	0,00069
0	09:30:00	0,87	0,00087	0	09:51:30	0,77	0,00077	0	10:13:00	0,69	0,00069
0	09:30:30	0,86	0,00086	0	09:52:00	0,77	0,00077	0	10:13:30	0,69	0,00069
0	09:31:00	0,86	0,00086	0	09:52:30	0,77	0,00077	0	10:14:00	0,68	0,00068
0	09:31:30	0,86	0,00086	0	09:53:00	0,76	0,00076	0	10:14:30	0,68	0,00068
0	09:32:00	0,86	0,00086	0	09:53:30	0,76	0,00076	0	10:15:00	0,68	0,00068
0	09:32:30	0,85	0,00085	0	09:54:00	0,76	0,00076	0	10:15:30	0,68	0,00068
0	09:33:00	0,85	0,00085	0	09:54:30	0,76	0,00076	0	10:16:00	0,68	0,00068
0	09:33:30	0,85	0,00085	0	09:55:00	0,76	0,00076	0	10:16:30	0,68	0,00068
0	09:34:00	0,85	0,00085	0	09:55:30	0,75	0,00075	0	10:17:00	0,67	0,00067
0	09:34:30	0,84	0,00084	0	09:56:00	0,75	0,00075	0	10:17:30	0,67	0,00067
0	09:35:00	0,84	0,00084	0	09:56:30	0,75	0,00075	0	10:18:00	0,67	0,00067
0	09:35:30	0,84	0,00084	0	09:57:00	0,75	0,00075	0	10:18:30	0,67	0,00067
0	09:36:00	0,84	0,00084	0	09:57:30	0,75	0,00075	0	10:19:00	0,67	0,00067
0	09:36:30	0,84	0,00084	0	09:58:00	0,74	0,00074	0	10:19:30	0,66	0,00066
0	09:37:00	0,83	0,00083	0	09:58:30	0,74	0,00074	0	10:20:00	0,66	0,00066
0	09:37:30	0,83	0,00083	0	09:59:00	0,74	0,00074	0	10:20:30	0,66	0,00066
0	09:38:00	0,83	0,00083	0	09:59:30	0,74	0,00074	0	10:21:00	0,66	0,00066
0	09:38:30	0,83	0,00083	0	10:00:00	0,74	0,00074	0	10:21:30	0,66	0,00066
0	09:39:00	0,82	0,00082	0	10:00:30	0,73	0,00073	0	10:22:00	0,66	0,00066
0	09:39:30	0,82	0,00082	0	10:01:00	0,73	0,00073	0	10:22:30	0,65	0,00065
0	09:40:00	0,82	0,00082	0	10:01:30	0,73	0,00073	0	10:23:00	0,65	0,00065
0	09:40:30	0,82	0,00082	0	10:02:00	0,73	0,00073	0	10:23:30	0,65	0,00065
0	09:41:00	0,81	0,00081	0	10:02:30	0,73	0,00073	0	10:24:00	0,65	0,00065
0	09:41:30	0,81	0,00081	0	10:03:00	0,72	0,00072	0	10:24:30	0,65	0,00065
0	09:42:00	0,81	0,00081	0	10:03:30	0,72	0,00072	0	10:25:00	0,65	0,00065
0	09:42:30	0,81	0,00081	0	10:04:00	0,72	0,00072	0	10:25:30	0,65	0,00065
0	09:43:00	0,81	0,00081	0	10:04:30	0,72	0,00072	0	10:26:00	0,64	0,00064
0	09:43:30	0,80	0,00080	0	10:05:00	0,72	0,00072	0	10:26:30	0,64	0,00064
0	09:44:00	0,80	0,00080	0	10:05:30	0,71	0,00071	0	10:27:00	0,64	0,00064
0	09:44:30	0,80	0,00080	0	10:06:00	0,71	0,00071	0	10:27:30	0,64	0,00064
0	09:45:00	0,80	0,00080	0	10:06:30	0,71	0,00071	0	10:28:00	0,64	0,00064
0	09:45:30	0,79	0,00079	0	10:07:00	0,71	0,00071	0	10:28:30	0,64	0,00064
0	09:46:00	0,79	0,00079	0	10:07:30	0,71	0,00071	0	10:29:00	0,64	0,00064
0	09:46:30	0,79	0,00079	0	10:08:00	0,71	0,00071	0	10:29:30	0,64	0,00064
0	09:47:00	0,79	0,00079	0	10:08:30	0,70	0,00070	0	10:30:00	0,63	0,00063
0	09:47:30	0,79	0,00079	0	10:09:00	0,70	0,00070	0	10:30:30	0,63	0,00063
0	09:48:00	0,78	0,00078	0	10:09:30	0,70	0,00070	0	10:31:00	0,63	0,00063
0	09:48:30	0,78	0,00078	0	10:10:00	0,70	0,00070	0	10:31:30	0,63	0,00063
0	09:49:00	0,78	0,00078	0	10:10:30	0,70	0,00070	0	10:32:00	0,63	0,00063
0	09:49:30	0,78	0,00078	0	10:11:00	0,69	0,00069	0	10:32:30	0,62	0,00062
0	09:50:00	0,78	0,00078	0	10:11:30	0,69	0,00069	0	10:33:00	0,62	0,00062

0	10:33:30	0,62	0,00062	0	10:55:00	0,56	0,00056	0	11:16:30	0,51	0,00051
0	10:34:00	0,62	0,00062	0	10:55:30	0,56	0,00056	0	11:17:00	0,51	0,00051
0	10:34:30	0,62	0,00062	0	10:56:00	0,56	0,00056	0	11:17:30	0,51	0,00051
0	10:35:00	0,62	0,00062	0	10:56:30	0,55	0,00055	0	11:18:00	0,51	0,00051
0	10:35:30	0,61	0,00061	0	10:57:00	0,55	0,00055	0	11:18:30	0,50	0,0005
0	10:36:00	0,61	0,00061	0	10:57:30	0,55	0,00055	0	11:19:00	0,50	0,0005
0	10:36:30	0,61	0,00061	0	10:58:00	0,55	0,00055	0	11:19:30	0,50	0,0005
0	10:37:00	0,61	0,00061	0	10:58:30	0,55	0,00055	0	11:20:00	0,50	0,0005
0	10:37:30	0,61	0,00061	0	10:59:00	0,55	0,00055	0	11:20:30	0,50	0,0005
0	10:38:00	0,61	0,00061	0	10:59:30	0,55	0,00055	0	11:21:00	0,50	0,0005
0	10:38:30	0,61	0,00061	0	11:00:00	0,55	0,00055	0	11:21:30	0,50	0,0005
0	10:39:00	0,60	0,0006	0	11:00:30	0,55	0,00055	0	11:22:00	0,50	0,0005
0	10:39:30	0,60	0,0006	0	11:01:00	0,54	0,00054	0	11:22:30	0,50	0,0005
0	10:40:00	0,60	0,0006	0	11:01:30	0,54	0,00054	0	11:23:00	0,50	0,0005
0	10:40:30	0,60	0,0006	0	11:02:00	0,54	0,00054	0	11:23:30	0,50	0,0005
0	10:41:00	0,60	0,0006	0	11:02:30	0,54	0,00054	0	11:24:00	0,50	0,0005
0	10:41:30	0,60	0,0006	0	11:03:00	0,54	0,00054	0	11:24:30	0,50	0,0005
0	10:42:00	0,60	0,0006	0	11:03:30	0,54	0,00054	0	11:25:00	0,50	0,0005
0	10:42:30	0,59	0,00059	0	11:04:00	0,54	0,00054	0	11:25:30	0,50	0,0005
0	10:43:00	0,59	0,00059	0	11:04:30	0,54	0,00054	0	11:26:00	0,49	0,00049
0	10:43:30	0,59	0,00059	0	11:05:00	0,54	0,00054	0	11:26:30	0,49	0,00049
0	10:44:00	0,59	0,00059	0	11:05:30	0,53	0,00053	0	11:27:00	0,49	0,00049
0	10:44:30	0,59	0,00059	0	11:06:00	0,53	0,00053	0	11:27:30	0,49	0,00049
0	10:45:00	0,59	0,00059	0	11:06:30	0,53	0,00053	0	11:28:00	0,49	0,00049
0	10:45:30	0,58	0,00058	0	11:07:00	0,53	0,00053	0	11:28:30	0,48	0,00048
0	10:46:00	0,58	0,00058	0	11:07:30	0,53	0,00053	0	11:29:00	0,48	0,00048
0	10:46:30	0,58	0,00058	0	11:08:00	0,53	0,00053	0	11:29:30	0,48	0,00048
0	10:47:00	0,58	0,00058	0	11:08:30	0,53	0,00053	0	11:30:00	0,48	0,00048
0	10:47:30	0,58	0,00058	0	11:09:00	0,52	0,00052	0	11:30:30	0,48	0,00048
0	10:48:00	0,58	0,00058	0	11:09:30	0,52	0,00052	0	11:31:00	0,48	0,00048
0	10:48:30	0,58	0,00058	0	11:10:00	0,52	0,00052	0	11:31:30	0,48	0,00048
0	10:49:00	0,57	0,00057	0	11:10:30	0,52	0,00052	0	11:32:00	0,47	0,00047
0	10:49:30	0,57	0,00057	0	11:11:00	0,52	0,00052	0	11:32:30	0,47	0,00047
0	10:50:00	0,57	0,00057	0	11:11:30	0,52	0,00052	0	11:33:00	0,47	0,00047
0	10:50:30	0,57	0,00057	0	11:12:00	0,52	0,00052	0	11:33:30	0,47	0,00047
0	10:51:00	0,57	0,00057	0	11:12:30	0,52	0,00052	0	11:34:00	0,47	0,00047
0	10:51:30	0,57	0,00057	0	11:13:00	0,51	0,00051	0	11:34:30	0,47	0,00047
0	10:52:00	0,57	0,00057	0	11:13:30	0,51	0,00051	0	11:35:00	0,47	0,00047
0	10:52:30	0,56	0,00056	0	11:14:00	0,51	0,00051	0	11:35:30	0,47	0,00047
0	10:53:00	0,56	0,00056	0	11:14:30	0,51	0,00051	0	11:36:00	0,47	0,00047
0	10:53:30	0,56	0,00056	0	11:15:00	0,51	0,00051	0	11:36:30	0,47	0,00047
0	10:54:00	0,56	0,00056	0	11:15:30	0,51	0,00051	0	11:37:00	0,46	0,00046
0	10:54:30	0,56	0,00056	0	11:16:00	0,51	0,00051	0	11:37:30	0,46	0,00046

0	11:38:00	0,46	0,00046	0	11:59:30	0,42	0,00042	0	12:21:00	0,38	0,00038
0	11:38:30	0,46	0,00046	0	12:00:00	0,42	0,00042	0	12:21:30	0,38	0,00038
0	11:39:00	0,46	0,00046	0	12:00:30	0,42	0,00042	0	12:22:00	0,38	0,00038
0	11:39:30	0,46	0,00046	0	12:01:00	0,42	0,00042	0	12:22:30	0,38	0,00038
0	11:40:00	0,46	0,00046	0	12:01:30	0,42	0,00042	0	12:23:00	0,38	0,00038
0	11:40:30	0,46	0,00046	0	12:02:00	0,42	0,00042	0	12:23:30	0,38	0,00038
0	11:41:00	0,46	0,00046	0	12:02:30	0,42	0,00042	0	12:24:00	0,38	0,00038
0	11:41:30	0,46	0,00046	0	12:03:00	0,42	0,00042	0	12:24:30	0,38	0,00038
0	11:42:00	0,45	0,00045	0	12:03:30	0,41	0,00041	0	12:25:00	0,38	0,00038
0	11:42:30	0,45	0,00045	0	12:04:00	0,41	0,00041	0	12:25:30	0,38	0,00038
0	11:43:00	0,45	0,00045	0	12:04:30	0,41	0,00041	0	12:26:00	0,38	0,00038
0	11:43:30	0,45	0,00045	0	12:05:00	0,41	0,00041	0	12:26:30	0,38	0,00038
0	11:44:00	0,45	0,00045	0	12:05:30	0,41	0,00041	0	12:27:00	0,38	0,00038
0	11:44:30	0,45	0,00045	0	12:06:00	0,41	0,00041	0	12:27:30	0,37	0,00037
0	11:45:00	0,45	0,00045	0	12:06:30	0,41	0,00041	0	12:28:00	0,37	0,00037
0	11:45:30	0,45	0,00045	0	12:07:00	0,41	0,00041	0	12:28:30	0,37	0,00037
0	11:46:00	0,45	0,00045	0	12:07:30	0,41	0,00041	0	12:29:00	0,37	0,00037
0	11:46:30	0,45	0,00045	0	12:08:00	0,41	0,00041	0	12:29:30	0,37	0,00037
0	11:47:00	0,45	0,00045	0	12:08:30	0,41	0,00041	0	12:30:00	0,37	0,00037
0	11:47:30	0,44	0,00044	0	12:09:00	0,41	0,00041	0	12:30:30	0,37	0,00037
0	11:48:00	0,44	0,00044	0	12:09:30	0,40	0,0004	0	12:31:00	0,37	0,00037
0	11:48:30	0,44	0,00044	0	12:10:00	0,40	0,0004	0	12:31:30	0,37	0,00037
0	11:49:00	0,44	0,00044	0	12:10:30	0,40	0,0004	0	12:32:00	0,37	0,00037
0	11:49:30	0,44	0,00044	0	12:11:00	0,40	0,0004	0	12:32:30	0,37	0,00037
0	11:50:00	0,44	0,00044	0	12:11:30	0,40	0,0004	0	12:33:00	0,37	0,00037
0	11:50:30	0,44	0,00044	0	12:12:00	0,40	0,0004	0	12:33:30	0,37	0,00037
0	11:51:00	0,44	0,00044	0	12:12:30	0,40	0,0004	0	12:34:00	0,37	0,00037
0	11:51:30	0,44	0,00044	0	12:13:00	0,40	0,0004	0	12:34:30	0,37	0,00037
0	11:52:00	0,43	0,00043	0	12:13:30	0,40	0,0004	0	12:35:00	0,36	0,00036
0	11:52:30	0,43	0,00043	0	12:14:00	0,40	0,0004	0	12:35:30	0,36	0,00036
0	11:53:00	0,43	0,00043	0	12:14:30	0,40	0,0004	0	12:36:00	0,36	0,00036
0	11:53:30	0,43	0,00043	0	12:15:00	0,40	0,0004	0	12:36:30	0,36	0,00036
0	11:54:00	0,43	0,00043	0	12:15:30	0,39	0,00039	0	12:37:00	0,36	0,00036
0	11:54:30	0,43	0,00043	0	12:16:00	0,39	0,00039	0	12:37:30	0,36	0,00036
0	11:55:00	0,43	0,00043	0	12:16:30	0,39	0,00039	0	12:38:00	0,36	0,00036
0	11:55:30	0,43	0,00043	0	12:17:00	0,39	0,00039	0	12:38:30	0,36	0,00036
0	11:56:00	0,43	0,00043	0	12:17:30	0,39	0,00039	0	12:39:00	0,36	0,00036
0	11:56:30	0,43	0,00043	0	12:18:00	0,39	0,00039	0	12:39:30	0,36	0,00036
0	11:57:00	0,43	0,00043	0	12:18:30	0,39	0,00039	0	12:40:00	0,36	0,00036
0	11:57:30	0,42	0,00042	0	12:19:00	0,39	0,00039	0	12:40:30	0,36	0,00036
0	11:58:00	0,42	0,00042	0	12:19:30	0,39	0,00039	0	12:41:00	0,36	0,00036
0	11:58:30	0,42	0,00042	0	12:20:00	0,39	0,00039	0	12:41:30	0,36	0,00036
0	11:59:00	0,42	0,00042	0	12:20:30	0,39	0,00039	0	12:42:00	0,35	0,00035

0	12:42:30	0,35	0,00035	0	13:04:00	0,33	0,00033	0	13:25:30	0,30	0,0003
0	12:43:00	0,35	0,00035	0	13:04:30	0,33	0,00033	0	13:26:00	0,30	0,0003
0	12:43:30	0,35	0,00035	0	13:05:00	0,32	0,00032	0	13:26:30	0,30	0,0003
0	12:44:00	0,35	0,00035	0	13:05:30	0,32	0,00032	0	13:27:00	0,30	0,0003
0	12:44:30	0,35	0,00035	0	13:06:00	0,32	0,00032	0	13:27:30	0,30	0,0003
0	12:45:00	0,35	0,00035	0	13:06:30	0,32	0,00032	0	13:28:00	0,30	0,0003
0	12:45:30	0,35	0,00035	0	13:07:00	0,32	0,00032	0	13:28:30	0,30	0,0003
0	12:46:00	0,35	0,00035	0	13:07:30	0,32	0,00032	0	13:29:00	0,30	0,0003
0	12:46:30	0,35	0,00035	0	13:08:00	0,32	0,00032	0	13:29:30	0,30	0,0003
0	12:47:00	0,35	0,00035	0	13:08:30	0,32	0,00032	0	13:30:00	0,30	0,0003
0	12:47:30	0,35	0,00035	0	13:09:00	0,32	0,00032	0	13:30:30	0,29	0,00029
0	12:48:00	0,35	0,00035	0	13:09:30	0,32	0,00032	0	13:31:00	0,29	0,00029
0	12:48:30	0,35	0,00035	0	13:10:00	0,32	0,00032	0	13:31:30	0,29	0,00029
0	12:49:00	0,35	0,00035	0	13:10:30	0,32	0,00032	0	13:32:00	0,29	0,00029
0	12:49:30	0,34	0,00034	0	13:11:00	0,32	0,00032	0	13:32:30	0,29	0,00029
0	12:50:00	0,34	0,00034	0	13:11:30	0,32	0,00032	0	13:33:00	0,29	0,00029
0	12:50:30	0,34	0,00034	0	13:12:00	0,32	0,00032	0	13:33:30	0,29	0,00029
0	12:51:00	0,34	0,00034	0	13:12:30	0,32	0,00032	0	13:34:00	0,29	0,00029
0	12:51:30	0,34	0,00034	0	13:13:00	0,31	0,00031	0	13:34:30	0,29	0,00029
0	12:52:00	0,34	0,00034	0	13:13:30	0,31	0,00031	0	13:35:00	0,29	0,00029
0	12:52:30	0,34	0,00034	0	13:14:00	0,31	0,00031	0	13:35:30	0,29	0,00029
0	12:53:00	0,34	0,00034	0	13:14:30	0,31	0,00031	0	13:36:00	0,29	0,00029
0	12:53:30	0,34	0,00034	0	13:15:00	0,31	0,00031	0	13:36:30	0,29	0,00029
0	12:54:00	0,34	0,00034	0	13:15:30	0,31	0,00031	0	13:37:00	0,29	0,00029
0	12:54:30	0,34	0,00034	0	13:16:00	0,31	0,00031	0	13:37:30	0,29	0,00029
0	12:55:00	0,34	0,00034	0	13:16:30	0,31	0,00031	0	13:38:00	0,29	0,00029
0	12:55:30	0,34	0,00034	0	13:17:00	0,31	0,00031	0	13:38:30	0,29	0,00029
0	12:56:00	0,34	0,00034	0	13:17:30	0,31	0,00031	0	13:39:00	0,29	0,00029
0	12:56:30	0,34	0,00034	0	13:18:00	0,31	0,00031	0	13:39:30	0,29	0,00029
0	12:57:00	0,34	0,00034	0	13:18:30	0,31	0,00031	0	13:40:00	0,28	0,00028
0	12:57:30	0,33	0,00033	0	13:19:00	0,31	0,00031	0	13:40:30	0,28	0,00028
0	12:58:00	0,33	0,00033	0	13:19:30	0,31	0,00031	0	13:41:00	0,28	0,00028
0	12:58:30	0,33	0,00033	0	13:20:00	0,31	0,00031	0	13:41:30	0,28	0,00028
0	12:59:00	0,33	0,00033	0	13:20:30	0,31	0,00031	0	13:42:00	0,28	0,00028
0	12:59:30	0,33	0,00033	0	13:21:00	0,31	0,00031	0	13:42:30	0,28	0,00028
0	13:00:00	0,33	0,00033	0	13:21:30	0,30	0,0003	0	13:43:00	0,28	0,00028
0	13:00:30	0,33	0,00033	0	13:22:00	0,30	0,0003	0	13:43:30	0,28	0,00028
0	13:01:00	0,33	0,00033	0	13:22:30	0,30	0,0003	0	13:44:00	0,28	0,00028
0	13:01:30	0,33	0,00033	0	13:23:00	0,30	0,0003	0	13:44:30	0,28	0,00028
0	13:02:00	0,33	0,00033	0	13:23:30	0,30	0,0003	0	13:45:00	0,28	0,00028
0	13:02:30	0,33	0,00033	0	13:24:00	0,30	0,0003	0	13:45:30	0,28	0,00028
0	13:03:00	0,33	0,00033	0	13:24:30	0,30	0,0003	0	13:46:00	0,28	0,00028
0	13:03:30	0,33	0,00033	0	13:25:00	0,30	0,0003	0	13:46:30	0,28	0,00028

0	14:51:30	0,23	0,00023	0	15:13:00	0,21	0,00021	0	15:34:30	0,19	0,00019
0	14:52:00	0,22	0,00022	0	15:13:30	0,21	0,00021	0	15:35:00	0,19	0,00019
0	14:52:30	0,22	0,00022	0	15:14:00	0,21	0,00021	0	15:35:30	0,19	0,00019
0	14:53:00	0,22	0,00022	0	15:14:30	0,21	0,00021	0	15:36:00	0,19	0,00019
0	14:53:30	0,22	0,00022	0	15:15:00	0,21	0,00021	0	15:36:30	0,19	0,00019
0	14:54:00	0,22	0,00022	0	15:15:30	0,21	0,00021	0	15:37:00	0,19	0,00019
0	14:54:30	0,22	0,00022	0	15:16:00	0,21	0,00021	0	15:37:30	0,19	0,00019
0	14:55:00	0,22	0,00022	0	15:16:30	0,20	0,0002	0	15:38:00	0,19	0,00019
0	14:55:30	0,22	0,00022	0	15:17:00	0,20	0,0002	0	15:38:30	0,19	0,00019
0	14:56:00	0,22	0,00022	0	15:17:30	0,20	0,0002	0	15:39:00	0,19	0,00019
0	14:56:30	0,22	0,00022	0	15:18:00	0,20	0,0002	0	15:39:30	0,19	0,00019
0	14:57:00	0,22	0,00022	0	15:18:30	0,20	0,0002	0	15:40:00	0,19	0,00019
0	14:57:30	0,22	0,00022	0	15:19:00	0,20	0,0002	0	15:40:30	0,19	0,00019
0	14:58:00	0,22	0,00022	0	15:19:30	0,20	0,0002	0	15:41:00	0,19	0,00019
0	14:58:30	0,22	0,00022	0	15:20:00	0,20	0,0002	0	15:41:30	0,19	0,00019
0	14:59:00	0,22	0,00022	0	15:20:30	0,20	0,0002	0	15:42:00	0,19	0,00019
0	14:59:30	0,22	0,00022	0	15:21:00	0,21	0,00021	0	15:42:30	0,19	0,00019
0	15:00:00	0,22	0,00022	0	15:21:30	0,21	0,00021	0	15:43:00	0,19	0,00019
0	15:00:30	0,22	0,00022	0	15:22:00	0,21	0,00021	0	15:43:30	0,19	0,00019
0	15:01:00	0,22	0,00022	0	15:22:30	0,21	0,00021	0	15:44:00	0,19	0,00019
0	15:01:30	0,22	0,00022	0	15:23:00	0,21	0,00021	0	15:44:30	0,19	0,00019
0	15:02:00	0,22	0,00022	0	15:23:30	0,20	0,0002	0	15:45:00	0,19	0,00019
0	15:02:30	0,22	0,00022	0	15:24:00	0,20	0,0002	0	15:45:30	0,19	0,00019
0	15:03:00	0,22	0,00022	0	15:24:30	0,20	0,0002	0	15:46:00	0,19	0,00019
0	15:03:30	0,22	0,00022	0	15:25:00	0,20	0,0002	0	15:46:30	0,19	0,00019
0	15:04:00	0,22	0,00022	0	15:25:30	0,20	0,0002	0	15:47:00	0,19	0,00019
0	15:04:30	0,22	0,00022	0	15:26:00	0,20	0,0002	0	15:47:30	0,19	0,00019
0	15:05:00	0,22	0,00022	0	15:26:30	0,20	0,0002	0	15:48:00	0,19	0,00019
0	15:05:30	0,22	0,00022	0	15:27:00	0,20	0,0002	0	15:48:30	0,19	0,00019
0	15:06:00	0,22	0,00022	0	15:27:30	0,20	0,0002	0	15:49:00	0,19	0,00019
0	15:06:30	0,22	0,00022	0	15:28:00	0,20	0,0002	0	15:49:30	0,19	0,00019
0	15:07:00	0,22	0,00022	0	15:28:30	0,20	0,0002	0	15:50:00	0,19	0,00019
0	15:07:30	0,21	0,00021	0	15:29:00	0,20	0,0002	0	15:50:30	0,18	0,00018
0	15:08:00	0,21	0,00021	0	15:29:30	0,20	0,0002	0	15:51:00	0,18	0,00018
0	15:08:30	0,21	0,00021	0	15:30:00	0,20	0,0002	0	15:51:30	0,18	0,00018
0	15:09:00	0,21	0,00021	0	15:30:30	0,20	0,0002	0	15:52:00	0,18	0,00018
0	15:09:30	0,21	0,00021	0	15:31:00	0,20	0,0002	0	15:52:30	0,18	0,00018
0	15:10:00	0,21	0,00021	0	15:31:30	0,20	0,0002	0	15:53:00	0,18	0,00018
0	15:10:30	0,21	0,00021	0	15:32:00	0,20	0,0002	0	15:53:30	0,18	0,00018
0	15:11:00	0,21	0,00021	0	15:32:30	0,19	0,00019	0	15:54:00	0,18	0,00018
0	15:11:30	0,21	0,00021	0	15:33:00	0,19	0,00019	0	15:54:30	0,18	0,00018
0	15:12:00	0,21	0,00021	0	15:33:30	0,19	0,00019	0	15:55:00	0,18	0,00018
0	15:12:30	0,21	0,00021	0	15:34:00	0,19	0,00019	0	15:55:30	0,18	0,00018

0	19:09:30	0,11	0,00011	0	19:31:00	0,10	0,0001	0	19:52:30	0,10	0,0001
0	19:10:00	0,11	0,00011	0	19:31:30	0,10	0,0001	0	19:53:00	0,10	0,0001
0	19:10:30	0,11	0,00011	0	19:32:00	0,10	0,0001	0	19:53:30	0,10	0,0001
0	19:11:00	0,11	0,00011	0	19:32:30	0,10	0,0001	0	19:54:00	0,10	0,0001
0	19:11:30	0,11	0,00011	0	19:33:00	0,10	0,0001	0	19:54:30	0,10	0,0001
0	19:12:00	0,11	0,00011	0	19:33:30	0,10	0,0001	0	19:55:00	0,10	0,0001
0	19:12:30	0,11	0,00011	0	19:34:00	0,10	0,0001	0	19:55:30	0,10	0,0001
0	19:13:00	0,11	0,00011	0	19:34:30	0,10	0,0001	0	19:56:00	0,10	0,0001
0	19:13:30	0,11	0,00011	0	19:35:00	0,10	0,0001	0	19:56:30	0,10	0,0001
0	19:14:00	0,11	0,00011	0	19:35:30	0,10	0,0001	0	19:57:00	0,10	0,0001
0	19:14:30	0,11	0,00011	0	19:36:00	0,10	0,0001	0	19:57:30	0,10	0,0001
0	19:15:00	0,11	0,00011	0	19:36:30	0,10	0,0001	0	19:58:00	0,10	0,0001
0	19:15:30	0,11	0,00011	0	19:37:00	0,10	0,0001	0	19:58:30	0,10	0,0001
0	19:16:00	0,11	0,00011	0	19:37:30	0,10	0,0001	0	19:59:00	0,10	0,0001
0	19:16:30	0,11	0,00011	0	19:38:00	0,10	0,0001	0	19:59:30	0,10	0,0001
0	19:17:00	0,11	0,00011	0	19:38:30	0,10	0,0001	0	20:00:00	0,10	0,0001
0	19:17:30	0,11	0,00011	0	19:39:00	0,10	0,0001	0	20:00:30	0,10	0,0001
0	19:18:00	0,11	0,00011	0	19:39:30	0,10	0,0001	0	20:01:00	0,10	0,0001
0	19:18:30	0,11	0,00011	0	19:40:00	0,10	0,0001	0	20:01:30	0,09	0,00009
0	19:19:00	0,11	0,00011	0	19:40:30	0,10	0,0001	0	20:02:00	0,09	0,00009
0	19:19:30	0,11	0,00011	0	19:41:00	0,10	0,0001	0	20:02:30	0,09	0,00009
0	19:20:00	0,11	0,00011	0	19:41:30	0,10	0,0001	0	20:03:00	0,09	0,00009
0	19:20:30	0,11	0,00011	0	19:42:00	0,10	0,0001	0	20:03:30	0,09	0,00009
0	19:21:00	0,11	0,00011	0	19:42:30	0,10	0,0001	0	20:04:00	0,09	0,00009
0	19:21:30	0,10	0,0001	0	19:43:00	0,10	0,0001	0	20:04:30	0,09	0,00009
0	19:22:00	0,10	0,0001	0	19:43:30	0,10	0,0001	0	20:05:00	0,09	0,00009
0	19:22:30	0,10	0,0001	0	19:44:00	0,10	0,0001	0	20:05:30	0,09	0,00009
0	19:23:00	0,10	0,0001	0	19:44:30	0,10	0,0001	0	20:06:00	0,09	0,00009
0	19:23:30	0,10	0,0001	0	19:45:00	0,10	0,0001	0	20:06:30	0,09	0,00009
0	19:24:00	0,10	0,0001	0	19:45:30	0,10	0,0001	0	20:07:00	0,09	0,00009
0	19:24:30	0,10	0,0001	0	19:46:00	0,10	0,0001	0	20:07:30	0,09	0,00009
0	19:25:00	0,10	0,0001	0	19:46:30	0,10	0,0001	0	20:08:00	0,09	0,00009
0	19:25:30	0,10	0,0001	0	19:47:00	0,10	0,0001	0	20:08:30	0,09	0,00009
0	19:26:00	0,10	0,0001	0	19:47:30	0,10	0,0001	0	20:09:00	0,09	0,00009
0	19:26:30	0,10	0,0001	0	19:48:00	0,10	0,0001	0	20:09:30	0,09	0,00009
0	19:27:00	0,10	0,0001	0	19:48:30	0,10	0,0001	0	20:10:00	0,09	0,00009
0	19:27:30	0,10	0,0001	0	19:49:00	0,10	0,0001	0	20:10:30	0,09	0,00009
0	19:28:00	0,10	0,0001	0	19:49:30	0,10	0,0001	0	20:11:00	0,09	0,00009
0	19:28:30	0,10	0,0001	0	19:50:00	0,10	0,0001	0	20:11:30	0,09	0,00009
0	19:29:00	0,10	0,0001	0	19:50:30	0,10	0,0001	0	20:12:00	0,09	0,00009
0	19:29:30	0,10	0,0001	0	19:51:00	0,10	0,0001	0	20:12:30	0,09	0,00009
0	19:30:00	0,10	0,0001	0	19:51:30	0,10	0,0001	0	20:13:00	0,09	0,00009
0	19:30:30	0,10	0,0001	0	19:52:00	0,10	0,0001	0	20:13:30	0,09	0,00009

0	22:23:00	0,07	0,00007	0	22:44:30	0,07	0,00007
0	22:23:30	0,07	0,00007	0	22:45:00	0,07	0,00007
0	22:24:00	0,07	0,00007	0	22:45:30	0,07	0,00007
0	22:24:30	0,07	0,00007	0	22:46:00	0,07	0,00007
0	22:25:00	0,07	0,00007	0	22:46:30	0,07	0,00007
0	22:25:30	0,07	0,00007	0	22:47:00	0,07	0,00007
0	22:26:00	0,07	0,00007	0	22:47:30	0,07	0,00007
0	22:26:30	0,07	0,00007	0	22:48:00	0,07	0,00007
0	22:27:00	0,07	0,00007	0	22:48:30	0,07	0,00007
0	22:27:30	0,07	0,00007	0	22:49:00	0,07	0,00007
0	22:28:00	0,07	0,00007	0	22:49:30	0,07	0,00007
0	22:28:30	0,07	0,00007	0	22:50:00	0,07	0,00007
0	22:29:00	0,07	0,00007	0	22:50:30	0,07	0,00007
0	22:29:30	0,07	0,00007	0	22:51:00	0,07	0,00007
0	22:30:00	0,07	0,00007	0	22:51:30	0,07	0,00007
0	22:30:30	0,07	0,00007	0	22:52:00	0,06	0,00006
0	22:31:00	0,07	0,00007	0	22:52:30	0,06	0,00006
0	22:31:30	0,07	0,00007	0	22:53:00	0,06	0,00006
0	22:32:00	0,07	0,00007	0	22:53:30	0,06	0,00006
0	22:32:30	0,07	0,00007	0	22:54:00	0,06	0,00006
0	22:33:00	0,07	0,00007	0	22:54:30	0,06	0,00006
0	22:33:30	0,07	0,00007	0	22:55:00	0,06	0,00006
0	22:34:00	0,07	0,00007	0	22:55:30	0,06	0,00006
0	22:34:30	0,07	0,00007	0	22:56:00	0,06	0,00006
0	22:35:00	0,07	0,00007	0	22:56:30	0,06	0,00006
0	22:35:30	0,07	0,00007	0	22:57:00	0,06	0,00006
0	22:36:00	0,07	0,00007	0	22:57:30	0,06	0,00006
0	22:36:30	0,07	0,00007	0	22:58:00	0,06	0,00006
0	22:37:00	0,07	0,00007	0	22:58:30	0,06	0,00006
0	22:37:30	0,07	0,00007	0	22:59:00	0,06	0,00006
0	22:38:00	0,07	0,00007	0	22:59:30	0,06	0,00006
0	22:38:30	0,07	0,00007	0	23:00:00	0,06	0,00006
0	22:39:00	0,07	0,00007				
0	22:39:30	0,07	0,00007				
0	22:40:00	0,07	0,00007				
0	22:40:30	0,07	0,00007				
0	22:41:00	0,07	0,00007				
0	22:41:30	0,07	0,00007				
0	22:42:00	0,07	0,00007				
0	22:42:30	0,07	0,00007				
0	22:43:00	0,07	0,00007				
0	22:43:30	0,07	0,00007				
0	22:44:00	0,07	0,00007				

Anexo 6

➤ Dados extraídos do programa SWMM relativo ao hidrograma do Cenário 3.4, para um período de pluviosidade de 4 horas, com passo temporal de 30 segundos.

Descarga- Cenário 3.4			
T	T	Caudal	Caudal
Dias	Horas	L/S	m ³ /s
0	00:00:30	0,00	0
0	00:01:00	0,00	0
0	00:01:30	0,00	0
0	00:02:00	0,00	0
0	00:02:30	0,00	0
0	00:03:00	0,00	0
0	00:03:30	0,00	0
0	00:04:00	0,00	0
0	00:04:30	0,00	0
0	00:05:00	0,00	0
0	00:05:30	0,00	0
0	00:06:00	0,00	0
0	00:06:30	0,00	0
0	00:07:00	0,00	0
0	00:07:30	0,12	0,00012
0	00:08:00	0,00	0
0	00:08:30	0,00	0
0	00:09:00	0,10	0,0001
0	00:09:30	0,00	0
0	00:10:00	0,00	0
0	00:10:30	0,15	0,00015
0	00:11:00	0,00	0
0	00:11:30	0,13	0,00013
0	00:12:00	0,00	0
0	00:12:30	0,23	0,00023
0	00:13:00	0,00	0
0	00:13:30	0,44	0,00044
0	00:14:00	0,01	0,00001
0	00:14:30	0,43	0,00043
0	00:15:00	0,36	0,00036
0	00:15:30	0,37	0,00037
0	00:16:00	0,63	0,00063
0	00:16:30	0,34	0,00034
0	00:17:00	0,33	0,00033
0	00:17:30	0,71	0,00071
0	00:18:00	0,97	0,00097
0	00:18:30	1,23	0,00123

0	00:19:00	1,44	0,00144
0	00:19:30	1,65	0,00165
0	00:20:00	1,88	0,00188
0	00:20:30	2,04	0,00204
0	00:21:00	2,24	0,00224
0	00:21:30	2,47	0,00247
0	00:22:00	2,65	0,00265
0	00:22:30	2,86	0,00286
0	00:23:00	3,11	0,00311
0	00:23:30	3,29	0,00329
0	00:24:00	3,51	0,00351
0	00:24:30	3,76	0,00376
0	00:25:00	3,97	0,00397
0	00:25:30	4,15	0,00415
0	00:26:00	4,38	0,00438
0	00:26:30	4,63	0,00463
0	00:27:00	4,79	0,00479
0	00:27:30	5,03	0,00503
0	00:28:00	5,28	0,00528
0	00:28:30	5,48	0,00548
0	00:29:00	5,66	0,00566
0	00:29:30	5,88	0,00588
0	00:30:00	6,07	0,00607
0	00:30:30	6,29	0,00629
0	00:31:00	6,54	0,00654
0	00:31:30	6,74	0,00674
0	00:32:00	6,93	0,00693
0	00:32:30	7,11	0,00711
0	00:33:00	7,29	0,00729
0	00:33:30	7,56	0,00756
0	00:34:00	7,79	0,00779
0	00:34:30	7,94	0,00794
0	00:35:00	8,11	0,00811
0	00:35:30	8,33	0,00833
0	00:36:00	8,49	0,00849
0	00:36:30	8,72	0,00872
0	00:37:00	8,96	0,00896
0	00:37:30	9,12	0,00912
0	00:38:00	9,26	0,00926
0	00:38:30	9,40	0,0094

0	00:39:00	9,66	0,00966
0	00:39:30	9,91	0,00991
0	00:40:00	10,05	0,01005
0	00:40:30	10,19	0,01019
0	00:41:00	10,33	0,01033
0	00:41:30	10,61	0,01061
0	00:42:00	10,85	0,01085
0	00:42:30	10,97	0,01097
0	00:43:00	11,09	0,01109
0	00:43:30	11,23	0,01123
0	00:44:00	11,52	0,01152
0	00:44:30	11,76	0,01176
0	00:45:00	11,86	0,01186
0	00:45:30	11,98	0,01198
0	00:46:00	12,12	0,01212
0	00:46:30	12,42	0,01242
0	00:47:00	12,65	0,01265
0	00:47:30	12,73	0,01273
0	00:48:00	12,84	0,01284
0	00:48:30	12,99	0,01299
0	00:49:00	13,29	0,01329
0	00:49:30	13,52	0,01352
0	00:50:00	13,60	0,0136
0	00:50:30	13,72	0,01372
0	00:51:00	13,84	0,01384
0	00:51:30	14,16	0,01416
0	00:52:00	14,39	0,01439
0	00:52:30	14,46	0,01446
0	00:53:00	14,57	0,01457
0	00:53:30	14,73	0,01473
0	00:54:00	15,07	0,01507
0	00:54:30	15,31	0,01531
0	00:55:00	15,38	0,01538
0	00:55:30	15,51	0,01551
0	00:56:00	15,71	0,01571
0	00:56:30	16,09	0,01609
0	00:57:00	16,35	0,01635
0	00:57:30	16,45	0,01645
0	00:58:00	16,70	0,0167
0	00:58:30	16,93	0,01693

0	00:59:00	17,28	0,01728
0	00:59:30	17,58	0,01758
0	01:00:00	17,85	0,01785
0	01:00:30	18,16	0,01816
0	01:01:00	18,53	0,01853
0	01:01:30	18,91	0,01891
0	01:02:00	19,35	0,01935
0	01:02:30	19,81	0,01981
0	01:03:00	20,29	0,02029
0	01:03:30	20,77	0,02077
0	01:04:00	21,26	0,02126
0	01:04:30	21,74	0,02174
0	01:05:00	22,23	0,02223
0	01:05:30	22,69	0,02269
0	01:06:00	23,16	0,02316
0	01:06:30	23,62	0,02362
0	01:07:00	24,08	0,02408
0	01:07:30	24,53	0,02453
0	01:08:00	24,97	0,02497
0	01:08:30	25,41	0,02541
0	01:09:00	25,84	0,02584
0	01:09:30	26,28	0,02628
0	01:10:00	26,72	0,02672
0	01:10:30	27,16	0,02716
0	01:11:00	27,61	0,02761
0	01:11:30	28,05	0,02805
0	01:12:00	28,50	0,0285
0	01:12:30	28,95	0,02895
0	01:13:00	29,40	0,0294
0	01:13:30	29,85	0,02985
0	01:14:00	30,30	0,0303
0	01:14:30	30,76	0,03076
0	01:15:00	31,22	0,03122
0	01:15:30	31,68	0,03168
0	01:16:00	32,15	0,03215
0	01:16:30	32,63	0,03263
0	01:17:00	33,11	0,03311
0	01:17:30	33,60	0,0336
0	01:18:00	34,10	0,0341
0	01:18:30	34,60	0,0346
0	01:19:00	35,11	0,03511
0	01:19:30	35,64	0,03564
0	01:20:00	36,16	0,03616

0	01:20:30	36,68	0,03668
0	01:21:00	37,21	0,03721
0	01:21:30	37,73	0,03773
0	01:22:00	38,27	0,03827
0	01:22:30	38,82	0,03882
0	01:23:00	39,38	0,03938
0	01:23:30	39,96	0,03996
0	01:24:00	40,54	0,04054
0	01:24:30	41,12	0,04112
0	01:25:00	41,71	0,04171
0	01:25:30	42,30	0,0423
0	01:26:00	42,89	0,04289
0	01:26:30	43,50	0,0435
0	01:27:00	44,11	0,04411
0	01:27:30	44,73	0,04473
0	01:28:00	45,35	0,04535
0	01:28:30	45,98	0,04598
0	01:29:00	46,62	0,04662
0	01:29:30	47,27	0,04727
0	01:30:00	47,93	0,04793
0	01:30:30	48,60	0,0486
0	01:31:00	49,28	0,04928
0	01:31:30	49,96	0,04996
0	01:32:00	50,63	0,05063
0	01:32:30	51,32	0,05132
0	01:33:00	52,02	0,05202
0	01:33:30	52,73	0,05273
0	01:34:00	53,44	0,05344
0	01:34:30	54,16	0,05416
0	01:35:00	54,89	0,05489
0	01:35:30	55,62	0,05562
0	01:36:00	56,36	0,05636
0	01:36:30	57,11	0,05711
0	01:37:00	57,86	0,05786
0	01:37:30	58,62	0,05862
0	01:38:00	59,39	0,05939
0	01:38:30	60,16	0,06016
0	01:39:00	60,93	0,06093
0	01:39:30	61,73	0,06173
0	01:40:00	62,53	0,06253
0	01:40:30	63,33	0,06333
0	01:41:00	64,14	0,06414
0	01:41:30	64,95	0,06495

0	01:42:00	65,76	0,06576
0	01:42:30	66,59	0,06659
0	01:43:00	67,41	0,06741
0	01:43:30	68,25	0,06825
0	01:44:00	69,08	0,06908
0	01:44:30	69,92	0,06992
0	01:45:00	70,77	0,07077
0	01:45:30	71,63	0,07163
0	01:46:00	72,50	0,0725
0	01:46:30	73,37	0,07337
0	01:47:00	74,24	0,07424
0	01:47:30	75,10	0,0751
0	01:48:00	75,97	0,07597
0	01:48:30	76,84	0,07684
0	01:49:00	77,71	0,07771
0	01:49:30	78,59	0,07859
0	01:50:00	79,47	0,07947
0	01:50:30	80,36	0,08036
0	01:51:00	81,27	0,08127
0	01:51:30	82,17	0,08217
0	01:52:00	83,07	0,08307
0	01:52:30	83,99	0,08399
0	01:53:00	84,91	0,08491
0	01:53:30	85,82	0,08582
0	01:54:00	86,73	0,08673
0	01:54:30	87,64	0,08764
0	01:55:00	88,54	0,08854
0	01:55:30	89,45	0,08945
0	01:56:00	90,36	0,09036
0	01:56:30	91,27	0,09127
0	01:57:00	92,19	0,09219
0	01:57:30	93,10	0,0931
0	01:58:00	94,04	0,09404
0	01:58:30	97,80	0,0978
0	01:59:00	116,96	0,11696
0	01:59:30	149,11	0,14911
0	02:00:00	179,77	0,17977
0	02:00:30	205,90	0,2059
0	02:01:00	228,42	0,22842
0	02:01:30	247,37	0,24737
0	02:02:00	263,20	0,2632
0	02:02:30	276,74	0,27674
0	02:03:00	288,35	0,28835

0	02:03:30	298,60	0,2986
0	02:04:00	294,35	0,29435
0	02:04:30	264,27	0,26427
0	02:05:00	239,58	0,23958
0	02:05:30	220,73	0,22073
0	02:06:00	205,17	0,20517
0	02:06:30	192,73	0,19273
0	02:07:00	182,92	0,18292
0	02:07:30	174,96	0,17496
0	02:08:00	168,48	0,16848
0	02:08:30	163,11	0,16311
0	02:09:00	158,57	0,15857
0	02:09:30	154,71	0,15471
0	02:10:00	151,41	0,15141
0	02:10:30	148,51	0,14851
0	02:11:00	145,96	0,14596
0	02:11:30	143,71	0,14371
0	02:12:00	141,71	0,14171
0	02:12:30	139,94	0,13994
0	02:13:00	138,33	0,13833
0	02:13:30	136,81	0,13681
0	02:14:00	135,39	0,13539
0	02:14:30	134,06	0,13406
0	02:15:00	132,82	0,13282
0	02:15:30	131,66	0,13166
0	02:16:00	130,56	0,13056
0	02:16:30	129,52	0,12952
0	02:17:00	128,52	0,12852
0	02:17:30	127,57	0,12757
0	02:18:00	126,67	0,12667
0	02:18:30	125,79	0,12579
0	02:19:00	124,94	0,12494
0	02:19:30	124,12	0,12412
0	02:20:00	123,32	0,12332
0	02:20:30	122,54	0,12254
0	02:21:00	121,78	0,12178
0	02:21:30	121,04	0,12104
0	02:22:00	120,32	0,12032
0	02:22:30	119,60	0,1196
0	02:23:00	118,91	0,11891
0	02:23:30	118,22	0,11822
0	02:24:00	117,55	0,11755
0	02:24:30	116,88	0,11688

0	02:25:00	116,23	0,11623
0	02:25:30	115,59	0,11559
0	02:26:00	114,95	0,11495
0	02:26:30	114,32	0,11432
0	02:27:00	113,70	0,1137
0	02:27:30	113,09	0,11309
0	02:28:00	112,49	0,11249
0	02:28:30	111,89	0,11189
0	02:29:00	111,29	0,11129
0	02:29:30	110,70	0,1107
0	02:30:00	110,12	0,11012
0	02:30:30	109,54	0,10954
0	02:31:00	108,97	0,10897
0	02:31:30	108,41	0,10841
0	02:32:00	107,85	0,10785
0	02:32:30	107,29	0,10729
0	02:33:00	106,73	0,10673
0	02:33:30	106,18	0,10618
0	02:34:00	105,63	0,10563
0	02:34:30	105,09	0,10509
0	02:35:00	104,55	0,10455
0	02:35:30	104,01	0,10401
0	02:36:00	103,48	0,10348
0	02:36:30	102,95	0,10295
0	02:37:00	102,42	0,10242
0	02:37:30	101,90	0,1019
0	02:38:00	101,38	0,10138
0	02:38:30	100,86	0,10086
0	02:39:00	100,34	0,10034
0	02:39:30	99,85	0,09985
0	02:40:00	99,32	0,09932
0	02:40:30	98,81	0,09881
0	02:41:00	98,30	0,0983
0	02:41:30	97,80	0,0978
0	02:42:00	97,30	0,0973
0	02:42:30	96,80	0,0968
0	02:43:00	96,30	0,0963
0	02:43:30	95,81	0,09581
0	02:44:00	95,31	0,09531
0	02:44:30	94,83	0,09483
0	02:45:00	94,34	0,09434
0	02:45:30	93,85	0,09385
0	02:46:00	93,36	0,09336

0	02:46:30	92,88	0,09288
0	02:47:00	92,40	0,0924
0	02:47:30	91,92	0,09192
0	02:48:00	91,45	0,09145
0	02:48:30	90,98	0,09098
0	02:49:00	90,54	0,09054
0	02:49:30	90,09	0,09009
0	02:50:00	89,64	0,08964
0	02:50:30	89,17	0,08917
0	02:51:00	88,70	0,0887
0	02:51:30	88,22	0,08822
0	02:52:00	87,74	0,08774
0	02:52:30	87,26	0,08726
0	02:53:00	86,78	0,08678
0	02:53:30	86,31	0,08631
0	02:54:00	85,83	0,08583
0	02:54:30	85,36	0,08536
0	02:55:00	84,89	0,08489
0	02:55:30	84,43	0,08443
0	02:56:00	83,96	0,08396
0	02:56:30	83,49	0,08349
0	02:57:00	83,03	0,08303
0	02:57:30	82,57	0,08257
0	02:58:00	82,11	0,08211
0	02:58:30	81,65	0,08165
0	02:59:00	81,19	0,08119
0	02:59:30	80,74	0,08074
0	03:00:00	80,29	0,08029
0	03:00:30	79,83	0,07983
0	03:01:00	79,38	0,07938
0	03:01:30	78,92	0,07892
0	03:02:00	78,47	0,07847
0	03:02:30	78,02	0,07802
0	03:03:00	77,57	0,07757
0	03:03:30	77,13	0,07713
0	03:04:00	76,68	0,07668
0	03:04:30	76,23	0,07623
0	03:05:00	75,79	0,07579
0	03:05:30	75,34	0,07534
0	03:06:00	74,89	0,07489
0	03:06:30	74,44	0,07444
0	03:07:00	74,00	0,074
0	03:07:30	73,55	0,07355

0	03:08:00	73,11	0,07311
0	03:08:30	72,67	0,07267
0	03:09:00	72,22	0,07222
0	03:09:30	71,78	0,07178
0	03:10:00	71,34	0,07134
0	03:10:30	70,90	0,0709
0	03:11:00	70,46	0,07046
0	03:11:30	70,02	0,07002
0	03:12:00	69,59	0,06959
0	03:12:30	69,15	0,06915
0	03:13:00	68,72	0,06872
0	03:13:30	68,28	0,06828
0	03:14:00	67,85	0,06785
0	03:14:30	67,41	0,06741
0	03:15:00	66,98	0,06698
0	03:15:30	66,55	0,06655
0	03:16:00	66,12	0,06612
0	03:16:30	65,69	0,06569
0	03:17:00	65,26	0,06526
0	03:17:30	64,83	0,06483
0	03:18:00	64,40	0,0644
0	03:18:30	63,97	0,06397
0	03:19:00	63,54	0,06354
0	03:19:30	63,11	0,06311
0	03:20:00	62,69	0,06269
0	03:20:30	62,26	0,06226
0	03:21:00	61,84	0,06184
0	03:21:30	61,41	0,06141
0	03:22:00	61,00	0,061
0	03:22:30	60,57	0,06057
0	03:23:00	60,15	0,06015
0	03:23:30	59,72	0,05972
0	03:24:00	59,30	0,0593
0	03:24:30	58,88	0,05888
0	03:25:00	58,46	0,05846
0	03:25:30	58,04	0,05804
0	03:26:00	57,62	0,05762
0	03:26:30	57,19	0,05719
0	03:27:00	56,77	0,05677
0	03:27:30	56,35	0,05635
0	03:28:00	55,93	0,05593
0	03:28:30	55,51	0,05551
0	03:29:00	55,09	0,05509

0	03:29:30	54,67	0,05467
0	03:30:00	54,25	0,05425
0	03:30:30	53,83	0,05383
0	03:31:00	53,41	0,05341
0	03:31:30	52,99	0,05299
0	03:32:00	52,58	0,05258
0	03:32:30	52,16	0,05216
0	03:33:00	51,74	0,05174
0	03:33:30	51,33	0,05133
0	03:34:00	50,91	0,05091
0	03:34:30	50,49	0,05049
0	03:35:00	50,08	0,05008
0	03:35:30	49,66	0,04966
0	03:36:00	49,25	0,04925
0	03:36:30	48,83	0,04883
0	03:37:00	48,41	0,04841
0	03:37:30	47,99	0,04799
0	03:38:00	47,58	0,04758
0	03:38:30	47,16	0,04716
0	03:39:00	46,74	0,04674
0	03:39:30	46,32	0,04632
0	03:40:00	45,90	0,0459
0	03:40:30	45,49	0,04549
0	03:41:00	45,07	0,04507
0	03:41:30	44,65	0,04465
0	03:42:00	44,25	0,04425
0	03:42:30	43,83	0,04383
0	03:43:00	43,42	0,04342
0	03:43:30	43,00	0,043
0	03:44:00	42,59	0,04259
0	03:44:30	42,18	0,04218
0	03:45:00	41,77	0,04177
0	03:45:30	41,36	0,04136
0	03:46:00	40,95	0,04095
0	03:46:30	40,55	0,04055
0	03:47:00	40,14	0,04014
0	03:47:30	39,73	0,03973
0	03:48:00	39,33	0,03933
0	03:48:30	38,92	0,03892
0	03:49:00	38,52	0,03852
0	03:49:30	38,12	0,03812
0	03:50:00	37,72	0,03772
0	03:50:30	37,31	0,03731

0	03:51:00	36,90	0,0369
0	03:51:30	36,50	0,0365
0	03:52:00	36,09	0,03609
0	03:52:30	35,68	0,03568
0	03:53:00	35,28	0,03528
0	03:53:30	34,88	0,03488
0	03:54:00	34,48	0,03448
0	03:54:30	34,08	0,03408
0	03:55:00	33,67	0,03367
0	03:55:30	33,27	0,03327
0	03:56:00	32,87	0,03287
0	03:56:30	32,47	0,03247
0	03:57:00	32,07	0,03207
0	03:57:30	31,68	0,03168
0	03:58:00	31,29	0,03129
0	03:58:30	30,90	0,0309
0	03:59:00	30,51	0,03051
0	03:59:30	30,13	0,03013
0	04:00:00	29,74	0,02974
0	04:00:30	29,36	0,02936
0	04:01:00	28,97	0,02897
0	04:01:30	28,59	0,02859
0	04:02:00	28,21	0,02821
0	04:02:30	27,84	0,02784
0	04:03:00	27,46	0,02746
0	04:03:30	27,09	0,02709
0	04:04:00	26,73	0,02673
0	04:04:30	26,37	0,02637
0	04:05:00	26,03	0,02603
0	04:05:30	25,69	0,02569
0	04:06:00	25,36	0,02536
0	04:06:30	25,04	0,02504
0	04:07:00	24,73	0,02473
0	04:07:30	24,43	0,02443
0	04:08:00	24,13	0,02413
0	04:08:30	23,84	0,02384
0	04:09:00	23,56	0,02356
0	04:09:30	23,29	0,02329
0	04:10:00	23,02	0,02302
0	04:10:30	22,75	0,02275
0	04:11:00	22,49	0,02249
0	04:11:30	22,24	0,02224
0	04:12:00	21,99	0,02199

0	04:12:30	21,74	0,02174
0	04:13:00	21,50	0,0215
0	04:13:30	21,27	0,02127
0	04:14:00	21,03	0,02103
0	04:14:30	20,80	0,0208
0	04:15:00	20,58	0,02058
0	04:15:30	20,36	0,02036
0	04:16:00	20,15	0,02015
0	04:16:30	19,94	0,01994
0	04:17:00	19,74	0,01974
0	04:17:30	19,53	0,01953
0	04:18:00	19,33	0,01933
0	04:18:30	19,13	0,01913
0	04:19:00	18,94	0,01894
0	04:19:30	18,75	0,01875
0	04:20:00	18,56	0,01856
0	04:20:30	18,37	0,01837
0	04:21:00	18,19	0,01819
0	04:21:30	18,01	0,01801
0	04:22:00	17,83	0,01783
0	04:22:30	17,65	0,01765
0	04:23:00	17,48	0,01748
0	04:23:30	17,31	0,01731
0	04:24:00	17,14	0,01714
0	04:24:30	16,98	0,01698
0	04:25:00	16,81	0,01681
0	04:25:30	16,65	0,01665
0	04:26:00	16,50	0,0165
0	04:26:30	16,34	0,01634
0	04:27:00	16,19	0,01619
0	04:27:30	16,03	0,01603
0	04:28:00	15,88	0,01588
0	04:28:30	15,74	0,01574
0	04:29:00	15,59	0,01559
0	04:29:30	15,45	0,01545
0	04:30:00	15,31	0,01531
0	04:30:30	15,17	0,01517
0	04:31:00	15,03	0,01503
0	04:31:30	14,89	0,01489
0	04:32:00	14,76	0,01476
0	04:32:30	14,63	0,01463
0	04:33:00	14,50	0,0145
0	04:33:30	14,38	0,01438

0	04:34:00	14,25	0,01425
0	04:34:30	14,13	0,01413
0	04:35:00	14,01	0,01401
0	04:35:30	13,88	0,01388
0	04:36:00	13,76	0,01376
0	04:36:30	13,64	0,01364
0	04:37:00	13,52	0,01352
0	04:37:30	13,42	0,01342
0	04:38:00	13,29	0,01329
0	04:38:30	13,19	0,01319
0	04:39:00	13,10	0,0131
0	04:39:30	12,98	0,01298
0	04:40:00	12,86	0,01286
0	04:40:30	12,75	0,01275
0	04:41:00	12,65	0,01265
0	04:41:30	12,52	0,01252
0	04:42:00	12,40	0,0124
0	04:42:30	12,29	0,01229
0	04:43:00	12,20	0,0122
0	04:43:30	12,12	0,01212
0	04:44:00	12,02	0,01202
0	04:44:30	11,89	0,01189
0	04:45:00	11,79	0,01179
0	04:45:30	11,69	0,01169
0	04:46:00	11,61	0,01161
0	04:46:30	11,53	0,01153
0	04:47:00	11,45	0,01145
0	04:47:30	11,36	0,01136
0	04:48:00	11,25	0,01125
0	04:48:30	11,15	0,01115
0	04:49:00	11,08	0,01108
0	04:49:30	10,99	0,01099
0	04:50:00	10,89	0,01089
0	04:50:30	10,80	0,0108
0	04:51:00	10,72	0,01072
0	04:51:30	10,64	0,01064
0	04:52:00	10,55	0,01055
0	04:52:30	10,45	0,01045
0	04:53:00	10,36	0,01036
0	04:53:30	10,31	0,01031
0	04:54:00	10,27	0,01027
0	04:54:30	10,21	0,01021
0	04:55:00	10,11	0,01011

0	04:55:30	10,02	0,01002
0	04:56:00	9,94	0,00994
0	04:56:30	9,86	0,00986
0	04:57:00	9,80	0,0098
0	04:57:30	9,73	0,00973
0	04:58:00	9,65	0,00965
0	04:58:30	9,57	0,00957
0	04:59:00	9,50	0,0095
0	04:59:30	9,43	0,00943
0	05:00:00	9,38	0,00938
0	05:00:30	9,32	0,00932
0	05:01:00	9,24	0,00924
0	05:01:30	9,16	0,00916
0	05:02:00	9,09	0,00909
0	05:02:30	9,02	0,00902
0	05:03:00	8,95	0,00895
0	05:03:30	8,89	0,00889
0	05:04:00	8,82	0,00882
0	05:04:30	8,76	0,00876
0	05:05:00	8,72	0,00872
0	05:05:30	8,68	0,00868
0	05:06:00	8,60	0,0086
0	05:06:30	8,51	0,00851
0	05:07:00	8,46	0,00846
0	05:07:30	8,40	0,0084
0	05:08:00	8,33	0,00833
0	05:08:30	8,27	0,00827
0	05:09:00	8,20	0,0082
0	05:09:30	8,16	0,00816
0	05:10:00	8,10	0,0081
0	05:10:30	8,05	0,00805
0	05:11:00	8,01	0,00801
0	05:11:30	7,94	0,00794
0	05:12:00	7,88	0,00788
0	05:12:30	7,82	0,00782
0	05:13:00	7,76	0,00776
0	05:13:30	7,72	0,00772
0	05:14:00	7,68	0,00768
0	05:14:30	7,64	0,00764
0	05:15:00	7,58	0,00758
0	05:15:30	7,51	0,00751
0	05:16:00	7,46	0,00746
0	05:16:30	7,41	0,00741

0	05:17:00	7,36	0,00736
0	05:17:30	7,31	0,00731
0	05:18:00	7,27	0,00727
0	05:18:30	7,22	0,00722
0	05:19:00	7,18	0,00718
0	05:19:30	7,12	0,00712
0	05:20:00	7,07	0,00707
0	05:20:30	7,03	0,00703
0	05:21:00	6,99	0,00699
0	05:21:30	6,93	0,00693
0	05:22:00	6,89	0,00689
0	05:22:30	6,85	0,00685
0	05:23:00	6,82	0,00682
0	05:23:30	6,78	0,00678
0	05:24:00	6,73	0,00673
0	05:24:30	6,68	0,00668
0	05:25:00	6,63	0,00663
0	05:25:30	6,59	0,00659
0	05:26:00	6,55	0,00655
0	05:26:30	6,51	0,00651
0	05:27:00	6,47	0,00647
0	05:27:30	6,43	0,00643
0	05:28:00	6,39	0,00639
0	05:28:30	6,34	0,00634
0	05:29:00	6,30	0,0063
0	05:29:30	6,27	0,00627
0	05:30:00	6,23	0,00623
0	05:30:30	6,19	0,00619
0	05:31:00	6,14	0,00614
0	05:31:30	6,11	0,00611
0	05:32:00	6,08	0,00608
0	05:32:30	6,04	0,00604
0	05:33:00	6,02	0,00602
0	05:33:30	5,99	0,00599
0	05:34:00	5,95	0,00595
0	05:34:30	5,90	0,0059
0	05:35:00	5,86	0,00586
0	05:35:30	5,82	0,00582
0	05:36:00	5,79	0,00579
0	05:36:30	5,75	0,00575
0	05:37:00	5,72	0,00572
0	05:37:30	5,68	0,00568
0	05:38:00	5,65	0,00565

0	05:38:30	5,62	0,00562
0	05:39:00	5,59	0,00559
0	05:39:30	5,55	0,00555
0	05:40:00	5,51	0,00551
0	05:40:30	5,48	0,00548
0	05:41:00	5,46	0,00546
0	05:41:30	5,42	0,00542
0	05:42:00	5,38	0,00538
0	05:42:30	5,35	0,00535
0	05:43:00	5,33	0,00533
0	05:43:30	5,30	0,0053
0	05:44:00	5,27	0,00527
0	05:44:30	5,24	0,00524
0	05:45:00	5,21	0,00521
0	05:45:30	5,17	0,00517
0	05:46:00	5,14	0,00514
0	05:46:30	5,11	0,00511
0	05:47:00	5,08	0,00508
0	05:47:30	5,05	0,00505
0	05:48:00	5,02	0,00502
0	05:48:30	4,99	0,00499
0	05:49:00	4,96	0,00496
0	05:49:30	4,93	0,00493
0	05:50:00	4,90	0,0049
0	05:50:30	4,88	0,00488
0	05:51:00	4,85	0,00485
0	05:51:30	4,82	0,00482
0	05:52:00	4,79	0,00479
0	05:52:30	4,77	0,00477
0	05:53:00	4,74	0,00474
0	05:53:30	4,71	0,00471
0	05:54:00	4,69	0,00469
0	05:54:30	4,67	0,00467
0	05:55:00	4,64	0,00464
0	05:55:30	4,61	0,00461
0	05:56:00	4,59	0,00459
0	05:56:30	4,56	0,00456
0	05:57:00	4,54	0,00454
0	05:57:30	4,51	0,00451
0	05:58:00	4,49	0,00449
0	05:58:30	4,46	0,00446
0	05:59:00	4,44	0,00444
0	05:59:30	4,41	0,00441

0	06:00:00	4,39	0,00439
0	06:00:30	4,36	0,00436
0	06:01:00	4,33	0,00433
0	06:01:30	4,31	0,00431
0	06:02:00	4,29	0,00429
0	06:02:30	4,27	0,00427
0	06:03:00	4,25	0,00425
0	06:03:30	4,22	0,00422
0	06:04:00	4,20	0,0042
0	06:04:30	4,18	0,00418
0	06:05:00	4,16	0,00416
0	06:05:30	4,13	0,00413
0	06:06:00	4,11	0,00411
0	06:06:30	4,09	0,00409
0	06:07:00	4,07	0,00407
0	06:07:30	4,05	0,00405
0	06:08:00	4,03	0,00403
0	06:08:30	4,01	0,00401
0	06:09:00	3,99	0,00399
0	06:09:30	3,96	0,00396
0	06:10:00	3,94	0,00394
0	06:10:30	3,92	0,00392
0	06:11:00	3,90	0,0039
0	06:11:30	3,88	0,00388
0	06:12:00	3,86	0,00386
0	06:12:30	3,84	0,00384
0	06:13:00	3,82	0,00382
0	06:13:30	3,81	0,00381
0	06:14:00	3,79	0,00379
0	06:14:30	3,77	0,00377
0	06:15:00	3,75	0,00375
0	06:15:30	3,73	0,00373
0	06:16:00	3,71	0,00371
0	06:16:30	3,69	0,00369
0	06:17:00	3,67	0,00367
0	06:17:30	3,65	0,00365
0	06:18:00	3,63	0,00363
0	06:18:30	3,62	0,00362
0	06:19:00	3,60	0,0036
0	06:19:30	3,58	0,00358
0	06:20:00	3,56	0,00356
0	06:20:30	3,54	0,00354
0	06:21:00	3,53	0,00353

0	06:21:30	3,51	0,00351
0	06:22:00	3,49	0,00349
0	06:22:30	3,47	0,00347
0	06:23:00	3,46	0,00346
0	06:23:30	3,44	0,00344
0	06:24:00	3,42	0,00342
0	06:24:30	3,41	0,00341
0	06:25:00	3,39	0,00339
0	06:25:30	3,37	0,00337
0	06:26:00	3,36	0,00336
0	06:26:30	3,34	0,00334
0	06:27:00	3,33	0,00333
0	06:27:30	3,31	0,00331
0	06:28:00	3,30	0,0033
0	06:28:30	3,28	0,00328
0	06:29:00	3,27	0,00327
0	06:29:30	3,25	0,00325
0	06:30:00	3,24	0,00324
0	06:30:30	3,22	0,00322
0	06:31:00	3,21	0,00321
0	06:31:30	3,19	0,00319
0	06:32:00	3,18	0,00318
0	06:32:30	3,16	0,00316
0	06:33:00	3,15	0,00315
0	06:33:30	3,13	0,00313
0	06:34:00	3,12	0,00312
0	06:34:30	3,10	0,0031
0	06:35:00	3,09	0,00309
0	06:35:30	3,07	0,00307
0	06:36:00	3,06	0,00306
0	06:36:30	3,04	0,00304
0	06:37:00	3,03	0,00303
0	06:37:30	3,01	0,00301
0	06:38:00	3,00	0,003
0	06:38:30	2,99	0,00299
0	06:39:00	2,97	0,00297
0	06:39:30	2,96	0,00296
0	06:40:00	2,94	0,00294
0	06:40:30	2,93	0,00293
0	06:41:00	2,92	0,00292
0	06:41:30	2,90	0,0029
0	06:42:00	2,89	0,00289
0	06:42:30	2,88	0,00288

0	06:43:00	2,86	0,00286
0	06:43:30	2,85	0,00285
0	06:44:00	2,84	0,00284
0	06:44:30	2,82	0,00282
0	06:45:00	2,81	0,00281
0	06:45:30	2,80	0,0028
0	06:46:00	2,78	0,00278
0	06:46:30	2,77	0,00277
0	06:47:00	2,76	0,00276
0	06:47:30	2,75	0,00275
0	06:48:00	2,73	0,00273
0	06:48:30	2,72	0,00272
0	06:49:00	2,71	0,00271
0	06:49:30	2,70	0,0027
0	06:50:00	2,68	0,00268
0	06:50:30	2,67	0,00267
0	06:51:00	2,66	0,00266
0	06:51:30	2,65	0,00265
0	06:52:00	2,64	0,00264
0	06:52:30	2,63	0,00263
0	06:53:00	2,61	0,00261
0	06:53:30	2,60	0,0026
0	06:54:00	2,59	0,00259
0	06:54:30	2,58	0,00258
0	06:55:00	2,57	0,00257
0	06:55:30	2,56	0,00256
0	06:56:00	2,54	0,00254
0	06:56:30	2,53	0,00253
0	06:57:00	2,52	0,00252
0	06:57:30	2,51	0,00251
0	06:58:00	2,50	0,0025
0	06:58:30	2,49	0,00249
0	06:59:00	2,48	0,00248
0	06:59:30	2,47	0,00247
0	07:00:00	2,46	0,00246
0	07:00:30	2,45	0,00245
0	07:01:00	2,44	0,00244
0	07:01:30	2,42	0,00242
0	07:02:00	2,41	0,00241
0	07:02:30	2,40	0,0024
0	07:03:00	2,39	0,00239
0	07:03:30	2,38	0,00238
0	07:04:00	2,37	0,00237

0	07:04:30	2,36	0,00236
0	07:05:00	2,35	0,00235
0	07:05:30	2,34	0,00234
0	07:06:00	2,33	0,00233
0	07:06:30	2,32	0,00232
0	07:07:00	2,31	0,00231
0	07:07:30	2,30	0,0023
0	07:08:00	2,29	0,00229
0	07:08:30	2,28	0,00228
0	07:09:00	2,27	0,00227
0	07:09:30	2,26	0,00226
0	07:10:00	2,25	0,00225
0	07:10:30	2,24	0,00224
0	07:11:00	2,24	0,00224
0	07:11:30	2,23	0,00223
0	07:12:00	2,22	0,00222
0	07:12:30	2,21	0,00221
0	07:13:00	2,20	0,0022
0	07:13:30	2,19	0,00219
0	07:14:00	2,18	0,00218
0	07:14:30	2,17	0,00217
0	07:15:00	2,16	0,00216
0	07:15:30	2,15	0,00215
0	07:16:00	2,14	0,00214
0	07:16:30	2,14	0,00214
0	07:17:00	2,13	0,00213
0	07:17:30	2,12	0,00212
0	07:18:00	2,11	0,00211
0	07:18:30	2,10	0,0021
0	07:19:00	2,09	0,00209
0	07:19:30	2,08	0,00208
0	07:20:00	2,07	0,00207
0	07:20:30	2,07	0,00207
0	07:21:00	2,06	0,00206
0	07:21:30	2,05	0,00205
0	07:22:00	2,04	0,00204
0	07:22:30	2,03	0,00203
0	07:23:00	2,02	0,00202
0	07:23:30	2,02	0,00202
0	07:24:00	2,01	0,00201
0	07:24:30	2,00	0,002
0	07:25:00	1,99	0,00199
0	07:25:30	1,98	0,00198

0	07:26:00	1,98	0,00198
0	07:26:30	1,97	0,00197
0	07:27:00	1,96	0,00196
0	07:27:30	1,95	0,00195
0	07:28:00	1,94	0,00194
0	07:28:30	1,94	0,00194
0	07:29:00	1,93	0,00193
0	07:29:30	1,92	0,00192
0	07:30:00	1,91	0,00191
0	07:30:30	1,91	0,00191
0	07:31:00	1,90	0,0019
0	07:31:30	1,89	0,00189
0	07:32:00	1,88	0,00188
0	07:32:30	1,88	0,00188
0	07:33:00	1,87	0,00187
0	07:33:30	1,86	0,00186
0	07:34:00	1,86	0,00186
0	07:34:30	1,85	0,00185
0	07:35:00	1,84	0,00184
0	07:35:30	1,83	0,00183
0	07:36:00	1,83	0,00183
0	07:36:30	1,82	0,00182
0	07:37:00	1,81	0,00181
0	07:37:30	1,81	0,00181
0	07:38:00	1,80	0,0018
0	07:38:30	1,79	0,00179
0	07:39:00	1,79	0,00179
0	07:39:30	1,78	0,00178
0	07:40:00	1,77	0,00177
0	07:40:30	1,77	0,00177
0	07:41:00	1,76	0,00176
0	07:41:30	1,75	0,00175
0	07:42:00	1,75	0,00175
0	07:42:30	1,74	0,00174
0	07:43:00	1,73	0,00173
0	07:43:30	1,73	0,00173
0	07:44:00	1,72	0,00172
0	07:44:30	1,71	0,00171
0	07:45:00	1,71	0,00171
0	07:45:30	1,70	0,0017
0	07:46:00	1,70	0,0017
0	07:46:30	1,69	0,00169
0	07:47:00	1,68	0,00168

0	07:47:30	1,68	0,00168
0	07:48:00	1,67	0,00167
0	07:48:30	1,66	0,00166
0	07:49:00	1,66	0,00166
0	07:49:30	1,65	0,00165
0	07:50:00	1,65	0,00165
0	07:50:30	1,64	0,00164
0	07:51:00	1,63	0,00163
0	07:51:30	1,63	0,00163
0	07:52:00	1,62	0,00162
0	07:52:30	1,62	0,00162
0	07:53:00	1,61	0,00161
0	07:53:30	1,61	0,00161
0	07:54:00	1,60	0,0016
0	07:54:30	1,59	0,00159
0	07:55:00	1,59	0,00159
0	07:55:30	1,58	0,00158
0	07:56:00	1,58	0,00158
0	07:56:30	1,57	0,00157
0	07:57:00	1,57	0,00157
0	07:57:30	1,56	0,00156
0	07:58:00	1,55	0,00155
0	07:58:30	1,55	0,00155
0	07:59:00	1,54	0,00154
0	07:59:30	1,54	0,00154
0	08:00:00	1,53	0,00153
0	08:00:30	1,53	0,00153
0	08:01:00	1,52	0,00152
0	08:01:30	1,52	0,00152
0	08:02:00	1,51	0,00151
0	08:02:30	1,51	0,00151
0	08:03:00	1,50	0,0015
0	08:03:30	1,49	0,00149
0	08:04:00	1,49	0,00149
0	08:04:30	1,48	0,00148
0	08:05:00	1,48	0,00148
0	08:05:30	1,47	0,00147
0	08:06:00	1,47	0,00147
0	08:06:30	1,46	0,00146
0	08:07:00	1,46	0,00146
0	08:07:30	1,45	0,00145
0	08:08:00	1,45	0,00145
0	08:08:30	1,44	0,00144

0	08:09:00	1,44	0,00144
0	08:09:30	1,43	0,00143
0	08:10:00	1,43	0,00143
0	08:10:30	1,42	0,00142
0	08:11:00	1,42	0,00142
0	08:11:30	1,41	0,00141
0	08:12:00	1,41	0,00141
0	08:12:30	1,41	0,00141
0	08:13:00	1,40	0,0014
0	08:13:30	1,40	0,0014
0	08:14:00	1,39	0,00139
0	08:14:30	1,39	0,00139
0	08:15:00	1,38	0,00138
0	08:15:30	1,38	0,00138
0	08:16:00	1,37	0,00137
0	08:16:30	1,37	0,00137
0	08:17:00	1,36	0,00136
0	08:17:30	1,36	0,00136
0	08:18:00	1,35	0,00135
0	08:18:30	1,35	0,00135
0	08:19:00	1,35	0,00135
0	08:19:30	1,34	0,00134
0	08:20:00	1,34	0,00134
0	08:20:30	1,33	0,00133
0	08:21:00	1,33	0,00133
0	08:21:30	1,32	0,00132
0	08:22:00	1,32	0,00132
0	08:22:30	1,32	0,00132
0	08:23:00	1,31	0,00131
0	08:23:30	1,31	0,00131
0	08:24:00	1,30	0,0013
0	08:24:30	1,30	0,0013
0	08:25:00	1,29	0,00129
0	08:25:30	1,29	0,00129
0	08:26:00	1,28	0,00128
0	08:26:30	1,28	0,00128
0	08:27:00	1,28	0,00128
0	08:27:30	1,27	0,00127
0	08:28:00	1,27	0,00127
0	08:28:30	1,26	0,00126
0	08:29:00	1,26	0,00126
0	08:29:30	1,26	0,00126
0	08:30:00	1,25	0,00125

0	08:30:30	1,25	0,00125
0	08:31:00	1,24	0,00124
0	08:31:30	1,24	0,00124
0	08:32:00	1,24	0,00124
0	08:32:30	1,23	0,00123
0	08:33:00	1,23	0,00123
0	08:33:30	1,22	0,00122
0	08:34:00	1,22	0,00122
0	08:34:30	1,22	0,00122
0	08:35:00	1,21	0,00121
0	08:35:30	1,21	0,00121
0	08:36:00	1,20	0,0012
0	08:36:30	1,20	0,0012
0	08:37:00	1,20	0,0012
0	08:37:30	1,19	0,00119
0	08:38:00	1,19	0,00119
0	08:38:30	1,18	0,00118
0	08:39:00	1,18	0,00118
0	08:39:30	1,18	0,00118
0	08:40:00	1,17	0,00117
0	08:40:30	1,17	0,00117
0	08:41:00	1,17	0,00117
0	08:41:30	1,16	0,00116
0	08:42:00	1,16	0,00116
0	08:42:30	1,15	0,00115
0	08:43:00	1,15	0,00115
0	08:43:30	1,15	0,00115
0	08:44:00	1,14	0,00114
0	08:44:30	1,14	0,00114
0	08:45:00	1,14	0,00114
0	08:45:30	1,13	0,00113
0	08:46:00	1,13	0,00113
0	08:46:30	1,13	0,00113
0	08:47:00	1,12	0,00112
0	08:47:30	1,12	0,00112
0	08:48:00	1,12	0,00112
0	08:48:30	1,11	0,00111
0	08:49:00	1,11	0,00111
0	08:49:30	1,10	0,0011
0	08:50:00	1,10	0,0011
0	08:50:30	1,10	0,0011
0	08:51:00	1,09	0,00109
0	08:51:30	1,09	0,00109

0	08:52:00	1,09	0,00109
0	08:52:30	1,08	0,00108
0	08:53:00	1,08	0,00108
0	08:53:30	1,08	0,00108
0	08:54:00	1,07	0,00107
0	08:54:30	1,07	0,00107
0	08:55:00	1,07	0,00107
0	08:55:30	1,06	0,00106
0	08:56:00	1,06	0,00106
0	08:56:30	1,06	0,00106
0	08:57:00	1,05	0,00105
0	08:57:30	1,05	0,00105
0	08:58:00	1,05	0,00105
0	08:58:30	1,05	0,00105
0	08:59:00	1,04	0,00104
0	08:59:30	1,04	0,00104
0	09:00:00	1,04	0,00104
0	09:00:30	1,03	0,00103
0	09:01:00	1,03	0,00103
0	09:01:30	1,03	0,00103
0	09:02:00	1,02	0,00102
0	09:02:30	1,02	0,00102
0	09:03:00	1,02	0,00102
0	09:03:30	1,01	0,00101
0	09:04:00	1,01	0,00101
0	09:04:30	1,01	0,00101
0	09:05:00	1,00	0,001
0	09:05:30	1,00	0,001
0	09:06:00	1,00	0,001
0	09:06:30	1,00	0,001
0	09:07:00	0,99	0,00099
0	09:07:30	0,99	0,00099
0	09:08:00	0,99	0,00099
0	09:08:30	0,98	0,00098
0	09:09:00	0,98	0,00098
0	09:09:30	0,98	0,00098
0	09:10:00	0,98	0,00098
0	09:10:30	0,97	0,00097
0	09:11:00	0,97	0,00097
0	09:11:30	0,97	0,00097
0	09:12:00	0,96	0,00096
0	09:12:30	0,96	0,00096
0	09:13:00	0,96	0,00096

0	09:13:30	0,96	0,00096
0	09:14:00	0,95	0,00095
0	09:14:30	0,95	0,00095
0	09:15:00	0,95	0,00095
0	09:15:30	0,94	0,00094
0	09:16:00	0,94	0,00094
0	09:16:30	0,94	0,00094
0	09:17:00	0,94	0,00094
0	09:17:30	0,93	0,00093
0	09:18:00	0,93	0,00093
0	09:18:30	0,93	0,00093
0	09:19:00	0,93	0,00093
0	09:19:30	0,92	0,00092
0	09:20:00	0,92	0,00092
0	09:20:30	0,92	0,00092
0	09:21:00	0,92	0,00092
0	09:21:30	0,91	0,00091
0	09:22:00	0,91	0,00091
0	09:22:30	0,91	0,00091
0	09:23:00	0,90	0,0009
0	09:23:30	0,90	0,0009
0	09:24:00	0,90	0,0009
0	09:24:30	0,90	0,0009
0	09:25:00	0,89	0,00089
0	09:25:30	0,89	0,00089
0	09:26:00	0,89	0,00089
0	09:26:30	0,89	0,00089
0	09:27:00	0,88	0,00088
0	09:27:30	0,88	0,00088
0	09:28:00	0,88	0,00088
0	09:28:30	0,88	0,00088
0	09:29:00	0,87	0,00087
0	09:29:30	0,87	0,00087
0	09:30:00	0,87	0,00087
0	09:30:30	0,87	0,00087
0	09:31:00	0,86	0,00086
0	09:31:30	0,86	0,00086
0	09:32:00	0,86	0,00086
0	09:32:30	0,86	0,00086
0	09:33:00	0,85	0,00085
0	09:33:30	0,85	0,00085
0	09:34:00	0,85	0,00085
0	09:34:30	0,85	0,00085

0	09:35:00	0,85	0,00085
0	09:35:30	0,84	0,00084
0	09:36:00	0,84	0,00084
0	09:36:30	0,84	0,00084
0	09:37:00	0,84	0,00084
0	09:37:30	0,83	0,00083
0	09:38:00	0,83	0,00083
0	09:38:30	0,83	0,00083
0	09:39:00	0,83	0,00083
0	09:39:30	0,82	0,00082
0	09:40:00	0,82	0,00082
0	09:40:30	0,82	0,00082
0	09:41:00	0,82	0,00082
0	09:41:30	0,82	0,00082
0	09:42:00	0,81	0,00081
0	09:42:30	0,81	0,00081
0	09:43:00	0,81	0,00081
0	09:43:30	0,81	0,00081
0	09:44:00	0,80	0,0008
0	09:44:30	0,80	0,0008
0	09:45:00	0,80	0,0008
0	09:45:30	0,80	0,0008
0	09:46:00	0,80	0,0008
0	09:46:30	0,79	0,00079
0	09:47:00	0,79	0,00079
0	09:47:30	0,79	0,00079
0	09:48:00	0,79	0,00079
0	09:48:30	0,78	0,00078
0	09:49:00	0,78	0,00078
0	09:49:30	0,78	0,00078
0	09:50:00	0,78	0,00078
0	09:50:30	0,78	0,00078
0	09:51:00	0,77	0,00077
0	09:51:30	0,77	0,00077
0	09:52:00	0,77	0,00077
0	09:52:30	0,77	0,00077
0	09:53:00	0,77	0,00077
0	09:53:30	0,76	0,00076
0	09:54:00	0,76	0,00076
0	09:54:30	0,76	0,00076
0	09:55:00	0,76	0,00076
0	09:55:30	0,76	0,00076
0	09:56:00	0,75	0,00075

0	09:56:30	0,75	0,00075
0	09:57:00	0,75	0,00075
0	09:57:30	0,75	0,00075
0	09:58:00	0,75	0,00075
0	09:58:30	0,74	0,00074
0	09:59:00	0,74	0,00074
0	09:59:30	0,74	0,00074
0	10:00:00	0,74	0,00074
0	10:00:30	0,74	0,00074
0	10:01:00	0,73	0,00073
0	10:01:30	0,73	0,00073
0	10:02:00	0,73	0,00073
0	10:02:30	0,73	0,00073
0	10:03:00	0,73	0,00073
0	10:03:30	0,72	0,00072
0	10:04:00	0,72	0,00072
0	10:04:30	0,72	0,00072
0	10:05:00	0,72	0,00072
0	10:05:30	0,72	0,00072
0	10:06:00	0,72	0,00072
0	10:06:30	0,71	0,00071
0	10:07:00	0,71	0,00071
0	10:07:30	0,71	0,00071
0	10:08:00	0,71	0,00071
0	10:08:30	0,71	0,00071
0	10:09:00	0,70	0,0007
0	10:09:30	0,70	0,0007
0	10:10:00	0,70	0,0007
0	10:10:30	0,70	0,0007
0	10:11:00	0,70	0,0007
0	10:11:30	0,70	0,0007
0	10:12:00	0,69	0,00069
0	10:12:30	0,69	0,00069
0	10:13:00	0,69	0,00069
0	10:13:30	0,69	0,00069
0	10:14:00	0,69	0,00069
0	10:14:30	0,68	0,00068
0	10:15:00	0,68	0,00068
0	10:15:30	0,68	0,00068
0	10:16:00	0,68	0,00068
0	10:16:30	0,68	0,00068
0	10:17:00	0,68	0,00068
0	10:17:30	0,67	0,00067

0	10:18:00	0,67	0,00067
0	10:18:30	0,67	0,00067
0	10:19:00	0,67	0,00067
0	10:19:30	0,67	0,00067
0	10:20:00	0,67	0,00067
0	10:20:30	0,66	0,00066
0	10:21:00	0,66	0,00066
0	10:21:30	0,66	0,00066
0	10:22:00	0,66	0,00066
0	10:22:30	0,66	0,00066
0	10:23:00	0,66	0,00066
0	10:23:30	0,65	0,00065
0	10:24:00	0,65	0,00065
0	10:24:30	0,65	0,00065
0	10:25:00	0,65	0,00065
0	10:25:30	0,65	0,00065
0	10:26:00	0,65	0,00065
0	10:26:30	0,64	0,00064
0	10:27:00	0,64	0,00064
0	10:27:30	0,64	0,00064
0	10:28:00	0,64	0,00064
0	10:28:30	0,64	0,00064
0	10:29:00	0,64	0,00064
0	10:29:30	0,63	0,00063
0	10:30:00	0,63	0,00063
0	10:30:30	0,63	0,00063
0	10:31:00	0,63	0,00063
0	10:31:30	0,63	0,00063
0	10:32:00	0,63	0,00063
0	10:32:30	0,62	0,00062
0	10:33:00	0,62	0,00062
0	10:33:30	0,62	0,00062
0	10:34:00	0,62	0,00062
0	10:34:30	0,62	0,00062
0	10:35:00	0,62	0,00062
0	10:35:30	0,62	0,00062
0	10:36:00	0,61	0,00061
0	10:36:30	0,61	0,00061
0	10:37:00	0,61	0,00061
0	10:37:30	0,61	0,00061
0	10:38:00	0,61	0,00061
0	10:38:30	0,61	0,00061
0	10:39:00	0,61	0,00061

0	10:39:30	0,60	0,0006
0	10:40:00	0,60	0,0006
0	10:40:30	0,60	0,0006
0	10:41:00	0,60	0,0006
0	10:41:30	0,60	0,0006
0	10:42:00	0,60	0,0006
0	10:42:30	0,60	0,0006
0	10:43:00	0,59	0,00059
0	10:43:30	0,59	0,00059
0	10:44:00	0,59	0,00059
0	10:44:30	0,59	0,00059
0	10:45:00	0,59	0,00059
0	10:45:30	0,59	0,00059
0	10:46:00	0,58	0,00058
0	10:46:30	0,58	0,00058
0	10:47:00	0,58	0,00058
0	10:47:30	0,58	0,00058
0	10:48:00	0,58	0,00058
0	10:48:30	0,58	0,00058
0	10:49:00	0,58	0,00058
0	10:49:30	0,57	0,00057
0	10:50:00	0,57	0,00057
0	10:50:30	0,57	0,00057
0	10:51:00	0,57	0,00057
0	10:51:30	0,57	0,00057
0	10:52:00	0,57	0,00057
0	10:52:30	0,57	0,00057
0	10:53:00	0,57	0,00057
0	10:53:30	0,56	0,00056
0	10:54:00	0,56	0,00056
0	10:54:30	0,56	0,00056
0	10:55:00	0,56	0,00056
0	10:55:30	0,56	0,00056
0	10:56:00	0,56	0,00056
0	10:56:30	0,56	0,00056
0	10:57:00	0,55	0,00055
0	10:57:30	0,55	0,00055
0	10:58:00	0,55	0,00055
0	10:58:30	0,55	0,00055
0	10:59:00	0,55	0,00055
0	10:59:30	0,55	0,00055
0	11:00:00	0,55	0,00055
0	11:00:30	0,55	0,00055

0	11:01:00	0,55	0,00055
0	11:01:30	0,55	0,00055
0	11:02:00	0,54	0,00054
0	11:02:30	0,54	0,00054
0	11:03:00	0,54	0,00054
0	11:03:30	0,54	0,00054
0	11:04:00	0,54	0,00054
0	11:04:30	0,54	0,00054
0	11:05:00	0,54	0,00054
0	11:05:30	0,54	0,00054
0	11:06:00	0,53	0,00053
0	11:06:30	0,53	0,00053
0	11:07:00	0,53	0,00053
0	11:07:30	0,53	0,00053
0	11:08:00	0,53	0,00053
0	11:08:30	0,53	0,00053
0	11:09:00	0,53	0,00053
0	11:09:30	0,52	0,00052
0	11:10:00	0,52	0,00052
0	11:10:30	0,52	0,00052
0	11:11:00	0,52	0,00052
0	11:11:30	0,52	0,00052
0	11:12:00	0,52	0,00052
0	11:12:30	0,52	0,00052
0	11:13:00	0,52	0,00052
0	11:13:30	0,52	0,00052
0	11:14:00	0,51	0,00051
0	11:14:30	0,51	0,00051
0	11:15:00	0,51	0,00051
0	11:15:30	0,51	0,00051
0	11:16:00	0,51	0,00051
0	11:16:30	0,51	0,00051
0	11:17:00	0,51	0,00051
0	11:17:30	0,51	0,00051
0	11:18:00	0,51	0,00051
0	11:18:30	0,51	0,00051
0	11:19:00	0,50	0,0005
0	11:19:30	0,50	0,0005
0	11:20:00	0,50	0,0005
0	11:20:30	0,50	0,0005
0	11:21:00	0,50	0,0005
0	11:21:30	0,50	0,0005
0	11:22:00	0,51	0,00051

0	11:22:30	0,50	0,0005
0	11:23:00	0,50	0,0005
0	11:23:30	0,50	0,0005
0	11:24:00	0,50	0,0005
0	11:24:30	0,50	0,0005
0	11:25:00	0,50	0,0005
0	11:25:30	0,50	0,0005
0	11:26:00	0,49	0,00049
0	11:26:30	0,49	0,00049
0	11:27:00	0,49	0,00049
0	11:27:30	0,49	0,00049
0	11:28:00	0,49	0,00049
0	11:28:30	0,48	0,00048
0	11:29:00	0,48	0,00048
0	11:29:30	0,48	0,00048
0	11:30:00	0,48	0,00048
0	11:30:30	0,48	0,00048
0	11:31:00	0,48	0,00048
0	11:31:30	0,48	0,00048
0	11:32:00	0,48	0,00048
0	11:32:30	0,48	0,00048
0	11:33:00	0,48	0,00048
0	11:33:30	0,47	0,00047
0	11:34:00	0,47	0,00047
0	11:34:30	0,47	0,00047
0	11:35:00	0,47	0,00047
0	11:35:30	0,47	0,00047
0	11:36:00	0,47	0,00047
0	11:36:30	0,47	0,00047
0	11:37:00	0,47	0,00047
0	11:37:30	0,46	0,00046
0	11:38:00	0,46	0,00046
0	11:38:30	0,46	0,00046
0	11:39:00	0,46	0,00046
0	11:39:30	0,46	0,00046
0	11:40:00	0,46	0,00046
0	11:40:30	0,46	0,00046
0	11:41:00	0,46	0,00046
0	11:41:30	0,46	0,00046
0	11:42:00	0,46	0,00046
0	11:42:30	0,45	0,00045
0	11:43:00	0,45	0,00045
0	11:43:30	0,45	0,00045

0	11:44:00	0,45	0,00045
0	11:44:30	0,45	0,00045
0	11:45:00	0,45	0,00045
0	11:45:30	0,45	0,00045
0	11:46:00	0,45	0,00045
0	11:46:30	0,45	0,00045
0	11:47:00	0,45	0,00045
0	11:47:30	0,45	0,00045
0	11:48:00	0,44	0,00044
0	11:48:30	0,44	0,00044
0	11:49:00	0,44	0,00044
0	11:49:30	0,44	0,00044
0	11:50:00	0,44	0,00044
0	11:50:30	0,44	0,00044
0	11:51:00	0,44	0,00044
0	11:51:30	0,44	0,00044
0	11:52:00	0,44	0,00044
0	11:52:30	0,44	0,00044
0	11:53:00	0,44	0,00044
0	11:53:30	0,43	0,00043
0	11:54:00	0,43	0,00043
0	11:54:30	0,43	0,00043
0	11:55:00	0,43	0,00043
0	11:55:30	0,43	0,00043
0	11:56:00	0,43	0,00043
0	11:56:30	0,43	0,00043
0	11:57:00	0,43	0,00043
0	11:57:30	0,43	0,00043
0	11:58:00	0,42	0,00042
0	11:58:30	0,42	0,00042
0	11:59:00	0,42	0,00042
0	11:59:30	0,42	0,00042
0	12:00:00	0,42	0,00042
0	12:00:30	0,42	0,00042
0	12:01:00	0,42	0,00042
0	12:01:30	0,42	0,00042
0	12:02:00	0,42	0,00042
0	12:02:30	0,42	0,00042
0	12:03:00	0,42	0,00042
0	12:03:30	0,42	0,00042
0	12:04:00	0,41	0,00041
0	12:04:30	0,41	0,00041
0	12:05:00	0,41	0,00041

0	12:05:30	0,41	0,00041
0	12:06:00	0,41	0,00041
0	12:06:30	0,41	0,00041
0	12:07:00	0,41	0,00041
0	12:07:30	0,41	0,00041
0	12:08:00	0,41	0,00041
0	12:08:30	0,41	0,00041
0	12:09:00	0,41	0,00041
0	12:09:30	0,41	0,00041
0	12:10:00	0,40	0,0004
0	12:10:30	0,40	0,0004
0	12:11:00	0,40	0,0004
0	12:11:30	0,40	0,0004
0	12:12:00	0,40	0,0004
0	12:12:30	0,40	0,0004
0	12:13:00	0,40	0,0004
0	12:13:30	0,40	0,0004
0	12:14:00	0,40	0,0004
0	12:14:30	0,40	0,0004
0	12:15:00	0,40	0,0004
0	12:15:30	0,40	0,0004
0	12:16:00	0,40	0,0004
0	12:16:30	0,39	0,00039
0	12:17:00	0,39	0,00039
0	12:17:30	0,39	0,00039
0	12:18:00	0,39	0,00039
0	12:18:30	0,39	0,00039
0	12:19:00	0,39	0,00039
0	12:19:30	0,39	0,00039
0	12:20:00	0,39	0,00039
0	12:20:30	0,39	0,00039
0	12:21:00	0,39	0,00039
0	12:21:30	0,39	0,00039
0	12:22:00	0,39	0,00039
0	12:22:30	0,38	0,00038
0	12:23:00	0,38	0,00038
0	12:23:30	0,38	0,00038
0	12:24:00	0,38	0,00038
0	12:24:30	0,38	0,00038
0	12:25:00	0,38	0,00038
0	12:25:30	0,38	0,00038
0	12:26:00	0,38	0,00038
0	12:26:30	0,38	0,00038

0	12:27:00	0,38	0,00038
0	12:27:30	0,38	0,00038
0	12:28:00	0,37	0,00037
0	12:28:30	0,37	0,00037
0	12:29:00	0,37	0,00037
0	12:29:30	0,37	0,00037
0	12:30:00	0,37	0,00037
0	12:30:30	0,37	0,00037
0	12:31:00	0,37	0,00037
0	12:31:30	0,37	0,00037
0	12:32:00	0,37	0,00037
0	12:32:30	0,37	0,00037
0	12:33:00	0,37	0,00037
0	12:33:30	0,37	0,00037
0	12:34:00	0,37	0,00037
0	12:34:30	0,37	0,00037
0	12:35:00	0,37	0,00037
0	12:35:30	0,36	0,00036
0	12:36:00	0,36	0,00036
0	12:36:30	0,36	0,00036
0	12:37:00	0,36	0,00036
0	12:37:30	0,36	0,00036
0	12:38:00	0,36	0,00036
0	12:38:30	0,36	0,00036
0	12:39:00	0,36	0,00036
0	12:39:30	0,36	0,00036
0	12:40:00	0,36	0,00036
0	12:40:30	0,36	0,00036
0	12:41:00	0,36	0,00036
0	12:41:30	0,36	0,00036
0	12:42:00	0,36	0,00036
0	12:42:30	0,35	0,00035
0	12:43:00	0,35	0,00035
0	12:43:30	0,35	0,00035
0	12:44:00	0,35	0,00035
0	12:44:30	0,35	0,00035
0	12:45:00	0,35	0,00035
0	12:45:30	0,35	0,00035
0	12:46:00	0,35	0,00035
0	12:46:30	0,35	0,00035
0	12:47:00	0,35	0,00035
0	12:47:30	0,35	0,00035
0	12:48:00	0,35	0,00035

0	12:48:30	0,35	0,00035
0	12:49:00	0,35	0,00035
0	12:49:30	0,35	0,00035
0	12:50:00	0,34	0,00034
0	12:50:30	0,34	0,00034
0	12:51:00	0,34	0,00034
0	12:51:30	0,34	0,00034
0	12:52:00	0,34	0,00034
0	12:52:30	0,34	0,00034
0	12:53:00	0,34	0,00034
0	12:53:30	0,34	0,00034
0	12:54:00	0,34	0,00034
0	12:54:30	0,34	0,00034
0	12:55:00	0,34	0,00034
0	12:55:30	0,34	0,00034
0	12:56:00	0,34	0,00034
0	12:56:30	0,34	0,00034
0	12:57:00	0,34	0,00034
0	12:57:30	0,34	0,00034
0	12:58:00	0,33	0,00033
0	12:58:30	0,33	0,00033
0	12:59:00	0,33	0,00033
0	12:59:30	0,33	0,00033
0	13:00:00	0,33	0,00033
0	13:00:30	0,33	0,00033
0	13:01:00	0,33	0,00033
0	13:01:30	0,33	0,00033
0	13:02:00	0,33	0,00033
0	13:02:30	0,33	0,00033
0	13:03:00	0,33	0,00033
0	13:03:30	0,33	0,00033
0	13:04:00	0,33	0,00033
0	13:04:30	0,33	0,00033
0	13:05:00	0,33	0,00033
0	13:05:30	0,33	0,00033
0	13:06:00	0,32	0,00032
0	13:06:30	0,32	0,00032
0	13:07:00	0,32	0,00032
0	13:07:30	0,32	0,00032
0	13:08:00	0,32	0,00032
0	13:08:30	0,32	0,00032
0	13:09:00	0,32	0,00032
0	13:09:30	0,32	0,00032

0	13:10:00	0,32	0,00032
0	13:10:30	0,32	0,00032
0	13:11:00	0,32	0,00032
0	13:11:30	0,32	0,00032
0	13:12:00	0,32	0,00032
0	13:12:30	0,32	0,00032
0	13:13:00	0,32	0,00032
0	13:13:30	0,32	0,00032
0	13:14:00	0,31	0,00031
0	13:14:30	0,31	0,00031
0	13:15:00	0,31	0,00031
0	13:15:30	0,31	0,00031
0	13:16:00	0,31	0,00031
0	13:16:30	0,31	0,00031
0	13:17:00	0,31	0,00031
0	13:17:30	0,31	0,00031
0	13:18:00	0,31	0,00031
0	13:18:30	0,31	0,00031
0	13:19:00	0,31	0,00031
0	13:19:30	0,31	0,00031
0	13:20:00	0,31	0,00031
0	13:20:30	0,31	0,00031
0	13:21:00	0,31	0,00031
0	13:21:30	0,31	0,00031
0	13:22:00	0,31	0,00031
0	13:22:30	0,31	0,00031
0	13:23:00	0,30	0,0003
0	13:23:30	0,30	0,0003
0	13:24:00	0,30	0,0003
0	13:24:30	0,30	0,0003
0	13:25:00	0,30	0,0003
0	13:25:30	0,30	0,0003
0	13:26:00	0,30	0,0003
0	13:26:30	0,30	0,0003
0	13:27:00	0,30	0,0003
0	13:27:30	0,30	0,0003
0	13:28:00	0,30	0,0003
0	13:28:30	0,30	0,0003
0	13:29:00	0,30	0,0003
0	13:29:30	0,30	0,0003
0	13:30:00	0,30	0,0003
0	13:30:30	0,30	0,0003
0	13:31:00	0,30	0,0003

0	13:31:30	0,29	0,00029
0	13:32:00	0,29	0,00029
0	13:32:30	0,29	0,00029
0	13:33:00	0,29	0,00029
0	13:33:30	0,29	0,00029
0	13:34:00	0,29	0,00029
0	13:34:30	0,29	0,00029
0	13:35:00	0,29	0,00029
0	13:35:30	0,29	0,00029
0	13:36:00	0,29	0,00029
0	13:36:30	0,29	0,00029
0	13:37:00	0,29	0,00029
0	13:37:30	0,29	0,00029
0	13:38:00	0,29	0,00029
0	13:38:30	0,29	0,00029
0	13:39:00	0,29	0,00029
0	13:39:30	0,29	0,00029
0	13:40:00	0,29	0,00029
0	13:40:30	0,29	0,00029
0	13:41:00	0,28	0,00028
0	13:41:30	0,28	0,00028
0	13:42:00	0,28	0,00028
0	13:42:30	0,28	0,00028
0	13:43:00	0,28	0,00028
0	13:43:30	0,28	0,00028
0	13:44:00	0,28	0,00028
0	13:44:30	0,28	0,00028
0	13:45:00	0,28	0,00028
0	13:45:30	0,28	0,00028
0	13:46:00	0,28	0,00028
0	13:46:30	0,28	0,00028
0	13:47:00	0,28	0,00028
0	13:47:30	0,28	0,00028
0	13:48:00	0,28	0,00028
0	13:48:30	0,28	0,00028
0	13:49:00	0,28	0,00028
0	13:49:30	0,28	0,00028
0	13:50:00	0,28	0,00028
0	13:50:30	0,28	0,00028
0	13:51:00	0,27	0,00027
0	13:51:30	0,27	0,00027
0	13:52:00	0,27	0,00027
0	13:52:30	0,27	0,00027

0	14:57:30	0,22	0,00022
0	14:58:00	0,22	0,00022
0	14:58:30	0,22	0,00022
0	14:59:00	0,22	0,00022
0	14:59:30	0,22	0,00022
0	15:00:00	0,22	0,00022
0	15:00:30	0,22	0,00022
0	15:01:00	0,22	0,00022
0	15:01:30	0,22	0,00022
0	15:02:00	0,22	0,00022
0	15:02:30	0,22	0,00022
0	15:03:00	0,22	0,00022
0	15:03:30	0,22	0,00022
0	15:04:00	0,22	0,00022
0	15:04:30	0,22	0,00022
0	15:05:00	0,22	0,00022
0	15:05:30	0,22	0,00022
0	15:06:00	0,22	0,00022
0	15:06:30	0,22	0,00022
0	15:07:00	0,22	0,00022
0	15:07:30	0,22	0,00022
0	15:08:00	0,22	0,00022
0	15:08:30	0,21	0,00021
0	15:09:00	0,21	0,00021
0	15:09:30	0,21	0,00021
0	15:10:00	0,21	0,00021
0	15:10:30	0,21	0,00021
0	15:11:00	0,21	0,00021
0	15:11:30	0,21	0,00021
0	15:12:00	0,21	0,00021
0	15:12:30	0,21	0,00021
0	15:13:00	0,21	0,00021
0	15:13:30	0,21	0,00021
0	15:14:00	0,21	0,00021
0	15:14:30	0,21	0,00021
0	15:15:00	0,21	0,00021
0	15:15:30	0,21	0,00021
0	15:16:00	0,21	0,00021
0	15:16:30	0,21	0,00021
0	15:17:00	0,21	0,00021
0	15:17:30	0,20	0,0002
0	15:18:00	0,20	0,0002
0	15:18:30	0,20	0,0002

0	15:19:00	0,20	0,0002
0	15:19:30	0,20	0,0002
0	15:20:00	0,20	0,0002
0	15:20:30	0,20	0,0002
0	15:21:00	0,20	0,0002
0	15:21:30	0,20	0,0002
0	15:22:00	0,20	0,0002
0	15:22:30	0,20	0,0002
0	15:23:00	0,20	0,0002
0	15:23:30	0,21	0,00021
0	15:24:00	0,20	0,0002
0	15:24:30	0,20	0,0002
0	15:25:00	0,20	0,0002
0	15:25:30	0,20	0,0002
0	15:26:00	0,20	0,0002
0	15:26:30	0,20	0,0002
0	15:27:00	0,20	0,0002
0	15:27:30	0,20	0,0002
0	15:28:00	0,20	0,0002
0	15:28:30	0,20	0,0002
0	15:29:00	0,20	0,0002
0	15:29:30	0,20	0,0002
0	15:30:00	0,20	0,0002
0	15:30:30	0,20	0,0002
0	15:31:00	0,20	0,0002
0	15:31:30	0,20	0,0002
0	15:32:00	0,20	0,0002
0	15:32:30	0,20	0,0002
0	15:33:00	0,20	0,0002
0	15:33:30	0,20	0,0002
0	15:34:00	0,19	0,00019
0	15:34:30	0,19	0,00019
0	15:35:00	0,19	0,00019
0	15:35:30	0,19	0,00019
0	15:36:00	0,19	0,00019
0	15:36:30	0,19	0,00019
0	15:37:00	0,19	0,00019
0	15:37:30	0,19	0,00019
0	15:38:00	0,19	0,00019
0	15:38:30	0,19	0,00019
0	15:39:00	0,19	0,00019
0	15:39:30	0,19	0,00019
0	15:40:00	0,19	0,00019

0	15:40:30	0,19	0,00019
0	15:41:00	0,19	0,00019
0	15:41:30	0,19	0,00019
0	15:42:00	0,19	0,00019
0	15:42:30	0,19	0,00019
0	15:43:00	0,19	0,00019
0	15:43:30	0,19	0,00019
0	15:44:00	0,19	0,00019
0	15:44:30	0,19	0,00019
0	15:45:00	0,19	0,00019
0	15:45:30	0,19	0,00019
0	15:46:00	0,19	0,00019
0	15:46:30	0,19	0,00019
0	15:47:00	0,19	0,00019
0	15:47:30	0,19	0,00019
0	15:48:00	0,19	0,00019
0	15:48:30	0,19	0,00019
0	15:49:00	0,19	0,00019
0	15:49:30	0,19	0,00019
0	15:50:00	0,19	0,00019
0	15:50:30	0,19	0,00019
0	15:51:00	0,19	0,00019
0	15:51:30	0,18	0,00018
0	15:52:00	0,18	0,00018
0	15:52:30	0,18	0,00018
0	15:53:00	0,18	0,00018
0	15:53:30	0,18	0,00018
0	15:54:00	0,18	0,00018
0	15:54:30	0,18	0,00018
0	15:55:00	0,18	0,00018
0	15:55:30	0,18	0,00018
0	15:56:00	0,18	0,00018
0	15:56:30	0,18	0,00018
0	15:57:00	0,18	0,00018
0	15:57:30	0,18	0,00018
0	15:58:00	0,18	0,00018
0	15:58:30	0,18	0,00018
0	15:59:00	0,18	0,00018
0	15:59:30	0,18	0,00018
0	16:00:00	0,18	0,00018
0	16:00:30	0,18	0,00018
0	16:01:00	0,18	0,00018
0	16:01:30	0,18	0,00018

0	19:15:30	0,11	0,00011
0	19:16:00	0,11	0,00011
0	19:16:30	0,11	0,00011
0	19:17:00	0,11	0,00011
0	19:17:30	0,11	0,00011
0	19:18:00	0,11	0,00011
0	19:18:30	0,11	0,00011
0	19:19:00	0,11	0,00011
0	19:19:30	0,11	0,00011
0	19:20:00	0,11	0,00011
0	19:20:30	0,11	0,00011
0	19:21:00	0,11	0,00011
0	19:21:30	0,11	0,00011
0	19:22:00	0,11	0,00011
0	19:22:30	0,11	0,00011
0	19:23:00	0,11	0,00011
0	19:23:30	0,11	0,00011
0	19:24:00	0,11	0,00011
0	19:24:30	0,11	0,00011
0	19:25:00	0,10	0,0001
0	19:25:30	0,10	0,0001
0	19:26:00	0,10	0,0001
0	19:26:30	0,10	0,0001
0	19:27:00	0,10	0,0001
0	19:27:30	0,10	0,0001
0	19:28:00	0,10	0,0001
0	19:28:30	0,10	0,0001
0	19:29:00	0,10	0,0001
0	19:29:30	0,10	0,0001
0	19:30:00	0,10	0,0001
0	19:30:30	0,10	0,0001
0	19:31:00	0,10	0,0001
0	19:31:30	0,10	0,0001
0	19:32:00	0,10	0,0001
0	19:32:30	0,10	0,0001
0	19:33:00	0,10	0,0001
0	19:33:30	0,10	0,0001
0	19:34:00	0,10	0,0001
0	19:34:30	0,10	0,0001
0	19:35:00	0,10	0,0001
0	19:35:30	0,10	0,0001
0	19:36:00	0,10	0,0001
0	19:36:30	0,10	0,0001

0	19:37:00	0,10	0,0001
0	19:37:30	0,10	0,0001
0	19:38:00	0,10	0,0001
0	19:38:30	0,10	0,0001
0	19:39:00	0,10	0,0001
0	19:39:30	0,10	0,0001
0	19:40:00	0,10	0,0001
0	19:40:30	0,10	0,0001
0	19:41:00	0,10	0,0001
0	19:41:30	0,10	0,0001
0	19:42:00	0,10	0,0001
0	19:42:30	0,10	0,0001
0	19:43:00	0,10	0,0001
0	19:43:30	0,10	0,0001
0	19:44:00	0,10	0,0001
0	19:44:30	0,10	0,0001
0	19:45:00	0,10	0,0001
0	19:45:30	0,10	0,0001
0	19:46:00	0,10	0,0001
0	19:46:30	0,10	0,0001
0	19:47:00	0,10	0,0001
0	19:47:30	0,10	0,0001
0	19:48:00	0,10	0,0001
0	19:48:30	0,10	0,0001
0	19:49:00	0,10	0,0001
0	19:49:30	0,10	0,0001
0	19:50:00	0,10	0,0001
0	19:50:30	0,10	0,0001
0	19:51:00	0,10	0,0001
0	19:51:30	0,10	0,0001
0	19:52:00	0,10	0,0001
0	19:52:30	0,10	0,0001
0	19:53:00	0,10	0,0001
0	19:53:30	0,10	0,0001
0	19:54:00	0,10	0,0001
0	19:54:30	0,10	0,0001
0	19:55:00	0,10	0,0001
0	19:55:30	0,10	0,0001
0	19:56:00	0,10	0,0001
0	19:56:30	0,10	0,0001
0	19:57:00	0,10	0,0001
0	19:57:30	0,10	0,0001
0	19:58:00	0,10	0,0001

0	19:58:30	0,10	0,0001
0	19:59:00	0,10	0,0001
0	19:59:30	0,10	0,0001
0	20:00:00	0,10	0,0001
0	20:00:30	0,10	0,0001
0	20:01:00	0,10	0,0001
0	20:01:30	0,10	0,0001
0	20:02:00	0,10	0,0001
0	20:02:30	0,10	0,0001
0	20:03:00	0,10	0,0001
0	20:03:30	0,10	0,0001
0	20:04:00	0,10	0,0001
0	20:04:30	0,10	0,0001
0	20:05:00	0,09	0,00009
0	20:05:30	0,09	0,00009
0	20:06:00	0,09	0,00009
0	20:06:30	0,09	0,00009
0	20:07:00	0,09	0,00009
0	20:07:30	0,09	0,00009
0	20:08:00	0,09	0,00009
0	20:08:30	0,09	0,00009
0	20:09:00	0,09	0,00009
0	20:09:30	0,09	0,00009
0	20:10:00	0,09	0,00009
0	20:10:30	0,09	0,00009
0	20:11:00	0,09	0,00009
0	20:11:30	0,09	0,00009
0	20:12:00	0,09	0,00009
0	20:12:30	0,09	0,00009
0	20:13:00	0,09	0,00009
0	20:13:30	0,09	0,00009
0	20:14:00	0,09	0,00009
0	20:14:30	0,09	0,00009
0	20:15:00	0,09	0,00009
0	20:15:30	0,09	0,00009
0	20:16:00	0,09	0,00009
0	20:16:30	0,09	0,00009
0	20:17:00	0,09	0,00009
0	20:17:30	0,09	0,00009
0	20:18:00	0,09	0,00009
0	20:18:30	0,09	0,00009
0	20:19:00	0,09	0,00009
0	20:19:30	0,09	0,00009

0	22:29:00	0,07	0,00007
0	22:29:30	0,07	0,00007
0	22:30:00	0,07	0,00007
0	22:30:30	0,07	0,00007
0	22:31:00	0,07	0,00007
0	22:31:30	0,07	0,00007
0	22:32:00	0,07	0,00007
0	22:32:30	0,07	0,00007
0	22:33:00	0,07	0,00007
0	22:33:30	0,07	0,00007
0	22:34:00	0,07	0,00007
0	22:34:30	0,07	0,00007
0	22:35:00	0,07	0,00007
0	22:35:30	0,07	0,00007
0	22:36:00	0,07	0,00007
0	22:36:30	0,07	0,00007
0	22:37:00	0,07	0,00007
0	22:37:30	0,07	0,00007
0	22:38:00	0,07	0,00007
0	22:38:30	0,07	0,00007
0	22:39:00	0,07	0,00007
0	22:39:30	0,07	0,00007

0	22:40:00	0,07	0,00007
0	22:40:30	0,07	0,00007
0	22:41:00	0,07	0,00007
0	22:41:30	0,07	0,00007
0	22:42:00	0,07	0,00007
0	22:42:30	0,07	0,00007
0	22:43:00	0,07	0,00007
0	22:43:30	0,07	0,00007
0	22:44:00	0,07	0,00007
0	22:44:30	0,07	0,00007
0	22:45:00	0,07	0,00007
0	22:45:30	0,07	0,00007
0	22:46:00	0,07	0,00007
0	22:46:30	0,07	0,00007
0	22:47:00	0,07	0,00007
0	22:47:30	0,07	0,00007
0	22:48:00	0,07	0,00007
0	22:48:30	0,07	0,00007
0	22:49:00	0,07	0,00007
0	22:49:30	0,07	0,00007
0	22:50:00	0,07	0,00007
0	22:50:30	0,07	0,00007

0	22:51:00	0,07	0,00007
0	22:51:30	0,07	0,00007
0	22:52:00	0,07	0,00007
0	22:52:30	0,07	0,00007
0	22:53:00	0,06	0,00006
0	22:53:30	0,06	0,00006
0	22:54:00	0,06	0,00006
0	22:54:30	0,06	0,00006
0	22:55:00	0,06	0,00006
0	22:55:30	0,06	0,00006
0	22:56:00	0,06	0,00006
0	22:56:30	0,06	0,00006
0	22:57:00	0,06	0,00006
0	22:57:30	0,06	0,00006
0	22:58:00	0,06	0,00006
0	22:58:30	0,06	0,00006
0	22:59:00	0,06	0,00006
0	22:59:30	0,06	0,00006
0	23:00:00	0,06	0,00006